

4. Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki> – 23.02.2017.
5. Коллектив инженеров ОАО «Энергетик ЛТД» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.energetik-ltd.ru/Klassifikatsiya_meropriyaty_v_energoberezhennii – 16.03.2017.
6. Гаряев А. Б., Данилов О. Л. и др. Энергосбережение в энергетике и технологиях: Энергосбережение в низкотемпературных процессах и технологиях. – М.: Издательство МЭИ, 2002. – С. 118–119.
7. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://greenvolt.ru/energoberezhenie-i-energoeffektivnost/aktivnyj-dom> – 19.03.2017.
8. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://termos.ua/geotermalnye-teplovye-nasosy.html> – 21.03.2017.
9. Электронный ресурс. – Режим доступа: http://aqua-rmnt.com/otoplenie/alt_otoplenie/geotermalnoe-otoplenie-doma-svoimi-rukami.html – 06.04.2017

УДК 691.002

ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ НЕПРАВИЛЬНОМ ВЫБОРЕ ФАСАДНЫХ ДЕКОРАТИВНО-ЗАЩИТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Парута В. А., к.т.н., доцент

Одесская государственная академия строительства и архитектуры (ОГАСА)

Тел.: 0487238434

Брынзин Е. В., к.т.н., начальник отдела маркетинга ООО «ЮДК»

Тел.: +380(562)33-80-09

Ляшук А. А., студент (ОГАСА)

Брындза Е. А., студентка (ОГАСА)

Аннотация. Одним из оптимальных вариантов решения проблемы энергосбережения для Украины является возведение 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.

Резюме. Одним з оптимальних варіантів вирішення проблеми енергозбереження 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.

Введение. Оптимальным вариантом решения проблем энергосбережения при эксплуатации зданий является возведение их стен из автоклавного газобетона [1; 5–9]. Однако иногда при эксплуатации эти стены имеют повышенную влажность, что приводит к ухудшению условий проживания, повышению заболеваемости и теплопотерь, уменьшению долговечности здания. Одной из основных причин этого является неправильный выбор декоративно-защитного покрытия таких стен [2; 3–4].

Актуальность исследования. Необходимо исследование влияния свойств фасадных декоративно-защитных систем на тепло-влажностный баланс стеновой конструкции, с выдачей рекомендаций по их применению.

Цель и задачи исследований. Исследование влияния паропроницаемости фасадных декоративно-защитных систем на величину зоны конденсации, которая косвенно характеризует тепло-влажностный баланс и долговечность стеновой конструкции.

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

Методы исследования. Расчет, при помощи специальных программ, на основании экспериментальных и литературных данных свойств газобетонной кладки и фасадных декоративно-защитных систем.

Предмет исследования. Обоснование применения фасадных декоративно-защитных систем, обеспечивающих оптимальный тепло-влажностный баланс стеновой конструкции.

Результаты исследований. В работе исследовали влияние паропроницаемости фасадных декоративно-защитных материалов на наличие и величину зоны конденсации, которая косвенно характеризует тепло-влажностный баланс и долговечность стеновой конструкции. Расчеты произведены для стен, облицованных плиткой из горных пород, кирпичом силикатным и керамическим, с тонкослойной системой утепления (минераловатные маты, плиты из беспрессового и экструдированного пенополистирола), с фасадной и интерьерной штукатуркой.

Характеристики материалов определены экспериментальным путем и взяты из ДБН В.2.6-31-2006 «Теплова ізоляція будівель» и исследовали (табл. 1). В расчете использовали стену из автоклавного газобетона плотностью 400 кг/м^3 толщиной 400 мм, теплоемкостью 0,84.

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. $\rho_0, \text{кг/м}^3$	Удельная теплоемкость $c_0, \text{Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	Теплопроводность $\lambda_0, \text{Вт/(м} \cdot \text{К)}$			Теплопроводность $\lambda_p, \text{Вт/(м} \cdot \text{К)}$		Коэфф. теплоусвоения $s, \text{Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$		Коэфф. паропроницаемости $\mu, \text{мг/(м} \cdot \text{год} \cdot \text{Па)}$
					А	Б	А	Б	А	Б	А, Б
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	Плиты из природного камня: - 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

Облицовка кирпичом и плитками из плотных горных пород

Полученные графики указывают на значительную зону конденсатообразования и повышенную влажность стеновой конструкции (рис.1). Увеличение влажности приводит к увеличению коэффициента теплопроводности, теплотерь и расхода топлива.

