

**СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ОГНЕЗАЩИТЫ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ****FIREPROOF BARRIERS FOR DEFORMATION AND LINEAR JOINTS
OF BUILDINGS AND STRUCTURES**

*Прусаков В.А., Тимофеев Н.С.,
ООО «ПРОМИЗОЛ», Томилино,
Гравит М.В., кандидат технических наук, доцент,
Симоненко Я.Б., Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого, Санкт-Петербург*

*Prusakov V.A., Timofeev N.S.,
PROMIZOL, Tomilino,
Gravit M.V., Simonenko Ya.B.,
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg*

Здания и сооружения сложных архитектурных форм и большой протяженности подвержены деформациям под влиянием колебаний температуры наружного воздуха, неравномерного осадения грунта основания, сейсмических явлений и в силу других причин. Правильное проектирование, устройство и исполнение деформационных швов имеют важное значение при строительстве, поскольку дают возможность обеспечить длительный срок службы и предел огнестойкости основных несущих и ограждающих конструкций зданий, внутренней и внешней отделки.

Для повышения огнестойкости конструкции применяются специальные виды огнестойкой заделки (огнезащитные материалы и изделия), которые устанавливают внутри деформационных швов. В статье приводится обзор специальных материалов и изделий (т.н. противопожарные барьеры) как зарубежных, так и отечественных производителей, которые разработаны специально для деформационных швов и гарантированно работают при сжатии, растяжении и сдвиге шва. Выполнен обзор российских и европейских нормативных документов, содержащих требования к деформационным швам. В статье приводятся технические параметры противопожарных барьеров, необходимых для обеспечения требуемой огнестойкости конструкции при выполнении огнезащитных работ по защите деформационного шва в условиях пожара.

Производство инновационных огнезащитных материалов является одной из основных задач противопожарной безопасности. Это путь последовательного превращения идеи в товар, который включает этапы исследований, конструкторских разработок, производства и реализации в проектах зданий гражданского и промышленного назначения. Необходимо подобрать комплексное решение, обеспечивающее максимальное удовлетворение потребностей при выполнении огнезащитных работ по защите деформационного шва при воздействии пожара.

Ключевые слова: здания и сооружения, напряжения, пожаробезопасность, деформационные швы, температурные швы, противопожарная защита, стыковочные соединения, огнезащита, пожароопасность, огнестойкость, герметики, бетонные элементы, меры пожарной безопасности.

Buildings and structures of complex architectural forms and long distances are subject to deformations under the influence of fluctuations in the temperature of the outside air, uneven sedimentation of the ground base, seismic phenomena and for other reasons. Proper design, construction and execution of expansion joints are of great importance in the construction, as they provide the opportunity to provide long service life and fire resistance

of the main load-bearing and enclosing structures of buildings, interior and exterior finishes.

To increase the fire resistance of the structure, special types of fire-resistant sealing (fire-retardant materials and products) are used, which are installed inside the expansion joints. The article gives an overview of special materials and products (the so-called fire barriers) for both foreign and domestic manufacturers, which are designed specifically for expansion joints and operate with gantry when compressing, stretching and shearing the seam. The review of Russian and European normative documents containing the requirements for expansion joints has been completed. The article describes the technical parameters of the fire barriers necessary to ensure the required fire resistance of the structure when performing fireproof work to protect the expansion joint in fire conditions.

The production of innovative fire-retardant materials is one of the main tasks of anti-fire safety. This is the way to consistently turn an idea into a commodity, which includes the stages of research, design development, production and implementation in civil and industrial design. It is necessary to choose a comprehensive solution that ensures maximum satisfaction of the needs in the performance of fire protection work to protect the deformation seam when exposed to fire.

Keywords: building and construction, tensions, fire safety, contraction joints, expansion joint, fire protection, expansion joints, fire extinguishers, fire hazards, fireproofing, sealants, concrete elements, fire safety measures.

Введение

По данным МЧС за 2016 год произошло около 140 тыс. пожаров на территории России, в которых погибло около 8 тыс. человек и было травмировано еще 10 тыс., уничтожено 35 тыс. зданий и повреждено 88 тыс. [1]. При пожаре в здании происходит снижение прочности и обрушение несущих конструкций от воздействия открытого пламени и высоких температур, предел огнестойкости здания рассчитывается на этапе проектирования как важный этап мероприятий по повышению пожарной безопасности. Предел огнестойкость и заключается в возможности конструкции ограничивать распространения пожара, снижать опасные факторы и уменьшать деформаций здания от воздействия высоких температур [2].

Понятие «противопожарный барьер» приводится в СП [3]: «Строительные конструкции и конструкции заполнений

[...], обеспечивающие нераспространение пожара и его локализацию в течение расчетного времени».

