



Парута В. А.



Брынзин Е. В.



Бриндза О. О.

Парута В. А., доцент, Одесская государственная академия строительства и архитектуры (ОГАСА),

ул. Дидрихсона, 4, г. Одесса, 65029, Украина,

e-mail: docent2155@gmail.com, тел.: +38 (048) 723 84 34,

Брынзин Е. В., к.т.н., начальник отдела маркетинга ООО «ЮДК», ул. Александра Оцупа, 7д, г. Днепр, 49051, Украина,

e-mail: Yevgen.Brynzin@udkgazbeton.com, тел. +380(562)33-80-09,

Бриндза А. А., студентка, Одесская государственная академия строительства и архитектуры (ОГАСА), ул. Дидрихсона, 4, г. Одесса, 65029, Украина

V. Paruta, Cand.Tech.Sci., PhD,

Odessa state academy of construction and architecture (OGASA),

Didrikhson St. 4, Odessa, 65029, Ukraine,

e-mail: docent2155@gmail.com, ph. +38 (048) 723 84 34,

E. Brynzin, Cand.Tech.Sci., PhD, head of marketing department of LLC UDK, Alexander Otsup St., 7D, Dnipro city, 49051, Ukraine,

e-mail: Yevgen.Brynzin@udkgazbeton.com, ph. +380(562)33-80-09

O. Bryndza, student, Odessa state academy of construction and architecture (OGASA), Didrikhson St. 4, Odessa, 65029, Ukraine,

ВЛИЯНИЕ ПАРПРОНИЦАЕМОСТИ ФАСАДНЫХ ДЕКОРАТИВНО-ЗАЩИТНЫХ СИСТЕМ НА ТЕПЛО-ВЛАЖНОСТНЫЙ БАЛАНС СТЕНЫ ИЗ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

ВПЛИВ ПАРПРОНИКНОСТІ ФАСАДНИХ ДЕКОРАТИВНО-ЗАХИСНИХ СИСТЕМ НА ТЕПЛО-ВОЛОГИЙ БАЛАНС СТИНИ З АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНУ

INFLUENCE OF VAPOR PERMEABILITY OF FRONT DECORATIVE AND PROTECTIVE SYSTEMS ON WARM AND MOIST BALANCE OF A WALL FROM AUTOCLAVE AERATED CONCRETE

Аннотация. Одним из оптимальных вариантов решения проблемы энергосбережения для Украины является возведение новых зданий из автоклавного газобетона. При толщине стены 0,4...0,5 м обеспечивается нормативное термическое сопротивление для любого региона Украины, тогда как, например, из кирпича керамического пустотелого она должна составлять 1,4...1,8 м. Однако, неправильный выбор декоративно-защитного покрытия ухудшает теплоизоляционные свойства стеновых конструкций, что приводит к увеличению теплопотерь, уменьшению долговечности здания. В статье изложены результаты исследования влияния свойств и, в частности, паропроницаемости различных декоративно-защитных материалов на тепловлажностный баланс стеновой конструкции.

Ключевые слова: энергосбережение, автоклавный газобетон; стеновые конструкции, декоративно-защитные покрытия, тепло-влажностный баланс стены.

Анотація. Одним з оптимальних варіантів вирішення проблеми енергосбереження для України є будівництво нових об'єктів з автоклавного газобетону. При товщині стіни 0,4...0,5 м. забезпечується нормативний термічний опір для будь-якого регіону України, тоді як, наприклад, з цегли керамічної порожнистої повинна складати 1,4...1,8 м. Проте, неправильний вибір декоративно-захисного покриття погіршує теплоізоляційні властивості стінових конструкцій, що приводить до збільшення витрат енергоресурсів, зменшує довговічність будівель. У статті викладені результати дослідження впливу властивостей і, зокрема, паропроникності різних декоративно-захисних матеріалів на тепловологісний баланс стінової конструкції.

Ключові слова: енергосбереження, автоклавний газобетон, стінові конструкції, штукатурне покриття, тепловологісний баланс стіни.