В европейских нормах проектирования зависимость теплопроводности стеновых материалов от влажности описывается степенной функцией:

$$\lambda_2 = \lambda_1 \cdot e^{f_u(u_2 - u_1)},$$

где: λ_1, λ_2 – теплопроводность при влажности 1 и 2, Вт/(м⁰С); u_1, u_2 – относительная весовая влажность 1 и 2%; f_u – эмпирический коэффициент, кг/кг. Для автоклавного газобетона формула приобретает вид:

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

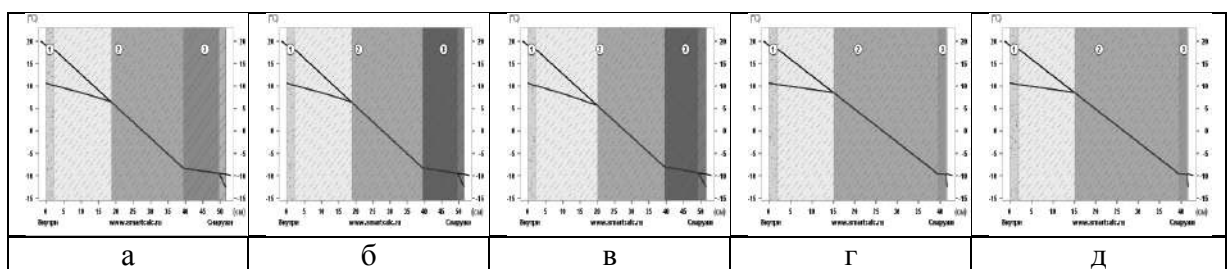


Рис. 1. Влияние паропроницаемости облицовки на величину зоны конденсации

а) кирпич силикатный полнотелый 1800 кг/м³; б) кирпич керамический полнотелый 1800 кг/м³; в) кирпич керамический пустотелый 1400 кг/м³, г) гранит, д) мрамор

При таком конструктивном решении не только происходит увлажнение стеновой конструкции, но и значительно замедляется процесс ее высыхания (рис. 2). Это приводит к увеличению теплотерь и энергоресурсов на обогрев, ухудшению условий проживания, ускоренному разрушению стеновой конструкции.

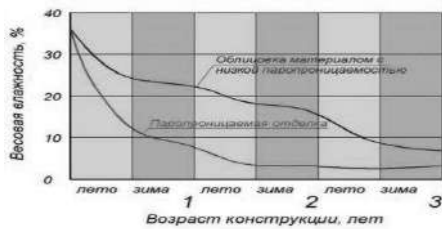


Рис. 2. Скорость высыхания стеновой конструкции в зависимости от паропроницаемости наружного декоративно-защитного покрытия

Поэтому не целесообразна облицовка кирпичом силикатным и керамическим полнотелым плотностью 1800 кг/м^3 , кирпичом керамическим пустотелым плотностью 1400 кг/м^3 стен из автоклавного газобетона без вентилируемого воздушного зазора. При применении облицовочной плитки из плотных горных пород на клеевой смеси площадь облицовки не должна превышать 25% либо необходимо устраивать подоблицовочный каркас с воздушным зазором между плиткой и стеной.

Применение систем утепления с тонкослойной штукатуркой

Автоклавный газобетон не требует дополнительного утепления, но в связи с частым применением такого конструктивного решения был произведен расчет стены с дополнительным утеплением экструдированным и беспрессовым пенопластом, минеральной ватой (табл. 1).

Результаты расчета показывают, что применение экструдированного и беспрессового пенопластов приводит к образованию значительной зоны конденсации, повышенной влажности кладки (рис. 3, 4). Это хорошо согласовывается с данными исследований, проведенных НИИСК при помощи климатической камеры. Поэтому такие системы не целесообразно применять для стен, выполненных из автоклавного газобетона.

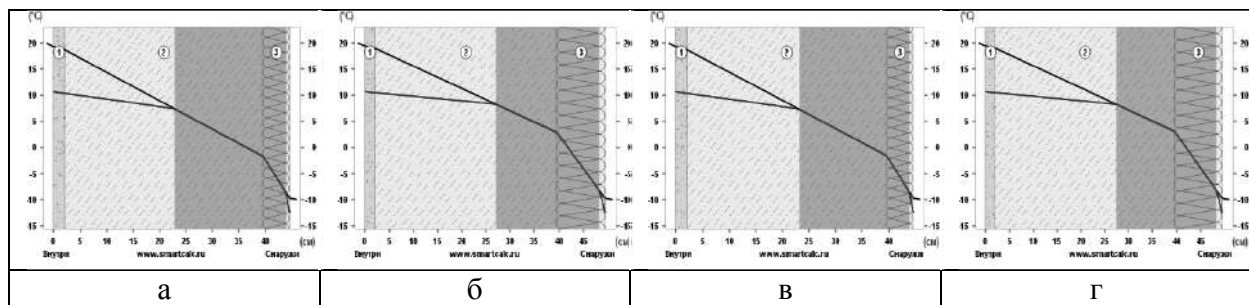


Рис. 3. Влияние паропроницаемости плит экструдированного пенополистирола на величину зоны конденсации: а) плиты плотностью 25 кг/м^3 , толщиной 50 мм; б) плиты плотностью 25 кг/м^3 , толщиной 100 мм; в) плиты плотностью 30 кг/м^3 , толщиной 50 мм; г) плиты плотностью 30 кг/м^3 , толщиной 100 мм