Сопряжения между ограждающими конструкциями, к которым предъявлены требования пожарной безопасности, разделяют на деформационные (меняющие свои геометрические размеры под влиянием каких-либо факторов) и линейные или строительные – не меняющие свои геометрические размеры (рис. 1).

Деформационные швы позволяют многоэтажным и многосекционным зданиям сопротивляться различным нагрузкам в течение всего срока эксплуатации без снижения несущей способности конструкций. Такие воздействия могут возникать под влиянием различных факторов (рис. 2), таких как сейсмическая активность, неравномерная плотность грунта, перепад температуры окружающей среды, повышенные нагрузки [4]

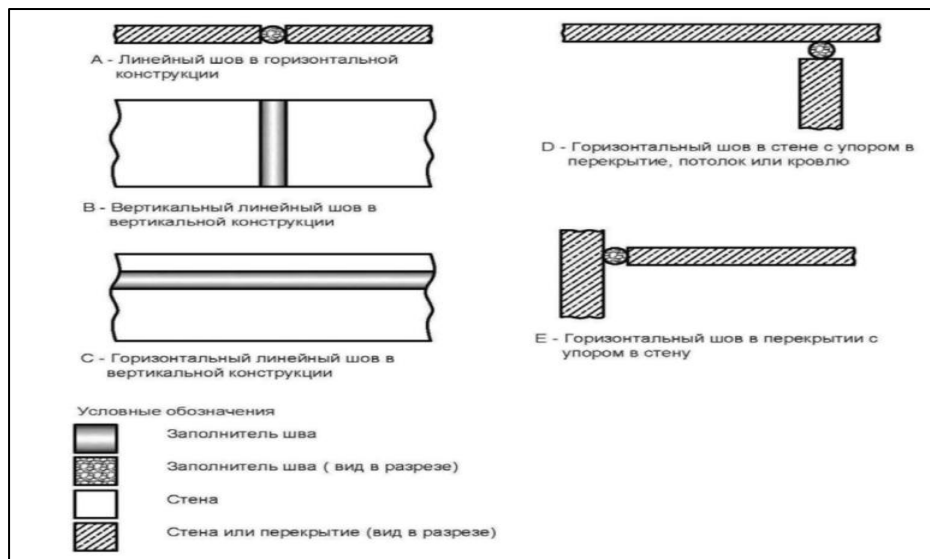


Рисунок 1. Ориентация заполнения швов в реальных условиях

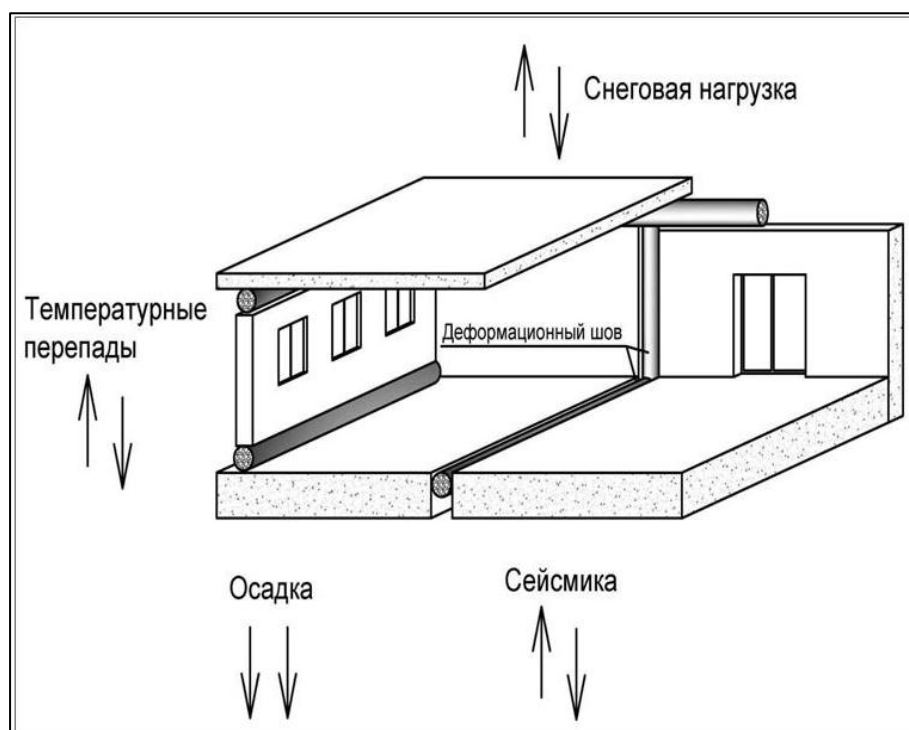


Рисунок 2. Причины деформаций строительных конструкций

В зависимости от наиболее характерных нагрузок деформационные швы можно разделить на 4 типа: 1) **температурные швы** пронизывают сооружение сверху донизу – от пола до кровли, однако фундамент они не затрагивают. Позволяют монолитным материалам свободно сжиматься и разжиматься при перепадах температур;

2) **осадочные швы** разделяют здание по всей высоте, то есть от фундамента до крыши, чтобы избежать опас-

ных деформаций вследствие неравномерной деформации грунта;

3) **усадочные швы** используются в монолитном строительстве. Бетон, затвердевая, усаживается крайне неравномерно, это приводит к созданию внутреннего напряжения и, как следствие, к образованию трещин;

4) **антисейсмические швы** активно применяются в сейсмически активных регионах.

