

УДК 728:72.04

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.070720.75.643

## ВИПРОБУВАННЯ ВОДОПРОНИКНОСТІ СВІТЛОПРОЗОРИХ КОНСТРУКЦІЙ ФАСАДНОЇ СИСТЕМИ ВИСОТНИХ БУДИНКІВ В РЕАЛЬНИХ УМОВАХ

НЕВЗОРОВА А. Б.<sup>1\*</sup>, докт. техн. наук, проф.,

САМСОНОВ А. В.<sup>2</sup>, маг. техн. наук,

НЕВЗОРОВ В. В.<sup>3</sup>, маг. техн. наук.

<sup>1\*</sup> Кафедра «Екологія та енергоефективність у техносфері», Білоруський державний університет транспорту, вул. Кірова, 34, 246653, Гомель, Республіка Білорусь, тел. +375 (232) 95-39-80, e-mail: [allaneuzorava@gmail.com](mailto:allaneuzorava@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-7975-1194

<sup>2</sup> Відкрите акціонерне товариство «РОСТТЕХБЕЛ», вул. Ірининська, к. 5, 246000, Гомель, Республіка Білорусь, e-mail: [sanetroop@mail.ru](mailto:sanetroop@mail.ru)

<sup>3</sup> Кафедра «Локомотиви», Білоруський державний університет транспорту, вул. Кірова, 34, 246653, Гомель, Республіка Білорусь, e-mail: [wnevzorow@bsut.by](mailto:wnevzorow@bsut.by)

**Анотація.** Системи вітражного скління в житлових будинках, поряд із вимогами до ряду фізико-механічних і технічних характеристик, повинні забезпечувати стійкість до водопроникності за впливу на них атмосферного повітря і вологості. З ініціативи замовника будівництва проведено контрольні випробування «на протік» систем вітражного скління балконів із застосуванням пожежної техніки для підтвердження відповідності заявленим вимогам до водопроникності фасадної системи скління житлового будинку і виявлення помилок, допущених під час проектування, виготовлення і монтажу вітражних конструкцій. **Мета роботи** – аналіз результатів контрольних випробувань на водопроникність вітражної системи житлового будинку за надмірного тиску води за заявкою забудовника в реальних умовах і на їх основі розроблення рекомендацій щодо регламенту проведення таких випробувань. **Методика** – випробування на водопроникність системи скління балкона струменем води з пожежного шланга РСК-50 при подачі води 162 л/хв на 1 м<sup>2</sup>. **Результат.** Зафіксовано, що у разі використання пожежного обладнання для випробування системи скління на водопроникність в реальних умовах лабораторні значення витрати води 2,7 л/хв на 1 м<sup>2</sup> і тиску на елементи скління перевищувалися в десятки разів. Це спричинило екзогенні некритичні мікропошкодження. **Наукова новизна.** Встановлено, що у випадку перевищення стандартних умов випробувань струмінь води під точковим надлишковим тиском, проникнувши через дренажні отвори в першу нижню камеру на поперечному перерізі і заповнивши її, не може бути видалений у протитечії через ті ж дренажні отвори, тому вода нагнітається в приміщення за безперервного зовнішнього тиску. **Висновок.** Показано, що випробування на протік можуть служити ефективним засобом контролю якості як під час проведення будівельно-монтажних робіт, так і під час влаштування фасадного скління.

**Ключові слова:** випробування; водопроникність; водяний струмінь; вітражне скління балкона фасаду; елементи скління

## ИСПЫТАНИЯ НА ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ ВЫСОТНОГО ЖИЛОГО ДОМА В РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

НЕВЗОРОВА А. Б.<sup>1\*</sup>, докт. техн. наук, проф.,

САМСОНОВ А. В.<sup>2</sup>, маг. техн. наук,

НЕВЗОРОВ В. В.<sup>3</sup>, маг. техн. наук

<sup>1\*</sup> Кафедра «Экология и энергоэффективность в техносфере», Белорусский государственный университет транспорта, ул. Кирова, 34, 246653, Гомель, Республика Беларусь, тел. +375 (232) 95-39-80, e-mail: [allaneuzorava@gmail.com](mailto:allaneuzorava@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-7975-1194