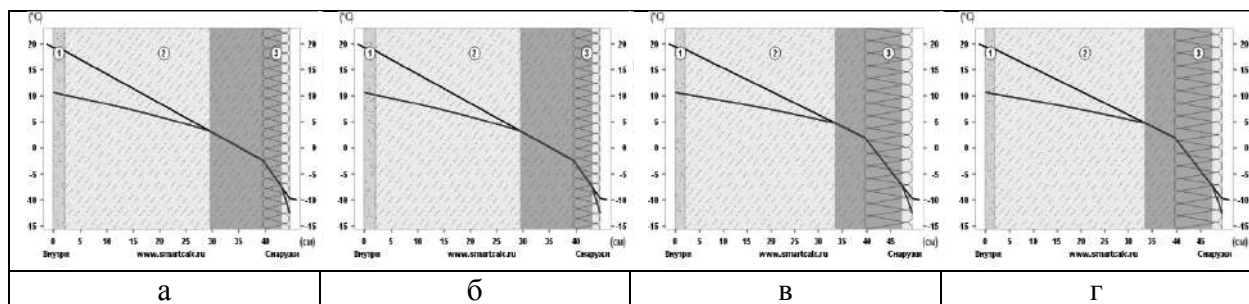


Рис. 4. Влияние паропроницаемости плит беспрессового пенополистирола на величину зоны конденсации: а) плиты плотностью 25 кг/м^3 , толщиной 50 мм; б) плиты плотностью 25 кг/м^3 , толщиной 100 мм; в) плиты плотностью 35 кг/м^3 , толщиной 50 мм; г) плиты плотностью 35 кг/м^3 , толщиной 100 мм

При необходимости дополнительного утепления целесообразно использовать минераловатные плиты. При их применении обеспечивается оптимальный тепло-влажностный баланс стеновой конструкции (рис. 5).

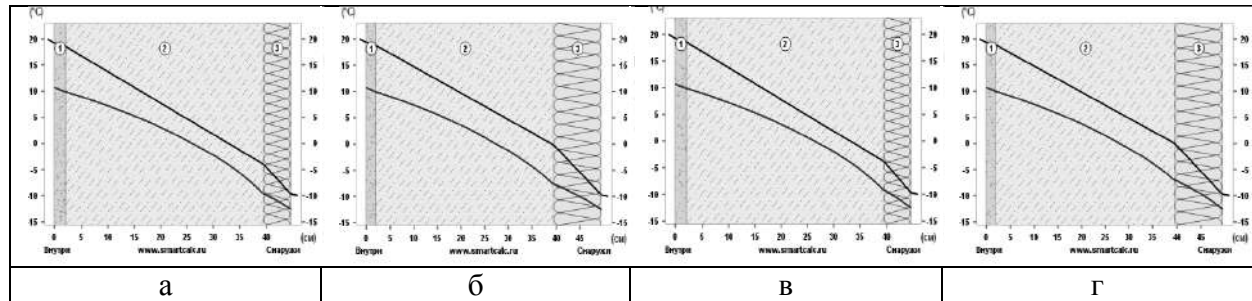


Рис. 5. Влияние паропроницаемости минераловатных плит на величину зоны конденсации: а) плиты плотностью 125 кг/м^3 , толщиной 50 мм; б) плиты плотностью 125 кг/м^3 , толщиной 100 мм; в) плиты плотностью 175 кг/м^3 , толщиной 50 мм; г) плиты плотностью 175 кг/м^3 , толщиной 100 мм

Применение интерьерного и фасадного штукатурного покрытия

На тепло-влажностный баланс стеновой конструкции влияет паропроницаемость фасадной и интерьерной штукатурки, поэтому в расчетах моделировали две ситуации:

1. вариант: в качестве фасадной использовали известково-песчаную, у которой очень низкая паропроницаемость. И 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.

Таблица 2

Характеристики штукатурных растворов, используемых в расчетах

№ варианта	Вид раствора	1-й слой внутренняя штукатурка толщиной 15 мм				2-й слой газобетон		3-й слой наружная штукатурка толщиной 20 мм				
		Ср.пл. кг/м ³	Кт. А/Б	Тп.	Кп.	Кт. А/Б	Кп.	Вид раствора	Ср.пл. кг/м ³	Кт. А/Б	Тп.	Кп.
Вариант 1. Наружный раствор со средней плотностью 1800 кг/м^3												
1.1	Гипсоперлитовый	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/м^3												
2.1	Гипсоперлитовый	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.