Так как деформационные швы являются элементами несущих конструк-

ций, то к ним применяются определенные требования по огнестойкости, так же как к перекрытиям, стенам и перегородкам, которые определяются согласно нормативной документации по пожарной безопасности строительной конструкции в целом. Отдельных требований для устройства деформационных швов в настоящее время в российском законодательстве не существует, их предел огнестойкости определяется в совокупности с остальными элементами противопожарных преград. Для целей увеличения общей огнестойкости конструкции применяют специальные противопожарные барьеры, которые устанавливаются внутри деформационных швов.

В зарубежной и российской системах нормативных документов, устанавливающих требования к деформационным швам, методы испытаний и принципы классификации средств огнезащиты для строительных конструкций имеют существенные отличия, поэтому изучение данных документов, в частности, проведение сравнительного анализа, в настоящее время является необходимой частью общего процесса в области технического регулирования в Российской Федерации, направленных на изменение национальной системы стандартизации и интеграцию с другими системами европейского и мирового сообщества.

Требования к проектированию конструкций с учетом деформационных швов изложены в п. 5.5.5 EN 1996-1-2008 Eurocode 6 - Design of masonry structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design (consolidated version) [5], где регламентируют рассматривать вертикальный деформационный шов в стене как край стены, на котором не происходит передача моментов и поперечных усилий. В стандарте не рассматривается применение некоторых специальных анкеров, которые могут передавать через деформационный шов моменты и/или поперечные усилия.

В части 2 Еврокод 6 рассматриваются проектные решения, выбор материалов и требования к выполнению каменных конструкций, где в п. 2.3.3 описываются деформации каменных конст-

рукций и требования к деформационным швам (п. 2.3.4), в том числе приводится и параметр «огнестойкость»

В России нормативные требования к деформационным швам приводятся в следующих сводах правил.

Согласно СП 21.13330.2012, здания и сооружения сложной формы в плане разделяются деформационными швами на отсеки. Высоту зданий и сооружений в пределах отсека следует принимать одинаковой, а длину отсеков – по расчету в зависимости от расчетных величин деформаций земной поверхности, физико-механических свойств грунтов основания, принятой конструктивной схемы, технологических требований. Деформационные швы должны разделять смежные отсеки зданий и сооружений по всей высоте, включая кровлю и фундаменты.

Фундаменты под несущие стены в зоне деформационных швов устраиваются, как правило, сплошными. В целях уменьшения ширины деформационного шва допускается применение прерывистых фундаментов. Фундаменты под парные колонны у деформационных швов в каркасных зданиях, выполненных по рамно-связевой или связевой схемам, допускается не разделять, если фундаменты под остальные колонны конструктивно не связаны между собой в горизонтальном направлении плитами, связями-распорками и т.д. При наличии связей допускается устройство несимметричных парных фундаментов на общей бетонной (железобетонной) подушке с устройством шва скольжения.

В СП 15.13330.2012 установлены требования к деформационным швам в зданиях с несущими стенами: температурно-усадочные швы в стенах каменных зданий должны устраиваться в местах возможной концентрации температурных и усадочных деформаций, которые могут вызвать недопустимые по условиям эксплуатации разрывы кладки, трещины, перекосы и сдвиги кладки по швам (по концам протяженных армированных и стальных включений, а также в местах значительного ослабления стен отверстиями или проемами). Расстояния между

температурно-усадочными швами должны устанавливаться расчетом.

К деформационным швам в зданиях с несущими многослойными стенами (в наружном лицевом слое) там же приводятся следующие требования: горизонтальные деформационные швы в наружных несущих стенах (заполнениях каркаса при поэтажном опирании слоев) должны выполняться в уровне нижней грани междуэтажных плит перекрытий на всю толщину стены. Расстояние между горизонтальными деформационными швами в несущих стенах с гибкими связями должно назначаться с учетом высоты этажа здания. Толщину горизонтальных деформационных швов в лицевом слое многослойных стен следует принимать из расчета допустимых прогибов вышележащих конструкций, но не менее 30 мм (СП 20.13330). В конструкции шва следует предусматривать упругие прокладки, эффективный утеплитель (во внутреннем слое) и нетвердеющие атмосферостойкие мастики. Не допускается попадание в шов кладочного раствора и боя кирпича.