Abstract. One of optimal variants of a solution of the problem of energy saving, for Ukraine, is construction of new buildings from autoclave aerocrete. At a thickness of wall of 0,4 ... 0,5 m, normative thermal resistance for any region of Ukraine whereas, for example, ceramic hollow it has to make 1,4...1,8 m of a brick is provided. However the improper choice of the decorative protective coating, worsens heat-insulating properties of wall designs that leads to increase in heatlosses, decrease of a longevity of the building. In article are explained results of a research of influence of properties, and in particular, vapor permeabilities, various decorative and protective material on heatmoist balance of a wall design.

Keywords: energy saving, autoclave aerated concrete; wall designs, decorative protective coating, warm and moist balance of a wall.

Введение. Оптимальным вариантом решения проблем энергосбережения в ЖКХ, является возведение стен зданий и сооружений из автоклавного газобетона [1,5-9]. При ее толщине 0,4-0,5 м, обеспечивается нормативное термическое сопротивление для любого региона Украины [2].

Однако, иногда при эксплуатации его теплозащитные свойства не соответствуют задекларированным. Стены имеют повышенную влажность, что приводит к увеличению теплопотерь и ухудшению условий проживания. Одной из причин этого является неправильный выбор декоративно-защитного покрытия таких стен [2,3,4].

Актуальность исследования. Заключается в необходимости исследования влияния паропроницаемости фасадных декоративно-защитных систем на тепловлажностный баланс стеновой конструкции выполненной из автоклавного газобетона. На основании которых будут сделаны рекомендации по их применению.

Цель и задачи исследований. Для подтверждения этого, в работе исследовали влияние физико-механических свойств, и прежде всего, паропроницаемости, фасадных декоративно-защитных систем на наличие и величину зоны конденсации, которая косвенно характеризует, влажность, тепловлажностный баланс и долговечность стеновой конструкции.

Объект исследования. Стеновая конструкция из автоклавного газобетона с различными фасадными декоративно-защитными системами.

Методы исследования. Результаты получены путем расчета, при помощи специальных программ, на основании экспериментальных и литературных данных физико-механических и теплотехнических характеристик газобетонной кладки и фасадных декоративно-защитных систем.

Предмет исследования. Обоснование применения фасадных декоративно-защитных систем для стен из автоклавного газобетона, обеспечивающих оптимальный тепловлажностный баланс стеновой конструкции.

Результаты исследований. В работе исследовали влияние паропроницаемости фасадных декоративно-защитных материалов на наличие и величину зоны конденсации, которая косвенно характеризует, влажность, тепловлажностный баланс и долговечность стеновой конструкции выполненной из автоклавного газобетона. Расчет был произведен для стен облицованных плиткой из горных пород, кирпичом силикатным и керамическим полнотелым, кирпичом керамическим пустотелым. Для стен с толстослойной и тонкослойной системой утепления с применением минераловатных матов, плит из беспрессового и экструдированного пенополистирола. Характеристики материалов взяты из ДБН В.2.6-31-2006 Теплова ізоляція будівель, и приведены в таблице 1. Исследовали совместное влияние паропроницаемости фасадной и интерьерной штукатурки, характеристики материалов приведены в таблице 2. В расчете использовали стену из автоклавного газо-

бетона плотностью 400 кг/м³ толщиной 400 мм, теплоемкостью 0,84, интерьерная гипсоперлитовая штукатурка с характеристиками приведенными в таблице 2.

Облицовка кирпичом и природным камнем. В расчетах использовали материалы с низкой паропроницаемостью: кирпич силикатный и керамический полнотелый плотностью 1800 кг/м³, кирпич керамический пустотелый плотностью 1400 кг/м³, облицовочные плитки из гранита и мрамора. Полученные графические зависимости указывают на то, что при применении этих материалов наблюдается значительная зона образования конденсата, повышенная влажность автоклавного газобетона (рис.1).

Увеличение влажности материала приводит к увеличению коэффициента теплопроводности (λ_w), теплопотерь и расхода топлива. Зависимость коэффициента теплопроводности (λ_w), от влажности обычно пытаются описывать линейным уравнением:

$$\lambda_w = \lambda_0 + kW$$

где k – экспериментальный коэффициент;

W – влажность материала по массе, %.