<sup>2</sup> ОАО «РОСТТЕХБЕЛ», ул. Ирининская, 6, к. 5, 246050, Гомель, Республика Беларусь, e-mail: [sanetroop@mail.ru](mailto:sanetroop@mail.ru)

<sup>3</sup> Кафедра «Локомотивы», Белорусский государственный университет транспорта, ул. Кирова, 34, 246653, Гомель, Республика Беларусь, e-mail: [wnevzorow@bsut.by](mailto:wnevzorow@bsut.by)

**Аннотация.** Витражные системы остекления в жилых зданиях наряду с требованиями по некоторым физико-механическим и техническим характеристикам должны обеспечивать стойкость к водопроницаемости при атмосферно-влажностных воздействиях на них. По инициативе заказчика строительства были проведены контрольные испытания «на пролив» витражных систем балконного остекления с использованием пожарной техники для подтверждения на соответствие заявленным требованиям по водопроницаемости фасадной системы остекления жилого дома и выявления погрешностей, допущенных при проектировании, производстве и монтаже витражных конструкций. **Цель работы** – проанализировать результаты контрольных испытаний на водопроницаемость витражной системы остекления жилого дома под избыточным напором воды по требованию застройщика в реальных условиях и на их основе выработать рекомендации по разработке регламента таких испытаний. **Методика** – пролив балконной системы остекления водяной струей из пожарного рукава РСК-50 при подаче воды 162 л/мин. в реальных условиях. **Результаты.** Установлено, что при использовании пожарной техники при испытании системы остекления на водопроницаемость в реальных условиях были превышены в десятки раз лабораторные значения по расходу воды 2...2,7 л/мин. и давления на элементы остекления. Это привело к экзогенным некритичным микроповреждениям в виде локальных протечек. **Научная новизна.** Определено, что при реальных условиях испытаний водяная струя с точечным избыточным давлением, проникнув через дренажные отверстия в первую нижнюю камеру на ригеле секции и заполнив её, не может удалиться в противотоке через те же дренажные отверстия, поэтому вода под непрерывным внешним давлением продавливается внутрь помещения. **Выводы.** Показано, что испытания на пролив могут служить эффективным средством контроля обеспечения качества как конструкции, так и монтажных работ по устройству фасадного остекления.

**Ключевые слова:** испытания; водяная струя; водопроницаемость; витражное балконное остекление фасада; одинарное стекло; элементы остекления

## WATER PERMEABILITY TESTS OF LIGHT-TRANSPARENT FACADE OF HIGH-RISE RESIDENTIAL BUILDINGS IN REAL CONDITIONS

NEUZORAVA A.B.<sup>1\*</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,  
SAMSONOV A.V.<sup>2</sup>, *Master Sc. (Tech.)*,  
NEVZOROV V.V.<sup>3</sup>, *Master Sc. (Tech.)*

<sup>1\*</sup> Department “Ecology and energy efficiency in the technosphere”, Belarusian State University of Transport, 34, Kirova Str., 246653, Homel, Republic of Belarus, tel. +375 (232) 95-39-80, e-mail: [anevzorova@gmail.com](mailto:anevzorova@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-7975-1194

<sup>2</sup> “ROSTTEHBEL” Open Joint Stock Company, 6, Irynynska Str., room 5, 246000, Homel, Republic of Belarus, e-mail: [sanetroop@mail.ru](mailto:sanetroop@mail.ru)

<sup>3</sup> Department “Locomotives”, Belarusian State University of Transport, 34, Kirova Str., 246653, Homel, Republic of Belarus, e-mail: [wnevzorow@bsut.by](mailto:wnevzorow@bsut.by)

**Abstract.** Stained glass glazing systems in residential buildings, along with requirements for a number of physical, mechanical and technical characteristics, must provide resistance to water permeability under atmospheric and humidity effects on them. At the initiative of the construction customer, control tests were carried out "on the Strait" of stained-glass balcony glazing systems using fire technology to confirm compliance with the stated requirements for water permeability of the facade glazing system of a residential building and to identify errors made in the design, production and installation of stained-glass structures. **The purpose** of the work is to analyze the results of control tests for water permeability of a stained glass system of a residential building under excessive water pressure at the request of the developer in real conditions and on their basis to provide recommendations for developing regulations for such tests. **Method** – tests for water permeability of the balcony glazing system with a water jet from the RSK-50 fire hose when water is supplied 162 l/min per 1 m<sup>2</sup>. **Results.** It was found that using fire equipment when testing the glazing system for water permeability in real conditions, the laboratory values 2,7 l/min per 1 m<sup>2</sup> for water consumption and pressure on the glazing elements were exceeded ten times. This led to exogenous non-critical micro-damages. **Conclusions.** It is shown that tests on the Strait can serve as an effective means of quality control, both for construction and installation works of facade glazing.