Как видно (рис. 6), применение фасадной 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.

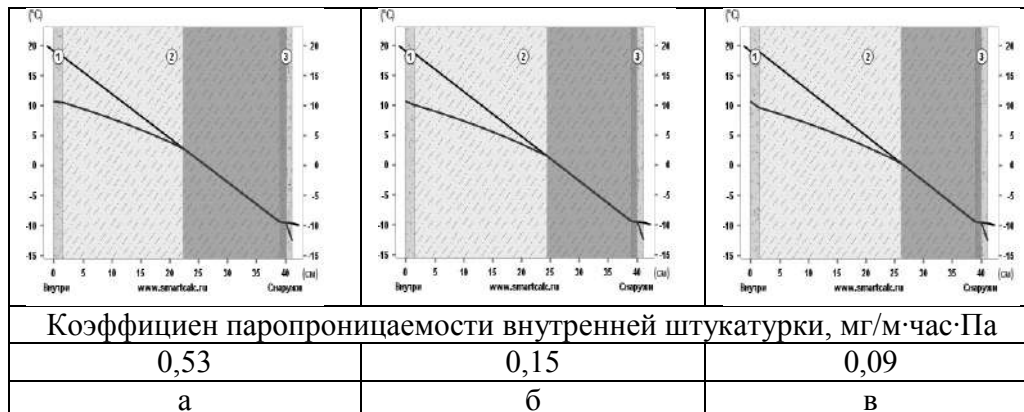


Рис. 6. Влияние паропроницаемости внутренней штукатурки при минимальной паропроницаемости наружной штукатурки (известково-песчаной): а) гипсоперлитовая; б) цементно-перлитовая; в) известково-песчаная

Для решения проблемы необходимо использовать комбинацию внутренней и наружной штукатурки, рассмотренную в варианте два. **2. вариант:** в качестве наружной штукатурки использовался цементно-карбонатно-перлитовый раствор, полученный авторами, с высокой паропроницаемостью. И варьировали виды и паропроницаемость внутренней штукатурки, от материала с высокой паропроницаемостью (гипсоперлитовая) до материала с низкой паропроницаемостью (известково-песчаная). Результаты расчета приведены на рисунке 7.

Анализ графических зависимостей показал, что применение такого конструктивного решения, обеспечивает оптимальный тепло-влажностный баланс стеновой конструкции.

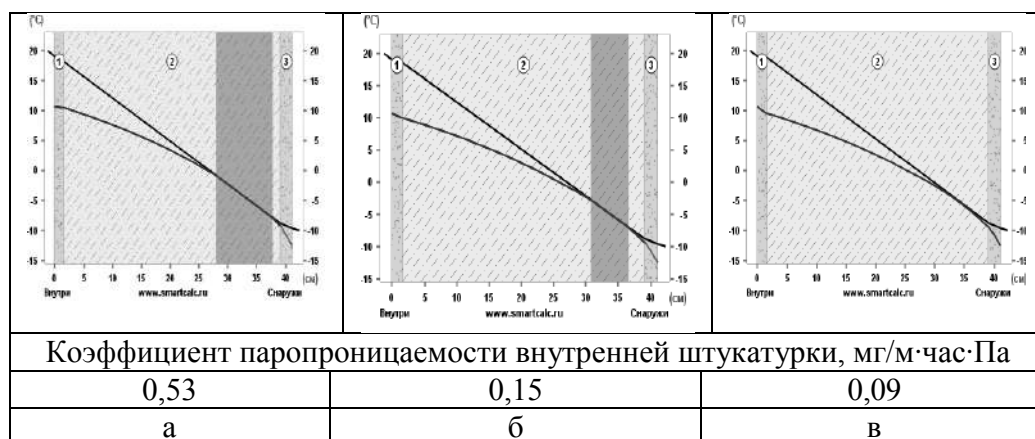


Рис. 7. Влияние паропроницаемости внутренней штукатурки при максимальной паропроницаемости наружной штукатурки (известково-песчаной): а) гипсоперлитовая; б) цементно-перлитовая; в) известково-песчаная

При применении штукатурок с высокой паропроницаемостью: наружной (цементно-карбонатно-перлитовой) и внутренней (гипсо-перлитовой, цементно-перлитовой), 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.

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.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галкин С.Л., Сажнев Н.П., Соколовский Л.В., Сажнева Н.Н. «Применение ячеистобетонных изделий. Теория и практика. – Минск: Стринко, 2006. – 448 с.
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 XXI века, Москва, 2012. – С. 35–39.
3. Сажнева Н.Н., Сажнев Н.П., Урецкая Е.А. Защитные системы для отделки ячеистого бетона 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.: Политехн. ун-т, 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.