

Интернет-журнал «Наукovedение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №2 (2016) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol8-2>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/58TVN216.pdf>

DOI: 10.15862/58TVN216 (<http://dx.doi.org/10.15862/58TVN216>)

Статья опубликована 20.04.2016.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Абрамян С.Г., Фарниев Д.К. Характерные особенности прозрачных кровельных материалов // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №2 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/58TVN216.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/58TVN216

УДК 691.624

Абрамян Сусанна Грантовна

ФБГОУ ВПО «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», Россия, Волгоград¹
Профессор
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: susannagrants@mail.ru
РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=589709

Фарниев Давид Карлосович

ФБГОУ ВПО «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», Россия, Волгоград
Магистрант
E-mail: farnievdavid@yandex.ru

Характерные особенности прозрачных кровельных материалов

Аннотация. В статье рассматривается актуальность применения прозрачных кровельных материалов при устройстве кровли зданий и сооружений, в том числе и уникальных. Отмечается, что несмотря на популярность их применения в последние двадцать лет, нет четкой классификации прозрачных кровельных материалов, их условно делят по светопропускаемости на прозрачные и полупрозрачные. Между тем традиционные и инновационные прозрачные кровельные материалы имеют ряд отличительных характеристик по светопропускаемости, плотности, пределу прочности, звукопоглощению, ударной прочности и т.д. В статье в форме диаграмм и графиков приводятся сравнение указанных характеристик для часто применяемых традиционных прозрачных кровельных материалов, а также их экологические показатели: токсичность, устойчивость к химическим воздействиям, пожаробезопасность. Для выявления самого экологичного прозрачного традиционного кровельного материала авторами предложена шкала ранжирования по пятибалльной системе. Анализ рассмотренных в статье традиционных материалов показал, что по экологичности, ценовой политике, технологическим особенностям устройства кровель самыми оптимальными являются прозрачные материалы из полиэстера армированного стекловолокном. Из инновационных материалов приводятся особенности плексигласа, смартгласа, материалов на основе сополимера этилена и тетрафторэтилена (плёнки ETFE). В связи с тем, что разнообразие кровельных прозрачных материалов на современном этапе строительства достаточно большое, обоснование эффективного материала возможно только

¹ 400074, Волгоград, ул. Академическая 1



при комплексном подходе к функциональному назначению, архитектурно-планировочному, конструктивному решений возводимых зданий и кластерном анализе всех показателей.

Ключевые слова: прозрачная кровля; традиционные и инновационные материалы; характеристики; экологические показатели

1. Введение

Хотя листовое стекло как строительный материал используется примерно 150 лет, прозрачные светопропускаемые материалы, давно известно человечеству. Ещё в средние века стекло использовали при строительстве храмов, в частности для отделки витражей. Яркая архитектура многих зданий и сооружений, в том числе и культовых сооружений, обеспечивалась именно за счет применения стекла. Стекланные крыши в форме пирамид, куполов, башен, конусов и арок всегда венчали самые уникальные здания и сооружения [1 - 3]. Зенитные фонари картинных галерей, музеев, храмов, огромных спортивных залов позволяли беспрепятственному проникновению света внутрь помещения, выполняя функцию окон, одновременно и кровли. Применение стекла для многих зданий было направлено также для создания гармоничности внутри помещения, оригинального интерьера, красоты, уюта и комфорта. Популярность применения стекла в качестве кровельного материала настолько возросла, что стекланные крыши, являясь в недавние времена предметом роскоши, в настоящее время все чаще используется обладателями частных домов, при устройстве даже односкатных и двускатных крыш. В связи с этим на рынке кровельных материалов появились различные прозрачные материалы.

2. Традиционные и инновационные прозрачные кровельные материалы

Отметим, что до настоящего времени нет четкой классификации существующего разнообразия кровельных материалов. Тем не менее, в работе [4] по светопропускаемости кровельные материалы делятся на светонепроницаемые, прозрачные и полупрозрачные. Они различаются по данным пропускания, рассеяния и отражения света, что необходимо для достижения заданного эстетического, экономического и экологического эффектов строящегося объекта.

«Светопроницающая способность неокрашенного листа (прозрачного), %, это свойство, благодаря которому волны видимого спектра могут проходить сквозь толщу материала. Степень этой проходимости определяет уровень светопропускаемости материала» [5]. Считается, что по светопроницающей способности силикатное стекло занимает ведущее место, так как видимый свет составляет 99%. Кроме силикатного стекла, на рынке прозрачных традиционных кровельных материалов имеют особую популярность различные материалы (шифер, черепица, листовый материал) выполненный на основе акрилового (органического) стекла, монолитного и сотового поликарбоната, поливинилхлорида, полиэстера армированного стекловолокном. Для сравнения на рис. 1 приведены некоторые характеристики указанных материалов.