**Keywords:** tests; water permeability; water jet; stained glass balcony glazing of the façade; single glass; glazing elements

**Введение.** В последнее время повышенное остекление фасада здания за счет установки одинарного стекла или многоэтажных жилых зданий стало стеклопакетов, закрывающих открытый

проем балконов и лоджий. К особенностям элементов остекления витражных балконных систем с учетом выполняемых функций и условий применения относятся увеличенная площадь остекления при меньших размерах поперечного сечения элементов и пониженные требования к теплоизоляции от внешней среды по сравнению с окнами [1; 4; 6; 8].

В то же время витражные системы остекления балконов и лоджий жилых зданий должны отвечать повышенным требованиям безопасности, т. к. они относятся к элементам лицевой поверхности здания и их необходимо проектировать с обеспечением устойчивости к различным видам воздействий, изменению ветровой нагрузки по высоте здания и стойкости к водопроницаемости.

Эти параметры необходимо учитывать в конструктивных расчетах на прочность при реализации организационно-технологических решений строительства высотных зданий [3].

**Цель работы** – проанализировать результаты контрольных испытаний на водопроницаемость витражной системы остекления жилого дома под избыточным напором воды (на пролив) по требованию заказчика в реальных условиях и на их основе предложить рекомендации по разработке регламента таких испытаний.

**Объект испытаний:** витражные системы балконного остекления (ВСБО) жилого дома. Конструктивные особенности витража: стоечно-ригельная система с поворотными-откидными и распашными створками; каркас навесного витража установлен с внешней стороны дома; в конструкции присутствуют два контура уплотнителя для светопрозрачного заполнения и притвора створок, что обеспечивает герметичность и надежность всей конструкции.

**Условия испытаний:** температура окружающей среды – +1 °С, влажность воздуха – 53 %, скорость ветра – 4 м/с, давление 766 мм рт. ст. (0,102 МПа). Температура воды для пролива – +8 °С.

**Оборудование для контрольных испытаний.** Пожарная автоцистерна АЦ 5,0-50/4. Оснащена пожарным двухступенчатым центробежным комбинированным насосом с рукавом высокого давления длиной 90 м, (производительность первой (второй) ступени насоса – 50 (4) л/с, номинальное давление первой (второй) ступени насоса – 10 (40) бар); емкостью для воды – 5 000 л. Для пролива фасадного остекления использовался ствол пожарный ручной, предназначенный для тушения загораний компактной или распыленной струей воды с изменяющимся углом распыла (табл. 1).

Таблица 1

Технические характеристики ствола пожарного ручного РСК-50

Наименование показателя	РСК-50
Рабочее давление, МПа, (кгс/см <sup>2</sup> )	0,4–0,6 (4–6) 400–600 кПа
Расход воды, л/с, не менее:	
– сплошной струи	2,7
– распыленной струи	2,0
Дальность водяной струи, м, не менее:	
– сплошной	30
– распыленной	11
Угол факела распыленной струи, рад (градус), не менее:	
– минимальный	0,70 (40)
– максимальный	1,22 (70)

**Постановка проблемы.** Стандарт Беларуси СТБ 1912-2008 «Элементы остекления балконов и лоджий. Технические условия» определяет технические условия на элементы остекления балконов и лоджий, изготавливаемые из древесины, алюминиевых и поливинилхлоридных профилей, также из комбинации этих материалов. Так как фасадные витражные системы остекления балконов и лоджий эксплуатируются в условиях широкого диапазона изменения температуры, влажности и скорости ветра, в сочетании с большими форматами рам это может создавать проблемы обеспечения необходимых зазоров в притворах, нормальной работы уплотнителей и фурнитуры. Поэтому для оценки влияния атмосферных условий в виде выпадения

дождя различной интенсивности в лабораторных условиях проводят испытания оконных блоков на герметичность и влагонепроницаемость.