Недостатком уравнения является значительные колебания коэффициента k от 0,001 до 0,01.

В европейских нормах проектирования, зависимость теплопроводности стеновых материалов от влаж-

ности описывается степенной функцией:

$$\lambda_2 = \lambda_1 \times e^{fu_2 - u_1}$$

где: λ_1, λ_2 – теплопроводность при влажности 1 и 2, Вт/(м·°C);

u_1, u_2 – относительная весовая влажность 1 и 2, %;

f_u – эмпирический коэффициент, кг/кг.

Для автоклавного газобетона данная формула приобретает вид:

$$\lambda_2 = \lambda_1 \times e^{4(u_2 - u_1)}$$

а достаточно условная графическая интерпретация зависимости теплопроводности от влажности, для бетонов плотностью 350 и 400 кг/м³, представлена на графике (рис. 2).

Проблема усугубляется и тем, что фасадные декоративно-защитные покрытия с низкой паропроницаемостью не только способствуют увлажнению стеновой конструкции, но и значительно замедляет скорость ее высыхания (рис. 3). Это приводит к тому, что еще достаточно длинный период стеновая конструкция имеет влажность, превышающую нормативную, а это предопределяет значительные теплопотери и расход энергоресурсов на обогрев, ухудшение условий проживания.

Еще одним отрицательным фактором является то, что при минусовых температурах происходит ускоренное разрушение стеновой конструкции. Несмотря на то, что автоклавный газобетон обладает высокой морозостойкостью,

Таблица 1.

Характеристики материалов используемых в расчете

№ п/п	Название материала	Характеристики в сухом состоянии			Расчетное содержание влаги в условиях эксплуатации w, %	Расчетные характеристики в условиях эксплуатации					
		Средн. плотн. ρ_0 , кг/м ³	Удельная теплоемкость c_0 , Дж/(кг·К)	Теплопроводность λ_0 , Вт/(м·К)		Теплопроводность λ_p , Вт/(м·К)	Коэф. теплоусвоения s, Вт/(м ² ·К)	Коэф. паропроницаемости μ , мг/(м·год·Па)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Облицовка кирпичом и природным камнем											
1	Керамический кирпич пустотелый	1400	0,88	0,47	1	2	0,58	0,64	7,91	8,48	0,14
2	Керамический кирпич полнотелый	1800	0,88	0,56	1	2	0,70	0,81	9,2	10,12	0,11
3	Силикатный кирпич полнотелый	1800	0,88	0,70	2	4	0,76	0,87	9,77	10,9	0,11
Облицовка природным камнем											
4	- гранит	2800	0,88	3,49	0	0	3,49	3,49	25,04	25,04	0,008
5	- мрамор	2800	0,88	2,91	0	0	2,91	2,91	22,86	22,86	0,008
Теплоизоляционные плиты											
6	Плиты из минеральной ваты	125	0,84	0,049	2	5	0,060	0,070	0,73	0,82	0,49
7	Плиты из минеральной ваты	150	0,84	0,044	2	5	0,055	0,066	0,75	0,87	0,45
8	Плиты из минеральной ваты	175	0,84	0,046	2	5	0,058	0,072	0,83	0,98	0,41
9	Плиты пенополистирольные	25	1,34	0,038	2	10	0,043	0,053	0,34	0,40	0,05
10	Плиты пенополистирольные	35	1,34	0,037	2	10	0,041	0,050	0,40	0,46	0,05
11	Плиты пенополистирольные экструдированные	25	1,34	0,036	2	10	0,038	0,040	0,32	0,36	0,02
12	Плиты пенополистирольные экструдированные	30	1,34	0,035	2	10	0,037	0,039	0,34	0,39	0,02