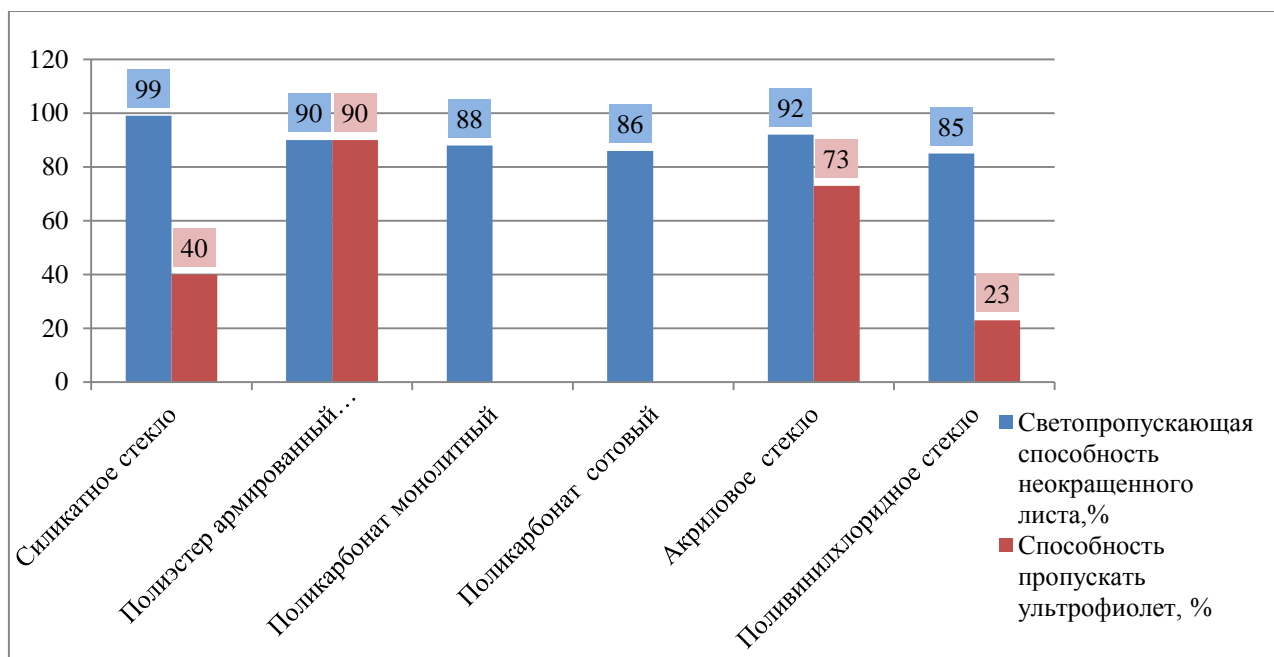


Рисунок 1. Светопроницающая способность прозрачных кровельных материалов, по данным [5]

Рассмотрим некоторые основные технические параметры указанных материалов (рис. 2).