В СП 70.13330.2012 декларируется, что устройство проемов, отверстий, технологических борозд и выбор способа работ должны быть согласованы с проектной организацией и учитывать возможное влияние на прочность прорезаемой конструкции, требования санитарных и экологических норм. Для цементации усадочных, температурных, деформационных и конструкционных швов следует применять цемент не ниже марки (класса) М 400. Для гидроизоляции рабочих швов следует применять гидроизоляционные поверхностные и проникающие смеси по ГОСТ 31189. При цементации швов с раскрытием менее 0,5 мм должны быть использованы специальные цементосодержащие растворы низкой вязкости. До начала работ по цементации производится промывка и гидравлическое опробование шва для определения его пропускной способности и герметичности карты (шва), а также гидроизоляционные инъекционные смеси по ГОСТ 31189.

В СП 27.13330.2011 указывается, что предельно допустимые деформации

от воздействия температуры в элементах конструкций, в которых требуется их ограничение при нагревании и охлаждении, должны устанавливаться нормативными документами по проектированию соответствующих конструкций, а при их отсутствии должны указываться в задании на проектирование. Расстояние между температурно-усадочными швами в бетонных и железобетонных конструкциях из обычного и жаростойкого бетонов должны устанавливаться расчетом. Расчет допускается не выполнять, если принятое расстояние между температурно-усадочными швами не превышает значений, указанных в таблице 6.3 (СП 20.13330), в которой наибольшие расстояния между температурно-усадочными швами даны для бетонных и железобетонных конструкций с ненапрягаемой и с предварительно напряженной арматурой, при расчетной зимней температуре наружного воздуха минус 40 °С, относительной влажности воздуха 60% и выше и высоте колонн 3 м.

В помещениях, при эксплуатации которых возможны перепады температуры воздуха (положительная и отрицательная), в цементно-песчаной или бетонной стяжке необходимо предусматривать деформационные швы, которые должны совпадать с осями колонн, швами плит перекрытий, деформационными швами в подстилающем слое. Деформационные швы должны быть расшиты полимерной эластичной композицией.

В стяжках обогреваемых полов необходимо предусматривать деформационные швы, нарезаемые в продольном и поперечном направлениях. Швы прорезаются на всю толщину стяжки и расширяются полимерной эластичной композицией. Шаг деформационных швов должен быть не более 6 м.

Требования к огнестойкости отдельных конструкций и процесс гармонизации европейских, американских, международных и российских нормативных документов в области пожарной безопасности отражены в статьях [6]. Основными общеевропейскими документами, нормирующими пожарную безопасность соединений несущих конструкций и пе-

регородок, являются нормативные акты, определяющий предел огнестойкости заполнения линейных и деформационных швов в здании, и аспекты пожарной безопасности конструктивных элементов сооружения [28, 29].

В патентах представлены различные изобретения, способные обеспечивать эффективность противопожарных барьеров деформационных швов.

Alan Shaw (США, Грант, US6996944 В2) изобрел противопожарные барьеры для многомерных компенсационных швов, где слои, содержащие эти барьеры, могут быть соединены вместе путем сшивания высокотемпературной нитью, штифтами, болтами и др. Подобный барьер может содержать: по меньшей мере один защитный и механически поддерживающий слой; один изолирующий слой и по меньшей мере один слой вспучивающегося материала, в котором изолирующий слой расположен между механическим опорным и вспучивающимся слоями [30].

Изобретение James P. и Stahl Jr. (США, Грант, US7856775 В2) относится к области конструкций и систем, предназначенных для уплотнения щелей между навесной стенкой и отдельными полами здания. Настоящее изобретение особенно полезно использовать для типов стен, включающих внутреннюю панель, которая может быть выполнена из металла или другого материала, проходящего через внутреннюю поверхность. Данные типы стены особенно распространены в модульных конструкциях.

Изобретение Vaughn Barnes и Paul S. Heller (США, Грант, US6131352 А) относится к противопожарным барьерам для использования в деформационных швах, образованных в зданиях, и относится к системам, которые способны поддерживать эффективный барьер против распространения огня, несмотря на существенное относительное смещение или искажение поверхностей. Система огнезащитного барьера состоит из изоляционного материала с фольгой, поддерживаемого свободно плавающим способом с помощью металлического экранного компонента, который располагается

между двумя сторонами деформационного шва. Система указанного изобретения удовлетворяет потребности в простом, легко устанавливаемом и относительно недорогом устройстве, способном предотвращать распространение дыма, пламени и тепла через деформационные швы, несмотря на существенное изменение конструкции во всех трех измерениях.