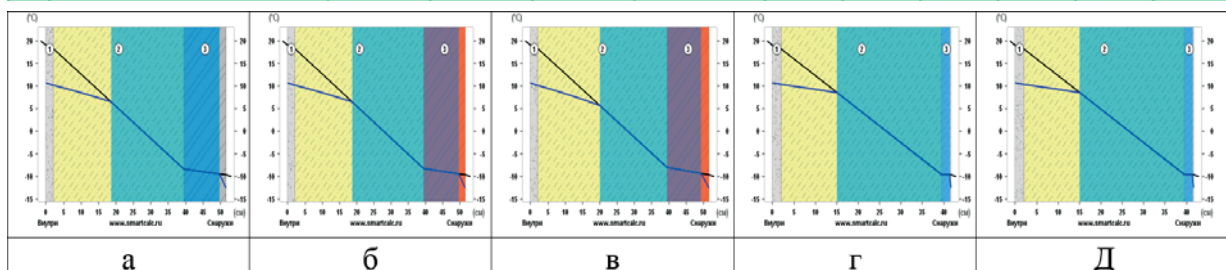


Рис. 1. Влияние паропроницаемости облицовки на величину зоны конденсации
 а) кирпич силикатный полнотелый плотностью 1800 кг/м³, б) кирпич керамический полнотелый плотностью 1800 кг/м³,
 в) кирпич керамический пустотелый плотностью 1400 кг/м³, г) гранит, д) мрамор

накопление влаги в контактной зоне «кладка-декоративно-защитное покрытие» приводит к разрушению стеновой конструкции.

Поэтому не рекомендуется облицовка стен из автоклавного газобетона без вентилируемого воздушного зазора кирпичом силикатным и керамическим полнотелым плотностью 1800 кг/м³, кирпичом керамическим пустотелым плотностью 1400 кг/м³.

При применении облицовочной плитки из горнах пород на клеевой смеси, площадь облицовки не должна превышать 25%, либо необходимо устраивать под облицовочный каркас с воздушным зазором между плиткой и стеной.

Применение систем утепления с тонкослойной и толстослойной штукатуркой. Автоклавный газобетон не требует дополнительного утепления, но так как это достаточно часто применяется, то был сделан расчет стены с дополнительным

утеплением экструдированным и беспрепсовым пенопластом, а также минеральной ватой.

Результаты расчета показывают, что применение экструдированного и беспрепсового пенопластов приводит к образованию значительной зоны конденсации, повышенной влажности кладки (рис. 4, 5). Это хорошо согласовывается с данными исследований проведенных НИИСК, при помощи климатической камеры. Поэтому такие системы не целесообразно применять для стен выполненных из автоклавного газобетона.

При необходимости дополнительного утепления целесообразно использовать минераловатные плиты. При их применении обеспечивается оптимальный тепло-влажностный баланс стеновой конструкции (рис. 6).

Достаточно распространенной декоративно-защитной системой для стен автоклавного газобетона является штукатурное покрытие. Так как на тепловлажностный баланс стеновой конструкции влияет паропроницаемость не только фасадной но и интерьерной штукатурки в расчетах моделировали две ситуации:

1. Вариант: в качестве наружной фасадной штукатурки использовали известково-песчаную, то есть материал с очень низкой паропроницаемостью. При этом варьировали виды и паропроницаемость внутренней штукатурки, от материала с самой высокой паропроницаемостью (гипсоперлитовая), до материала с самой низкой (известково-песчаная). Характеристики применяемых материалов приведены в таблице 2.

Как видно (рис. 7), применение штукатурки с малой паропроницаемостью приводит к образованию значительной зоны конденсации, которая составляет 14...18 см, при толщине стены 40 см и как следствию, увеличению влажности стены и теплопотерь.

Для решения проблемы необходимо использовать комбинацию внутренней и наружной штукатурки рассмотренных в варианте два.

2. Вариант: в качестве наружной штукатурки использовался цементно-карбонатно-перлитовый раствор полученный авторами, этот материал имеет достаточно высокую паропроницаемость. При этом варьировали виды и паропроницаемость внутренней штукатурки, от материала с высокой