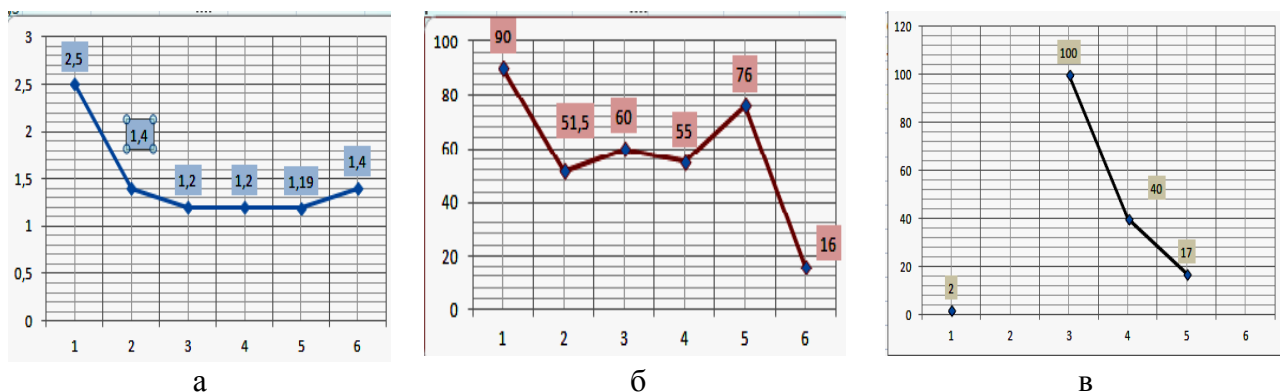


Рисунок 2. Технические характеристики прозрачных кровельных материалов: 1 - силикатное стекло; 2 - полиэстер, армированный стекловолокном; 3 - поликарбонат монолитный; 4 - поликарбонат сотовый; 5 - акриловое стекло; 6 - поливинилхлоридное стекло, (а) - средняя плотность, г/см³; (б) - предел прочности на растяжение, Мпа; (в) - ударная прочность, Дж/м² по данным [5]

В таблице 1 приведены сравнительные характеристики по трем экологическим показателям: токсичности, устойчивости к химическим воздействиям, пожаробезопасности.

Таблица 1

Некоторые экологические показатели традиционных прозрачных кровельных материалов

Экологические показатели	Наименование материалов					
	силикатное стекло	полиэстер армированный стекловолокном	поликарбонат монолитный	поликарбонат сотовый	акриловое стекло	поливинилхлоридное стекло
Токсичность	4*	4	3	3	5	4

Экологические показатели	Наименование материалов					
	силикатное стекло	полиэстер армированный стекловолокном	поликарбонат монолитный	поликарбонат сотовый	акриловое стекло	поливинилхлоридное стекло
Устойчивость к химическим воздействиям	4*	5	5	5	2	3
Пожаробезопасность	1	5	3	3	1	4

Силикатное стекло устойчиво к минеральным и органическим кислотам, но разрушается растворами щелочей.

Перед этим выполнено ранжирование материалов (таблица 2) по пятибалльной системе.

Таблица 2

Ранжирование экологических показателей традиционных прозрачных кровельных материалов

Показатели	Шкала баллов				
	1	2	3	4	5
Токсичность	При горении выделяет чрезвычайно токсичные вещества	При горении выделяет высокоопасные токсичные вещества	При горении выделяет токсичные вещества умеренной опасности	При горении выделяет малоопасные токсичные вещества	При горении не выделяет токсичных веществ
Устойчивость к химическим воздействиям	Не устойчив	Устойчив к воздействию неорганических веществ, кислот, щелочей, солей их растворов. Не устойчив к воздействию органических веществ	Высокая химическая стойкость, однако, с сильными окислителями и многими органическими растворителями контакт не рекомендован	Высокая химическая стойкость, однако, со многими органическими растворителями контакт не рекомендован	Высокая химическая стойкость
Пожаробезопасность	Опасен, при горении теряя свойства течет	Трудногораемый, самозатухающий материал, плавится	Трудногораемый, самозатухающий материал, не воспламеняется, при отсутствии внешних воздействий плавление прекращается	Трудногораемый, без образования капельной течи, не поддерживает горение, самозатухающий	Трудновоспламеняемый, горит без образования капельной течи, самовозгорание не возможно

По суммарным показателям экологичности (рис. 3) можно сделать вывод, что армированный стекловолокном полиэстер является самым экологичным, так как при горении не выделяет токсичных веществ, у него высокая химическая стойкость, трудногораемый, без образования капельной течи, не поддерживает горение и самозатухающий материал.