Изобретение Charles L. Dunsworth (США, Грант, US4517779 А) – огнестойкий расширительный соединительный аппарат, имеющий противоположные базовые соединительные части, прикрепленные к подвижным конструкциям, между ними образовывается расширительная пустота и узел огнезащитного барьера, скользящий между упомянутыми базовыми соединительными частями с насыщенным адсорбентом, содержащимся в барьерном узле, который выпускает охлаждающую жидкость в охлаждающие камеры, сформированные внутри соединительных частей основания при возникновении условий высокой температуры. Крышка компенсатора используется в строительных конструкциях, она обладает исключительными огнестойкими свойствами.

Исходя из проведенного патентного поиска и анализа российских и зарубежных патентов на изобретения, выявлено отсутствие российских патентов по теме «Предел огнестойкости деформационных швов», количество найденных американских патентов определяет, что производство систем, способных поддерживать эффективный противопожарный барьер, достаточно распространено широко за рубежом, но тема огнестойкости узлов конструкций с деформационными швами мало исследована.

Метод

Цель данного исследования заключается в рассмотрении типов деформационных швов и в изучении применения противопожарных барьеров, которые устанавливаются в горизонтальные и вертикальные деформационные швы монолитных и сборных железобетонных

конструкций зданий и сооружений различного назначения.

Правильное проектирование, устройство и монтаж деформационных швов имеют большое значение при строительстве, поскольку дают возможность обеспечить длительный срок службы основных несущих и ограждающих конструкций зданий, а также элементов внутренней и внешней отделки. Деформационные швы являются элементами противопожарных преград, таких как стены, перегородки и перекрытия, и для них существуют требования по огнестойкости. В соответствии со ст. 88 123-ФЗ места сопряжения противопожарных стен, перекрытий и перегородок с другими ограждающими

дающими конструкциями здания, сооружения пожарного отсека должны иметь предел огнестойкости не менее предела огнестойкости сопрягаемых преград. Конструктивное исполнение мест сопряжения стен с другими элементами зданий и сооружений должно исключать возможность распространения пожара в обход этих преград (рис. 3). Основная сложность заключается в том, что применение распространенных негорючих материалов невозможно из-за динамической работы деформационных швов (сжатие, растяжение, сдвиг), что приводит к ускоренному износу таких негорючих материалов [7].



Рисунок 3. Устройство деформационных швов

Для защиты деформационных швов при пожаре применяются противопожарные барьеры, специально разработанные для применения в деформационных швах. Такие конструкции (изделия) выполняют свои функции и сохраняют все противопожарные характеристики, как при сжатии шва, так и при его растяжении. И если, например, минеральная вата, установленная в чистом виде в шов, при сжатии шва еще будет сохранять какие-то защитные свойства, то при растяжении шва, ни о какой серьезной защитной функции говорить не приходится. Отсутствуют данные, что минеральная

вата, как конструктивный элемент защиты деформационного шва от огня, проходит испытания в условиях, имитирующих работу деформационного шва.

Анализ и изучение пожароопасных свойств строительных материалов, оценка поведения конструкций при пожаре, проведение расчета прочности и устойчивости зданий при огневом воздействии – все это позволяет разработать и предложить потребителям высокоэффективные способы огнезащиты конструктивных элементов [8-13]. Обзор противопожарных барьеров различных про-


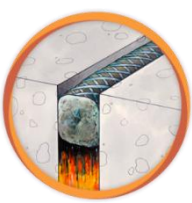



изготовителей деформационных швов при- веден в таблице 1.




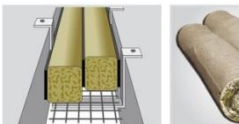

Таблица 1

некоторые виды противопожарных барьеров для деформационных швов

Производитель. Торговая марка. Описание и технические характеристики продукта¹	
ПРОМИЗОЛ	
<p>ПРОМИЗОЛ-Шов-Ш-150/240 (шнур)</p> 	<p>Противопожарный барьер для огнезащиты деформационных швов шириной от 20 до 100 мм. Представляет собой систему типа «Шнур», состоящую из базальтового фиброволокна БСТВ, с обкладкой из фольгированного стекловолокна, элементов крепежа и соединений. Работает в условиях деформации. Сейсмоустойчив и вибростоек. Обладает влагостойкостью, стойкостью к появлению плесени и грибка, стойкостью к большинству химически агрессивных веществ. Растяжение – 40 % от первоначальной ширины; сжатие – 90 %. Минимальный срок эксплуатации 30-40 лет. Монтаж «чистый и сухой». Предел огнестойкости 240 мин.</p>
<p>ПРОМИЗОЛ-Шов-П150/240 (подушка)</p> 	<p>Противопожарный барьер для огнезащиты деформационных швов шириной от 150 до 400 мм. Представляет собой систему типа «Подушка», состоящую из базальтового фиброволокна, с обкладкой из фольгированного стекловолокна, элементов крепежа и соединений. Работает в условиях деформации. Сейсмоустойчив и вибростоек. Обладает влагостойкостью, стойкостью к появлению плесени и грибка, стойкостью к большинству химически агрессивных веществ. Растяжение – 50 % от первоначальной ширины. Сжатие – 80 %. Минимальный срок эксплуатации 30-40 лет. Монтаж «чистый и сухой». Предел огнестойкости 240 мин.</p>
<p>ПРОМИЗОЛ-ЛШов-Ш</p>  <p>(шнур)</p>	<p>Противопожарный барьер для огнезащиты линейных швов шириной от 20 до 100 мм. Представляет собой систему типа «Шнур», состоящую из базальтового фиброволокна, с обкладкой из стекловолокна, элементов крепежа и соединений. Работает в условиях только там, где нет требований по деформации шва. Предназначен для линейных швов, строительных проемов и других зазоров конструкций, узлов примыканий зданий и сооружений. Предел огнестойкости 150-240 мин.</p>
Prozasq	
<p>PYRO-SAFE AESTUVER T Шнур для швов</p>	<p>Несгораемый тоннельный элемент для швов между конкретными элементами, объединенными с огнезащитными плитами PYRO-SAFE AESTUVER T. При воздействии огня происходит коксование и герметизация, что препятствует дальнейшему проникновению пламени и продуктов горения. При температуре около 300 °С начинается коксообразование. Диаметр 22-62 мм. Длина 4 метра (в зависимости от проекта возможно изменение параметров). Структура гибкая силиконовая оболочка в виде трубки, заполненная огнезащитной пеной. Цвет красно-</p>