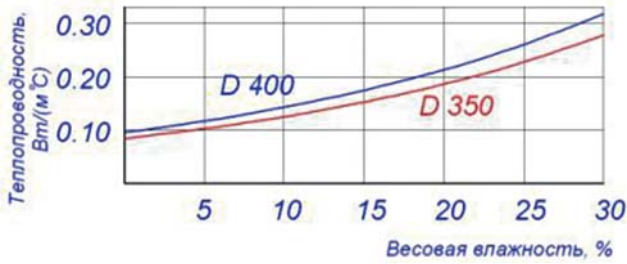


Рис. 2. Влияние влажности газобетона на его коэффициент теплопроводности

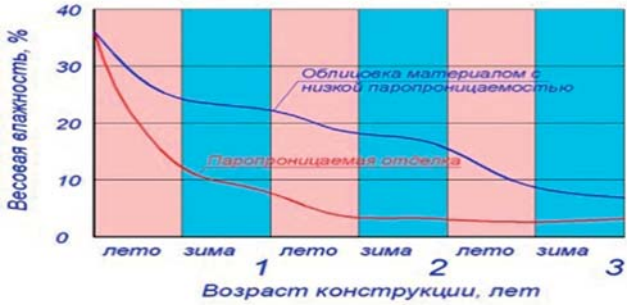


Рис. 3. Скорость высыхания стеновой конструкции в зависимости от паропроницаемости наружного декоративно-защитного покрытия

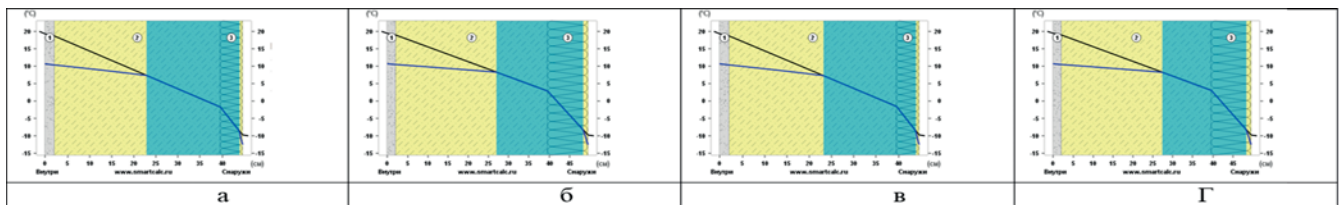


Рис. 4. Влияние паропроницаемости плит экструдированного пенополистирола на величину зоны конденсации: а) плиты плотностью 25 кг/м³, толщиной 50 мм; б) плиты плотностью 25 кг/м³, толщиной 100 мм; в) плиты плотностью 30 кг/м³, толщиной 50 мм; г) плиты плотностью 30 кг/м³, толщиной 100 мм.

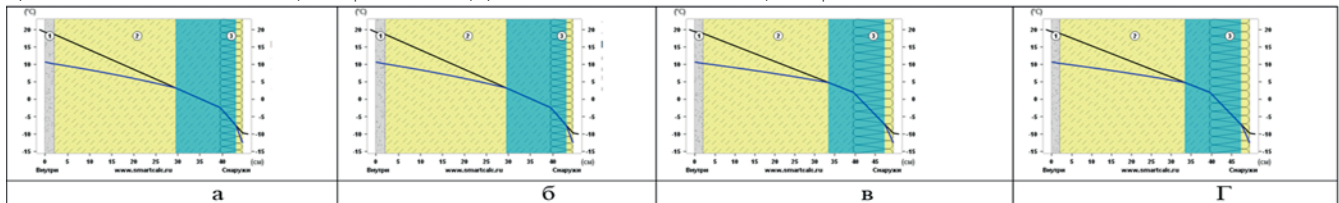


Рис. 5. Влияние паропроницаемости плит беспрепсового пенополистирола на величину зоны конденсации: а) плиты плотностью 25 кг/м³, толщиной 50 мм; б) плиты плотностью 25 кг/м³, толщиной 100 мм; в) плиты плотностью 35 кг/м³, толщиной 50 мм; г) плиты плотностью 35 кг/м³, толщиной 100 мм.