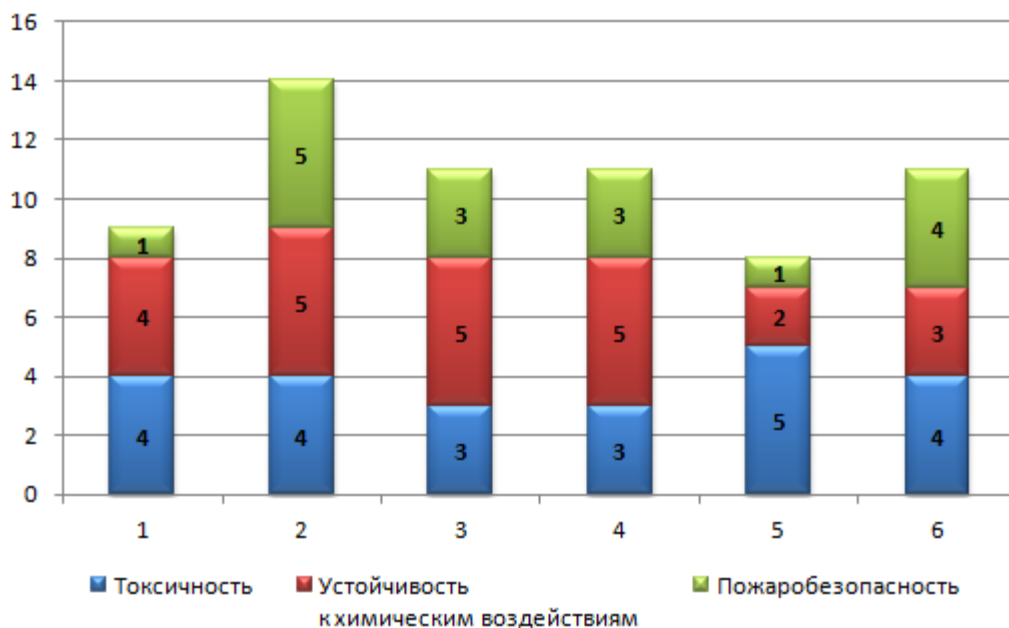


Рисунок 3. Показатели экологичности прозрачных традиционных кровельных материалов: 1 - силикатное стекло; 2 - полиэстер армированный стекловолокном; 3 - поликарбонат монолитный; 4 - поликарбонат сотовый; 5 - акриловое стекло; 6- поливинилхлоридное стекло

Тем не менее, рулонные кровельные материалы из армированного стекловолокном полиэстера не используются при возведении элитных зданий и сооружений, хотя они экономичны с учетом ценовой политики. Технологические особенности устройства кровель из полиэстера армированного стекловолокном с минимальными трудозатратами также позволяют снизить себестоимость возведения зданий и сооружений благодаря низкого коэффициента линейного термического расширения, что позволяет его жёстко крепить к любому каркасу без использования специального крепежа, размерность рулона позволяет покрывать площадь кровли от 100 до 120 м², легкость и армирование материалов не требует создания мощных несущих конструкций.

К числу прозрачных инновационных кровельных материалов, которые обладают высокой энергоэффективностью можно отнести:

1) Plexiglass (**рассеивающее свет стекло**), внутри которого поочередно расположены многочисленные белые и прозрачные капиллярные трубочки, в связи с чем дневной свет многократно преломляется, освещая помещение ровным рассеивающим светом. При этом глубина проникновения света в помещение составляет 15 м.

2) Smart Glass (умное стекло), прозрачностью которого можно управлять с пульта дистанционного управления или нажатием на стекло. Стекло представляет собой триплекс с пленкой, выполненной по технологии PDLC (polymer dispersed liquid crystal). В строительство подобное стекло, выполненное на основе обычного, каленого и оптического стекла давно используется. При этом используются стекла различной толщины.

Российским аналогом данного стекла является стекло, выполненное по электрохромной технологии, т.е. пленка имеет не жидкокристаллическую структуру, а твердотельную. Изобретение российских ученых почти двадцатилетней давности дает возможность получить умное стекло, у которого прочностные характеристики, светопропускающие способности на много лучше, чем у зарубежного аналога. Хотя цена данного стекла в несколько раз меньше, оно пока не производится в промышленном масштабе.



Кроме Smart Glass ученые Великобритании разработали новый вид интеллектуального стекла, которое меняет свои свойства в зависимости от температуры наружного воздуха. Как долго продлится путь от лаборатории до потребителя данного вида стекла пока неизвестно.

3) Pilkington Activ (самоочищающееся стекло), имеет двойное действие - разрушение грязи за счет солнечных лучей (на основе фотокаталитического процесса) и ее смывание дождем. «Обращенная наружу поверхность стекла, названная PhotoActiv, реагирует на ультрафиолетовые лучи дневного света, поглощает радиацию и с их помощью расщепляет органическую грязь» [6].

4) Кровельный материал на основе сополимера этилена и тетрафторэтилена (плёнки ETFE). Материал можно называть поистине революционным при устройстве прозрачных кровель. Обладая повышенной эластичностью, прочностью и устойчивостью к большим перепадам температуры, материал стал уникальным при возведении спортивных, концертных, торгово-развлекательных и др. сооружений. Архитектурный изыск и инженерная фантазия возводимых сооружений обеспечиваются также легкостью материала, что позволяет не только сокращать размеры несущих конструкций, но и придать им необыкновенные формы [7 - 9].