¹ Данные приводятся с официальных сайтов указанных производителей. Дата обращения 06.03.2018 г.
URL: <http://uigps.ru/content/nauchnyy-zhurnal>

	коричневый. Плотность 400 г/дм ³ . Твёрдость по Шору > 30 Шор. Предел огнестойкости 180 мин при глубине конструкции 185 мм
Veda France	
	<p>VEDAFEU C Система, состоящая из минерального фибро-волокона, обвязанного бечевкой из стекловолокна, элементов крепежа и соединений, а также метода установки. Ширина шва от 10 до 200 мм Предел огнестойкости EI 240 мин. Растяжение +20 % Сжатие – 80% Предел огнестойкости 240 мин</p>
	<p>VEDAFEU M Система, состоящая из минерального фиброволокона, обвязанного бечевкой из стекловолокна, элементов крепежа и соединений, а также метода установки. Ширина шва от 100 до 450 мм Предел огнестойкости EI 120 мин. Растяжение +50 % Сжатие – 75 % Предел огнестойкости 120 мин</p>
	<p>VEDAFEU N Система, состоящая из минерального фиброволокона, обвязанного бечевкой из стекловолокна, элементов крепежа и соединений, а также метода установки. Ширина шва от 150 до 840 мм Предел огнестойкости EI 240 мин. Растяжение +50% Сжатие - 75% Предел огнестойкости 240 мин.</p>
Огнеза	
<p>Терморасширяющийся герметик Огнеза-ГТ</p> 	<p>Используется в сочетании с минераловатным уплотнением, с плотностью не менее 60 кг/м³, в сжатом состоянии. Плёнообразование при 20 °С 25 минут. t° использования от +5 °С до +80 °С t° эксплуатации от -40 °С до +120 °С Температурный предел +1300 °С Огнестойкость до 2 часов. Морозостойкость – 3 цикла заморозки. Плотность материала 1,0-1,2 г/см³ Деформационная устойчивость +/- 20 %</p>
<p>Безоболочечный теплоизоляционный базальтовый шнур</p>	<p>Базальтовый теплоизоляционный шнур ШБТ-20 – уплотнительный шнур из супертонких базальтовых волокон, скрепленных между собой силой естественного сцепления без применения клея, диаметром 20 мм. Снаружи шнур имеет оплетку из базальтовой нити. Теплоизоляционный шнур ШБТ бывает различных диаметров: 10, 20,</p>