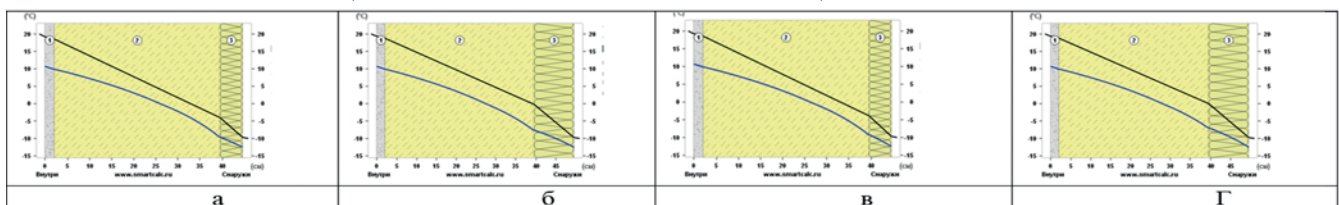


Рис. 6. Влияние паропроницаемости минераловатных плит на величину зоны конденсации: а) плиты плотностью 125 кг/м³, толщиной 50 мм; б) плиты плотностью 125 кг/м³, толщиной 100 мм; в) плиты плотностью 175 кг/м³, толщиной 50 мм; г) плиты плотностью 175 кг/м³, толщиной 100 мм.

Характеристики штукатурных растворов используемых в расчетах

№ варианта	Вид раствора	1-й слой внутренняя штукатурка толщиной 15 мм				2-й слой газобетон		Вид раствора	3-й слой наружная штукатурка толщиной 20 мм			
		Ср.пл. кг/м ³	Кт. А/Б	Тп.	Кп.	Кт. А/Б	Кп.		Ср.пл. кг/м ³	Кт. А/Б	Тп.	Кп.
Вариант 1. Наружный раствор со средней плотностью 1800 кг/м³												
1.1	Гипсо-перлитовый	400	0,13/0,15	0,84	0,53	0,11/0,13	0,23	Известково-песчаный	1800	0,76/0,93	0,84	0,09
1.2	Цементно-перлитовый	1000	0,26/0,30	0,84	0,15	0,11/0,13	0,23		1800	0,76/0,93	0,84	0,09
1.3	Известково-песчаный	1800	0,76/0,93	0,84	0,09	0,11/0,13	0,23		1800	0,76/0,93	0,84	0,09
Вариант 2. Наружный раствор со средней плотностью 600 кг/м³												
2.1	Гипсо-перлитовый	400	0,13/0,15	0,84	0,53	0,11/0,13	0,23	Цементно-карбонатно-перлитовый	600	0,19/0,23	0,84	0,17
2.2	Цементно-перлитовый	1000	0,26/0,30	0,84	0,15	0,11/0,13	0,23		600	0,19/0,23	0,84	0,17
2.3	Известково-песчаный	1800	0,76/0,93	0,84	0,09	0,11/0,13	0,23		600	0,19/0,23	0,84	0,17

Обозначения в таблице: Ср.пл. – средняя плотность; Кт. – коэффициент теплопроводности в условиях эксплуатации А и Б; Тп. – теплоемкость; Кп. – коэффициент паропроницаемости, мг/м·час·Па;

паропроницаемостью (гипсоперлитовая) до материала с низкой паропроницаемостью (известково-песчаная). Результаты расчета приведены на рисунке 8.

Анализ графических зависимостей указывает на то, что применение наружной штукатурки с высокой паропроницаемостью обеспечивает оптимальный тепло-влажностный баланс стеновой конструкции. Следует также отметить, что на его характер и величину зоны конденсации, оказывает влияние паропроницаемости как внутренней, так и наружной штукатурки. При применении наружной (цементно-карбонатно-перлитовая) и внутренней (гипсоперлитовая, цементно-перлитовая) штукатурок, с большой паропроницаемостью, наблюдается значительно меньшая зона конденсации (6...10 см), чем при применении наружной штукатурки с низкой паропроницаемостью (14...18 см). Она располагается на расстоянии 1...2 см от контактной зоны «кладка-штукатурное покрытие» и, следовательно, отслоение наружной штукатурки из-за размораживания не произойдет. При применении наружной штукатурки с высокой паропроницаемостью (цементно-карбонатно-перлитовая) и внутренней с низкой (известково-песчаная), зона конденсации не наблюдается. Это обеспечит беспрепятственное удаление влаги из помещений и, следовательно, оптимальный тепловлажностный баланс стеновой конструкции, минимальные теплопотери и расход энергоресурсов, улучшение условий проживания, увеличение долговечности зданий и сооружений.