Конструкции кровель из пленки ETFE выполняют однослойными и многослойными. Многослойные конструкции представляют собой мембран – подушки в алюминиевых профилях, которые потом с помощью зажимов закрепляются к несущим конструкциям. В мембранные подушки потом под низким давлением нагнетают воздух, что позволяет повысить теплоизоляционные качества кровли и сопротивляемость к большим внешним нагрузкам (концепция американского архитектора Р. Фуллера «Купол над Хьюстоном») [10]. В последнее время ведутся активные исследования по заполнению мембранных подушек гелеобразными и жидкими веществами [11].

3. Заключение

Разнообразие прозрачных кровельных материалов достаточно велико, кроме перечисленных в работе традиционных и инновационных материалов при устройстве кровель применяются также закаленное, моллированное (гнутое), триплекс с различными характеристиками соединяющей пленки и т.д. Технология устройства кровель зависит от вида применяемого материала. Обоснование эффективного материала возможно только при комплексном подходе к функциональному назначению, архитектурно-планировочному, конструктивному решений возводимого здания и кластерном анализе всех показателей: физико-механических, технических, технологических, экологических, экономических и эксплуатационных. Авторский подход основывается на том, что для правильного выбора материала необходима четкая классификация прозрачных кровельных материалов, на основе которой можно определить индекс применимости материала.



ЛИТЕРАТУРА

1. Eun, Yoon Jae. A Study on the Spatial Characteristics of Coop Himmelblau Architecture Represented in Busan Cinema Center. Journal of Korea Intitute of Spatial Design. (2015); Volume: 10 (Iss.6); pp. 9-22. URL: <http://www.kisd.or.kr/upload/thesis/20151231165918616.pdf>.
2. Von Kampen, P., Kaczmarczik, U., Rath, HJ. The new drop tower catapult system. 56th International Astronautical Congress, Fukuoka, JAPAN. ACTA ASTRONAUTICA (2006); Volume: 59 (Iss.1-5); pp. 278-283. DOI: 10.1016/j.actaastro.2006.02.041.
3. Hoon, Kim. A Study on the Foreign Baseball Stadium Dome Cases for Determining Critical Planning Factors - focused on the 6 international game scaled baseball stadium domes in Japan. Journal of the regional association of architectural institute of Korea (2015); Volume: 17 (Iss.3); pp. 9-16.
4. Абрамян С.Г. Современные кровельные материалы и технологии: учебное пособие / С.Г. Абрамян, А.М. Ахмедов, Т.Ф. Чередниченко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. - Волгоград: ВолГАСУ, 2013. - 135, [2] с.
5. Светопрозрачные конструкции. Обзор полимерных светопрозрачных материалов. URL: <http://www.builderclub.com/statia/svetoprozrachnye-konstrukcii-obzor-polimernyh-svetoprozrachnyh-materialov>. (дата обращения: 15.03.2016).
6. Моющее себя оконное стекло будет убивать бактерии. URL: <http://www.membrana.ru/particle/1744>. (дата обращения: 15.03.2016).
7. Stach, E., Synthesis of form, structure and material - Design for a form-optimized lightweight membrane construction. 1st International Conference on Design and Nature, Udine, Italy. Design and Nature: Comparing Design in Nature With Science and Engineering (2002); Volume: 3; pp. 245-256.
8. Rudolf-Wittrin, W., ETFE - FOIL: a New Material for "Textile Architecture". Tensinet Symposium 2007: Ephemeral Architecture Time and Textiles. Politecnico Milano, ITALY, pp. 329-337.
9. Reid, RL. Transparent Roof, Operable Walls Highlight Minnesota Multipurpose Stadium. Civil Engineering (2015); Volume: 85 (Iss.9); pp. 20-24.
10. Концепция купольной системы климатической защиты для северных городов. URL: <http://usirf.ru/news/12108/koncepciya-kupolnoi-sistemi-klimaticheskoi-zashiti-dlya-severnix-gorodov.html> (дата обращения: 15.03.2016).
11. Ye, XW., Luo, YW., Gao, X., Zhu, SP. Design and evaluation of a thermochromic roof system for energy saving based on poly (N-isopropylacrylamide) aqueous solution. Energy and Buildings (2012); Volume: 48; pp. 175-179. DOI: 10.1016/j.enbuild.2012.01.024.