	<p>30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 и 100 мм. И маркируется ШБТ-10, ШБТ-20, ШБТ-30, ШБТ-40, ШБТ-50, ШБТ-60, ШБТ-70, ШБТ-80, ШБТ-90, ШБТ-100 соответственно.</p> <p>Применяется для огнезащиты деформационных швов в комплексе с терморасширяющимся герметиком ОГНЕЗА-ГТ.</p> <p>Класс горючести НГ. Рабочая температура, °С от -190 до +1000</p> <p>Плотность, кг/м³ 177,6</p> <p>Теплопроводность, 25±5 °С (298±5) К 0,037</p>
Promat	
<p>Противопожарная пена PROMAFOAM®</p> 	<p>Применяется внутри здания и в открытых помещениях. Пену дозируют экономно и наносят на обрабатываемые поверхности полосами.</p> <p>При устройстве нескольких слоев отвердевший слой увлажняют перед нанесением нового. Для защиты от УФ-излучения пену после полного отверждения покрывают герметиком.</p> <p>Плотность ρ 22–28 кг/м³ (при расширении в стыке)</p> <p>Термостабильность от -40 °С до +90 °С</p> <p>Водопоглощение ок. 0,3 об.%</p> <p>Атмосферные воздействия стойкая к гниению, теплу, воде и многих химических веществ</p>
<p>Стыковой элемент PROMASEAL®-PL</p> 	<p>С одной из сторон стык заполняется минеральной ватой. Поверх слоя минеральной ваты устанавливается стыковой элемент PROMASEAL®-PL. В случае пожара пеноматериал сгорает, а вспучивающийся материал PROMASEAL®-PL, сильно увеличиваясь в объеме, образует огнестойкую пену, которая заполняет стык и заделывает его, предотвращая нагрев и прогорание уплотнительной ленты.</p> <p>Предел огнестойкости в зависимости от толщины минераловатной прослойки</p>
Крилак	
<p>ШОВ-АК-1</p> 	<p>Формируется путем заполнения зазоров между строительными конструкциями элементами из базальтовой ваты «ПБК-1» с использованием огнестойкого состава «Файрекс-700», огнестойкой мастики «АКМ-01», а также поддерживающей конструкции. Предел огнестойкости конструкции до 240 REI. Ширина шва до 400 мм. Теплопроводность 0,044 Вт/м×К, не более. Сейсмостойкость МРЗ до 9 балл.</p> <p>Температурный диапазон эксплуатации -50/+60 °С.</p> <p>Срок эксплуатации не менее 50 лет. Предел огнестойкости 240 мин</p>
Hilti	
<p>Противопожарный акриловый герметик SP606</p> 	<p>Для огнестойких проходов в стенах и полах и швов на несущих стенах, а также для различных швов между стенами и полами. Химическая основа – акриловая дисперсия на водяной основе. Подвижность ±12,5 % (ISO 11600), плотность 1600 кг/м³ Диапазон рабочих температур 5-40 °С Прибл. время затвердевания 3 мм/3 дня. Температурная устойчивость – диапазон -30-80 °С. Температурный диапазон хранения 5 - 25 °С. Сертификат LEED 75 г/л. Терморасширение – нет. Характеристики поверхностного горения по UL 723 (ASTM E84). Распространение огня: 10. Распространение дыма: 0. Базовые материалы - минеральная вата</p>

CFS-SP WB
Противопо-
жарный спрей
для швов



Химическая основа – акриловая дисперсия на водяной основе. Подвижность до 40 %. Плотность 1280 кг/м³. Плотность 1260 кг/м³. Диапазон рабочих температур 4-40 °С. Прибл. время затвердевания 3 мм/день. Температурная устойчивость – диапазон -40-80 °С. Максимальная ширина шва 100 мм. Сертификат LEED 73 г/л. Минимальная ширина шва 6 мм. Подходящие продукты – минеральная вата. Возможна установка с одной стороны. Базовые материалы – бетон, кирпичная кладка, гипс, сталь, алюминий, стекло. Звуконепроницаемость. Доступные результаты испытаний рН 8-9. Минимальная толщина стены 150 мм. Протестировано в соответствии UL 2079, UL 1479, ASTM E84, ASTM E2307, ASTM C1241, ASTM G21, ASTM E90, ASTM E1966, CAN/ULC-S102, CAN/ULC-S115, ASTM E814, EN 1364-4, EN 1366-4. Характеристики поверхностного горения по UL 723 (ASTM E84). Распространение огня: 5. Распространение дыма: 10

Рассмотрим более подробно схемы установки изделий для огнезащиты деформационных швов на примере изделий производства ООО «Промизол» (Москва). Основной задачей при их разработке являлось обеспечение нераспространения огня даже при раскрытии деформационного шва на 50 % от проектной ширины.

Противопожарный барьер «ПРОМИЗОЛ-Шов-Ш150/240» (шнур) (ТУ 23.99.19-005-16223937-2017) применяется для огнезащиты деформационных швов, а также стыков строительных конструкций, обеспечивает надежную защиту примыкания от проникновения огня через деформационные и строительные швы шириной до 100 мм (рис. 4).

Устанавливаются противопожарные барьеры в соответствии с требованиями [7], например, в перекрытиях для компенсации возможных изменений (ширины, сдвига) шва от первоначальной

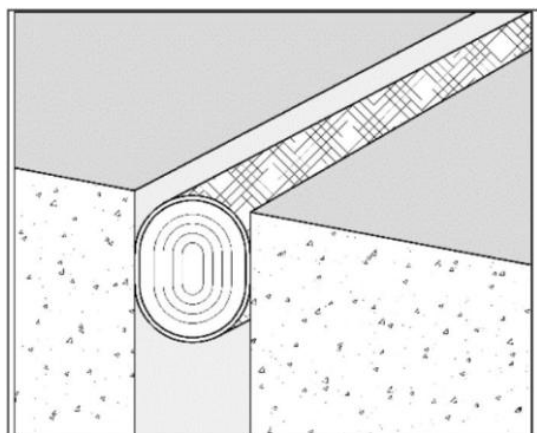


Рисунок 4. Огнезащита деформационного шва шириной менее 100 мм противопожарным барьером типа «Шнур»

ширины, – в горизонтальные и вертикальные деформационные швы монолитных и сборных железобетонных конструкций зданий и сооружений различного назначения, а также в зазоры между торцом вертикальных стен и межэтажных плит (рис. 5).