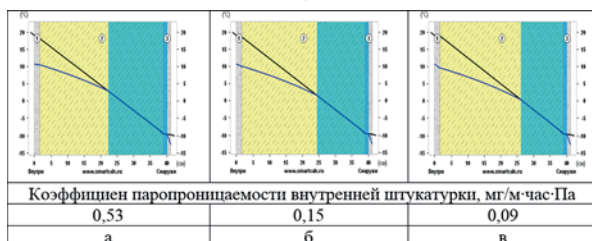


Рис. 7. Влияние паропроницаемости внутренней штукатурки при минимальной паропроницаемости наружной штукатурки (известково-песчаной): а) гипсоперлитовая, б) цементно-перлитовая, в) известково-песчаная

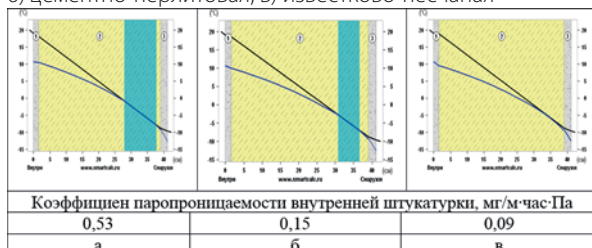


Рис. 8. Влияние паропроницаемости внутренней штукатурки при максимальной паропроницаемости наружной штукатурки (известково-песчаной): а) гипсоперлитовая; б) цементно-перлитовая; в) известково-песчаная

Выводы. В работе исследовано влияние паропроницаемости фасадных декоративно-защитных систем на тепловлажностный баланс стеновой конструкции из автоклавного газобетона.

Отмечено, что при применении материалов с низкой паропроницаемостью (кирпич силикатный и керамический, плитки из горных пород, экструдированный и беспрессовый пенополистирол, известково-песчаная штукатурка) образуется значительная зона конденсации, увеличивается влажность стеновой конструкции и теплопотери.

При применении материалов с высокой паропроницаемостью (цементно-карбонатно-перлитовая штукатурка, минеральная вата) и внутренней, с различной паропроницаемостью (гипсоперлитовая, цементно-перлитовая, известково-песчаная) обеспечивается оптимальный тепловлажностный баланс стеновой конструкции, минимальные теплопотери и расход энергоресурсов, улучшение условий проживания, увеличение долговечности зданий и сооружений.

Літэратура:

1. Галкин С.Л., Сажнев Н.П., Соколовский Л.В., Сажнева Н.Н. «Применение ячеистобетонных изделий. Теория и практика», «Стринко», Минск, 2006., 448с.
2. Парута В.А. Особенности технологии возведения и эксплуатации наружных стен из автоклавного газобетона / Парута В.А., Семина Ю.А., Столяр Е.А., Устенко А.В., Брынзин Е.В., // Строительные материалы, оборудование, технологии 21 века, №12, Москва, 2012, С. 35-39.
3. Сажнева Н.Н., Сажнев Н.П., Урецкая Е.А. Защитные системы для отделки ячеистого бетон пониженной плотности // Строительные материалы. 2009. №1. С. 17-19.
4. Я. Паплавскис, А.Фрош, Требования к штукатурным составам для наружной отделки стен из ячеистых бетонов. СПб.: Изд-во. Политехнического ун-та, 2010, С.10-15.
5. Розенфельд А. Г., Хафмейстер Д. Энергоэкономичные здания // В мире науки. 1988. № 6. С. 34–43.
6. Булгаков С. Н. Энергосберегающие технологии вторичной застройки реконструируемых жилых кварталов//АВОК. 1998. № 2. С. 5.
7. Кочегаров А. Д. Повышение эффективности ЖКХ обеспечит его переход к рыночным отношениям // Теплоэнергоэффективные технологии: ИБ. 2002. № 2. С. 11–13.
8. Гиббонс Д., Блэр П., Гуин Х. Стратегия использования энергии // В мире науки. 1989. № 11. С. 76–85.
9. Гертис К. Здания XXI века – здания с нулевым потреблением энергии // Энергосбережение. 2007.- 3.- с. 34-36.