Abramyan Susanna Grantovna

Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, Volgograd
E-mail: susannagrants@mail.ru

Farniev David Karlosovich

Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, Volgograd
E-mail: farnievdavid@yandex.ru

Characteristic Features of Transparent Roofing Materials

Abstract. The paper highlights the relevance of transparent roofing materials for building construction, including unique buildings and structures. In fact, despite their popularity for the past twenty years, there is no accurate classification of transparent roofing materials as yet, which is why they are conventionally categorized into transparent and semi-transparent based on their transmittance characteristics. At the same time, traditional and innovative transparent roofing materials have a number of distinctive features in terms of their transmittance, density, tensile strength, sound absorption, impact resistance etc. The paper presents a comparison of these characteristics in form of diagrams and charts as applicable to commonly used traditional transparent roofing materials, as well as environmental properties, such as: toxicity, chemical stability, fire safety. In order to choose the most environmentally friendly transparent roofing material in the traditional range, the authors suggest a five-point rating scale. The analysis of the traditional materials discussed in this paper has showed that the most optimal, in part of environmental performance, pricing policy and technological specifics, are transparent materials made of fiber reinforced polyester. Among innovative materials of interest are plexiglass, smartglass and materials based on ethylene copolymer and tetrafluoroethylene (ETFE films). Considering a large variety of transparent roofing materials available at the contemporary stage of construction development, the efficiency of a specific material can only be justified as part of a comprehensive assessment of the building functional purpose, architectural, spatial planning and design solutions, and cluster analysis of all related indicators.

Keywords: transparent roof; traditional and innovative transparent roofing materials; characteristics; environmental performance indices



REFERENCES

1. Eun, Yoon Jae. A Study on the Spatial Characteristics of Coop Himmelblau Architecture Represented in Busan Cinema Center. Journal of Korea Intitute of Spatial Design. (2015); Volume: 10 (Iss.6); pp. 9-22. URL: <http://www.kisd.or.kr/upload/thesis/20151231165918616.pdf>.
2. Von Kampen, P., Kaczmarczik, U., Rath, HJ. The new drop tower catapult system. 56th International Astronautical Congress, Fukuoka, JAPAN. ACTA ASTRONAUTICA (2006); Volume: 59 (Iss.1-5); pp. 278-283. DOI: 10.1016/j.actaastro.2006.02.041.
3. Hoon, Kim. A Study on the Foreign Baseball Stadium Dome Cases for Determining Critical Planning Factors - focused on the 6 international game scaled baseball stadium domes in Japan. Journal of the regional association of architectural institute of Korea (2015); Volume: 17 (Iss.3); pp. 9-16.
4. Abramyan S.G. Sovremennye krovel'nye materialy i tekhnologii: uchebnoe posobie / S.G. Abramyan, A.M. Akhmedov, T.F. Cherednichenko; M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federatsii, Volgogr. gos. arkhит.-stroit. un-t. - Volgograd: VolgGASU, 2013. - 135, [2] s.
5. Svetoprozrachnye konstruksii. Obzor polimernykh svetoprozrachnykh materialov. URL: <http://www.builderclub.com/statia/svetoprozrachnye-konstrukcii-obzor-polimernyh-svetoprozrachnyh-materialov>. (data obrashcheniya: 15.03.2016).
6. Moyushchee sebya okonnoe steklo budet ubivat' bakterii. URL: <http://www.membrana.ru/particle/1744>. (data obrashcheniya: 15.03.2016).
7. Stach, E., Synthesis of form, structure and material - Design for a form-optimized lightweight membrane construction. 1st International Conference on Design and Nature, Udine, Italy. Design and Nature: Comparing Design in Nature With Science and Engineering (2002); Volume: 3; pp. 245-256.
8. Rudolf-Wittrin, W., ETFE - FOIL: a New Material for "Textile Architecture". Tensinet Symposium 2007: Ephemeral Architecture Time and Textiles. Politecnico Milano, ITALY, pp. 329-337.
9. Reid, RL. Transparent Roof, Operable Walls Highlight Minnesota Multipurpose Stadium. Civil Engineering (2015); Volume: 85 (Iss.9); pp. 20-24.
10. Kontseptsiya kupol'noy sistemy klimaticheskoy zashchity dlya severnykh gorodov. URL: <http://usirf.ru/news/12108/koncepciya-kupolnoi-sistemi-klimaticheskoi-zashiti-dlya-severnix-gorodov.html> (data obrashcheniya: 15.03.2016).
11. Ye, XW., Luo, YW., Gao, X., Zhu, SP. Design and evaluation of a thermochromic roof system for energy saving based on poly (N-isopropylacrylamide) aqueous solution. Energy and Buildings (2012); Volume: 48; pp. 175-179. DOI: 10.1016/j.enbuild.2012.01.024.