Согласно стандарту СТБ EN 12208-2012 «Окна и двери. Водонепроницаемость. Классификация» и в соответствии с EN 1027 принят метод определения водонепроницаемости элементов ВСБО, который заключается в установлении предела водонепроницаемости испытываемого образца в виде готового изделия в условиях имитации дождевого воздействия определенной интенсивности на объект испытаний определенным количеством воды при заданных стационарных перепадах давления для обнаружения и фиксации мест протечек воды в этих условиях.

Задача определительных испытаний – оценка этих показателей в лабораторных условиях. Испытательное оборудование и средства контроля принимают по 3.1 СТБ EN 12208-2012 со следующими дополнениями: дождевальное устройство, позволяющее поддерживать во время испытания на всей поверхности образца сплошную водяную пленку. Поэтому можно констатировать, что такой метод служит для подтверждения требований технического задания заказчика к элементам остекления и его можно отнести к определительным испытаниям, которым подвергается крупная партия однотипных конструкций.

Однако такие испытания не дают возможности провести анализ предела водонепроницаемости фасадного остекления в реальных условиях после установки витражных систем в строящемся высотном здании. Как показывает практика, слабым звеном в строительно-монтажных работах является несоблюдение требований типовых технологических карт при низкой культуре производства монтажных бригад и, как следствие, возможные нарушения герметизации мест примыкания стойка-ригель, терморазрыва стойки, притвора оконной створки.

Для этого необходимо проводить другой вид испытаний – приемочные контрольные

в реальных условиях, в ходе которых может осуществляться проверка соответствия техническим условиям показателя водонепроницаемости конструкции витражного остекления после монтажа в строящемся здании, так называемый «контрольный пролив». Методика определения водонепроницаемости наружных ограждающих конструкций в натуральных условиях разработана в НИИСФ РААСН (Россия) [2]. Сущность методики заключается в создании условий, имитирующих дождевое воздействие определенной интенсивности на объект испытаний, обнаружении и фиксации мест протечки воды в этих условиях и схожа с методикой СТБ EN 12208-2012.

Однако в Республике Беларусь подобная методика определения предела водонепроницаемости элементов остекления в реальных условиях и соответствующий регламент проведения так называемого «контрольного пролива» витражных фасадных и балконных систем отсутствует.

Если рассматривать порядок приемки в эксплуатацию объектов строительства, который регулируется соответствующим Положением, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 06.06.2011 № 716, то в соответствии с п. 5 Положения многоквартирный жилой дом должен отвечать критериям: безопасность для жизни и здоровья граждан, эксплуатационная надежность; готовность инженерной инфраструктуры обеспечивать подачу и отведение ресурсов; наличие безбарьерной среды; нормативная воздухопроницаемость с обязательным тепловизионным обследованием. Как видим, в данном Положении требования к проведению испытаний на водонепроницаемость элементов ВСБО здания отсутствуют, и, как следствие, отсутствует методика проведения испытаний в реальных условиях.

При сдаче одного из объектов строительства с ВСБО заказчик с целью проверки характеристик, описанных в техническом задании к остеклению

балконов на водопроницаемость и прочность, в инициативном порядке провел контрольные испытания фасадного остекления «на пролив». При этом ставились задачи:

– подтвердить на соответствие заявленным требованиям по водопроницаемости фасадной системы остекления жилого дома;

– выявить погрешности, допущенные при проектировании, производстве и монтаже витражных конструкций.

*Допущения.* Перед началом проведения испытаний заказчик не предоставил программу испытаний подрядчику, который устанавливал ВСБО в доме. В программе должны были быть отражены значения конечного контрольного давления и уточненный график перепадов давления при проливе конструкций. Поэтому при обсуждении мы будем исходить из фактического материала наблюдений в реальных условиях.

*Обсуждение результатов испытаний.*

Так, согласно требованиям СТБ EN 12208-2012 и методике [2] испытание конструкции фасадной светопрозрачной проводят до контрольного конечного перепада давления (от 0 до 300 Па), установленного в программе испытаний (если не происходит сквозного проникновения воды через образец во время испытания). При обнаружении сквозного проникновения воды через образец испытание прекращают и фиксируют в протоколе испытания перепад давления, при котором произошла протечка, время, прошедшее с начала испытания, и место, в котором произошло проникновение воды. Затем строятся графики испытаний оконных блоков на водопроницаемость для конечного контрольного давления 300 и 700 Па.

Для подтверждения на соответствие заявленным требованиям по водопроницаемости элементов ВСБО жилого 14-этажного дома была привлечена пожарная техника, работа которой показана на рисунке 1.

При уменьшении угла наклона (рис. 1 б) видно, что водно-воздушная струя

направлена практически перпендикулярно плоскости ВСБО. При этом постоянно происходит изменение расхода воды на 1 м<sup>2</sup> остекленной поверхности в зависимости от рабочего давления, дальности струи и угла факела распыленной струи [8]. Время хаотичного возвратно-поступательного воздействия на условную единичную площадь ВСБО варьировалось от 1 до 10 секунд.

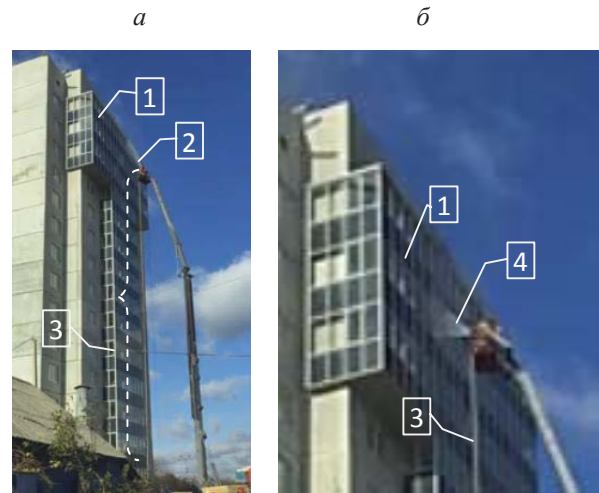


Рис. 1. Стоп-кадр видеосъемки испытаний «на пролив» витражных систем 14-этажного дома:

- 1 – витражные балконные конструкции;  
2 – сплошная струя воды; 3 – пожарный рукав;  
4 – распыленная струя воды

Известно, что водяная струя из пожарного брандспойта РСК-50 в штатном режиме нагнетается при подаче насоса 0,027 м<sup>3</sup>/с (2,7 л/с), т. е. со средним давлением (0,5 ± 0,05) МПа [6; 8]. На рисунке 1 видим, что струя воды (2) на пролив ВСБО подается при штатном рабочем давлении или формирует водяную завесу (4) с расходом 162 л/мин., что превышает в 81 раз подачу воды при лабораторных испытаниях дождевальным устройством (табл. 2).

В реальных условиях испытания проходили при разнице давления 4 000 Па. Поэтому можно утверждать, что верхний предел водно-воздушного давления на элементы ВСБО был превышен в несколько раз, что говорит об избыточности контрольных испытаний «на пролив». В данном случае методика «пролива» водой, на наш взгляд, имитировала косохлестный

ливень с осадком 100 мм/ч и размером капель до 2 000 мкм.

Таблица 2

**Сравнение лабораторных и реальных условий испытаний на водопроницаемость**

Показатель	Значение	Превышение
Пропускная способность, л/мин.:		
дождевальное устройство	(2 ± 0,5)	в 81 раз
ствол РСК-50	162 ± 0,5	
Разница давления при испытаниях, Па		
лабораторных	600	в 6,6 раза
реальных	4 000	

После окончания процесса испытаний были визуально обследованы конструкции ВСБО на предмет соответствия критериям технического задания по качеству. Установлено, что все стеклопакеты целые, однако с внутренней стороны ВСБО были обнаружены повреждения элементов витража, вызванные экзогенными воздействиями водяной струи с высокой скоростью и давлением на единицу поверхности, а именно:

- локальные протечки внутрь балконов;
- критично увеличенные в нескольких местах зазоры узла крепления ригель-стойки;
- отогнувшиеся нащельники;

- вырванные наружные колпачки влагоудаления;
- вышедшая из зацепа резина уплотнения стеклянных заполнений.

Точечные мелкие повреждения элементов ВСБО, причиненные струей брандспойта, а также вызванные ей протечки не критичны и были устранены в течение установленного времени. Следовательно, конструирование и производство ВСБО удовлетворяют требованиям стандарта по обеспечению функциональности, экономичности, надежности и безопасности выпускаемых элементов остекления балконов и лоджий.

На рисунке 2 показаны схемы испытаний витража на водопроницаемость в лабораторных условиях (а) (модель водно-воздушного потока при естественных атмосферно-влажностных воздействиях) и в реальных условиях (б). Установлено, что водяная струя под точечным избыточным давлением, проникнув через дренажные отверстия в первую нижнюю камеру на ригеле секции и заполнив ее, не может удалиться в противотоке через те же дренажные отверстия, поэтому под непрерывным внешним давлением струи она продавливается внутрь помещения (рис. 2 б).

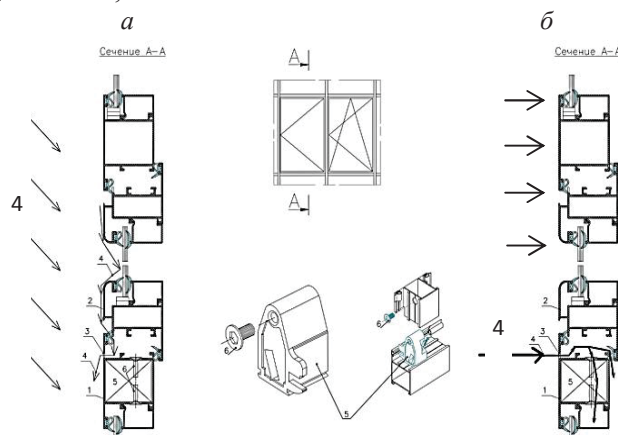


Рис. 2. Схема испытаний витража при условиях: а – лабораторных; б – реальных; 1 – горизонтальный профиль витража; 2 – створка витража; 3 – дренажное отверстие; 4 – движение воды при испытаниях; 5 – закладная для Т-соединения; 6 – винт

Можно сказать, что одновременно с испытаниями «на пролив» элементов ВСБО

жилого дома были проведены внеплановые учения МЧС по предотвращению

распространения огня по фасаду высокоэтажного здания с применением ручного пожарного ствола и водных средств тушения.

**Заключение.** Таким образом, представленные выше результаты контрольных испытаний на пролив витражной системы балконного остекления жилого дома позволили констатировать возможность дальнейшей безопасной эксплуатации балконного витража после устранения экзогенных некритичных микрповреждений, установить соответствие требованиям технического задания заказчика и оценить качество монтажных работ.

В будущем необходимо узаконить практику по согласованию с заинтересованными лицами регламента контрольных испытаний витражной системы остекления жилого дома на водопроницаемость в реальных условиях, т. к. проведение незапланированных контрольных испытаний по инициативе заказчика свидетельствует о недокументированном вмешательстве в строительный процесс, что влечет за собой возможность разрушения элементов ВСБО, а также непредвиденные расходы и заказчика, и подрядчика строительства.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абрамян С. Г., Власова М. П., Власов Р. А. Современные стеклопакеты для устройства светопрозрачных ограждающих конструкций. *Инженерный вестник Дона*. 2017. № 3 (46). 11 с.
2. Верховский А. А., Ройфе В. С., Крымов К. С., Нанасов И. М. Мониторинг эксплуатационных характеристик ограждающих конструкций высотных зданий в натуральных условиях. *Строительные науки. Строительные материалы и конструкции*. 2009. № 5. С. 527–531.
3. Кравчуновська Т. С., Єпіфанцева С. В. Програмна реалізація моделей обґрунтування раціональних організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2019. № 4 (255–256). URL: doi: 10.30838/J.BPSACEA.2312.300819.36.509
4. Невзорова А. Б., Самсонов А. В. Совместимость герметичных оконных блоков и систем вентиляции. *Сантехника. Отопление. Кондиционирование*. Январь, 2014. С. 108–109.
5. Пармон В. В., Камлюк А. Н., Волчек Я. С., Асилбейли Р. Р., Морозов А. А. Экспериментальные исследования пожарного ствола СПРУК 50/0,7 «Викинг» при подаче воды. *Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси*. 2017. Т. 1, № 2. С. 159–166.
6. Сопільняк А. М. Підвищення теплозахисту світлопрозорої огорожувальної конструкції. *Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия : Энергетика, экология, компьютерные технологии в строительстве*. 2017. Вып. 98. С. 161–165.
7. Стволы пожарные ручные РСР-50, РСР-50 ДСТУ 2112-92 (ГОСТ 9923-93), паспорт. Харьков, Украина : ООО «Харьковский машиностроительный завод», 1993. 6 с.
8. Трофимов С. П. Остекление балконов и лоджий конструктивными элементами по стандарту. *Актуальные проблемы лесного комплекса*. 2009. № 24. 4 с. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osteklenie-balkonov-i-lodzhiy-konstruktivnymi-elementami-po-standartu> (дата обращения: 08.03.2020).

## REFERENCES

1. Abrahamyan S.G., Vlasova M.P. and Vlasov R.A. *Sovremennyye steklopakety dlya ustrojstva svetoprozrachnykh ograzhdayushchih konstrukcij* [Modern double-glazed windows for the installation of translucent walling]. *Inzhenernye vestnik Dona* [Engineering Herald of the Don]. 2017, no. 3 (46), 11 p. (in Russian).
2. Verhovskij A.A., Rojfe V.S., Krymov K.S. and Nanasov I.M. *Monitoring ekspluatacionnykh harakteristik ograzhdayushchih konstrukcij vysotnykh zdaniy v naturnykh usloviyah* [Monitoring the operational characteristics of the enclosing structures of high-rise buildings in natural conditions]. *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo* [Building Sciences. Building Materials and Constructions]. 2009, no. 5, pp. 527–531. (in Russian).
3. Kravchunovska T.S. and Ipifantseva S.V. *Programna realizaciya modelej obruntuvannya racional'nih organizacijno-tehnologichnih rishen' sporud-zhennya visotnykh budivel'*. [The program for the implementation of models for the development of regional or-industrial technology for the equipment of the working days.] *Visnik Pridniprov's'koj derzhavnoi akademii budivnictva ta arhitekturi* [Bulletin of the Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture], 2019, No. 4 (255–256) DOI: 10.30838 / J.BPSACEA.2312.300819.36.509 (in Ukrainian).

4. Neuzorava A.B. and Samsonov A.V. *Sovmestimost' germetichnyh okonnyh blokov i sistem ventilyacii* [Compatibility of sealed window blocks and ventilation systems]. *Santekhnika. Otoplenie. Kondicionirovanie* [Plumbing. Heating. Conditioning]. January, 2014, pp. 108–109. (in Russian).

5. Parmon V.V., Kamlyuk A.N., Volchek Y.S., Asilbeyli R.R. and Morozov A.A. *Eksperimental'nye issledovaniya pozhnogo stvola SPRUK 50/0,7 «Viking» pri podache vody* [Experimental studies of the fire barrel SPRUK 50 / 0.7 "Viking" with water supply]. *Vestnik Universiteta grazhdanskoj zashchity MCHS Belarusi* [Bulletin of the University of Civil Protection of the Ministry of Emergencies of Belarus]. Vol. 1, no. 2, 2017, pp. 159–166. (in Russian).

6. Sopilnjak A.M. *Pidvishchennya teplozahistu svitloprozoroї ogorodzhuval'noї konstrukcij* [Increasing the thermal protection of translucent enclosing structures]. *Stroitel'stvo, materialovedenie, mashinostroenie. Seriya : Energetika, ekologiya, kompyuternye tehnologii v stroitel'stve* [Construction, Materials Science, Mechanical Engineering. Series : Energy, Ecology, Computer Technology in Construction]. Dnipro, 2017, iss. 98, pp. 161–165. (in Ukrainian).

7. *Stvoly pozharnye ruchnye RSP-50, RSK-50 DSTU 2112-92 (GOST 9923-93), pasport* [Trunks fire manual RSP-50, RSK-50 DSTU 2112-92 (GOST 9923-93), passport]. Khartsyz, Ukraine : Khartsyz Machine-Building Plant LLC, 1993, 6 p. (in Russian).

8. Trofimov S.P. *Osteklenie balkonov i lodzhij konstruktivnymi elementami po standartu* [Glazing of balconies and loggias with structural elements according to the standard]. *Aktual'nye problemy lesno-go kompleksa* [Actual problems of the forest complex]. 2009, no. 24, 4 p. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osteklenie-balkonov-i-lodzhij-konstruktivnymi-elementami-po-standartu> (accessed 08.03.2020). (in Russian).

Поступила в редакцию: 04.04.2020 г.