Для огнезащиты деформационных швов и строительных стыков шириной свыше 100 мм (рис. 5), возможно использовать «ПРОМИЗОЛ-Шов-П150/240» (подушка) (ТУ 23.99.19-009-16223937-2017), которая предназначена для обеспечения надежной защиты примыкания от проникновения огня через деформационные и строительные швы в полах, потолках и стенах (рис. 6).

Получены положительные испытания на сейсмоустойчивость до 9 баллов. Материалы устойчивы к воздействию открытого пламени в течение EI 150 – 240 минут.

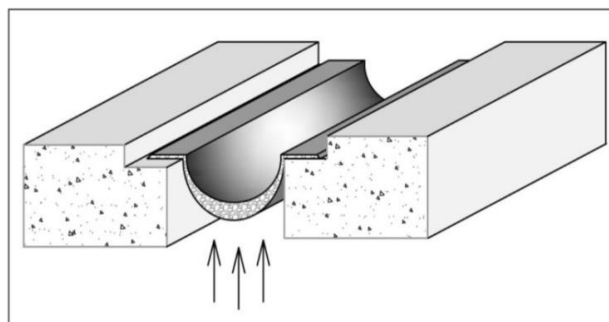


Рисунок 5. Огнезащита деформационного шва шириной свыше 100 мм противопожарным барьером типа «Подушка»

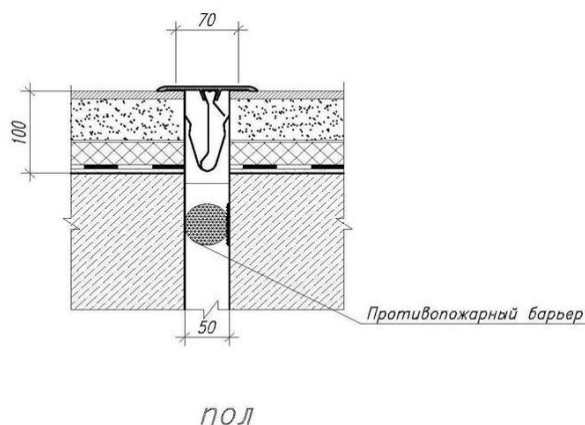


Рисунок 6. Схема монтажа противопожарного барьера в горизонтальный деформационный шов

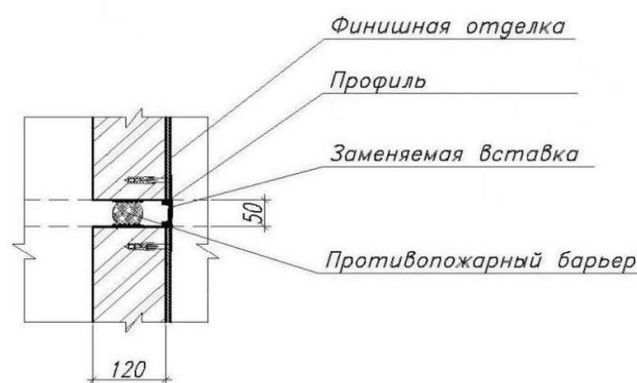


Рисунок 7. Схема монтажа противопожарного барьера в вертикальный деформационный шов

Пределы огнестойкости (ЕI) в зависимости от ширины противопожарного барьера ПРОМИЗОЛ-Шов-Ш150/240 приводятся в таблице 3.

Таблица 2.

Номенклатура противопожарного барьера ПРОМИЗОЛ-Шов-Ш150/240 типа Шнур для типовых деформационных швов шириной до 100 мм

№ п/п	Ширина деформационного шва, мм	Предел огнестойкости, ЕI	Рекомендуемый диаметр противопожарного барьера, не менее мм	Номенклатурный номер противопожарного барьера
1	20	150	28	ПРОМИЗОЛ-Шов-Ш150/240-28
2	30	240	51	ПРОМИЗОЛ-Шов-Ш150/240-51
3	40	240	60	ПРОМИЗОЛ-Шов-Ш150/240-60
4	50	240	80	ПРОМИЗОЛ-Шов-Ш150/240-80
5	60	240	90	ПРОМИЗОЛ-Шов-Ш150/240-90
6	70	240	105	ПРОМИЗОЛ-Шов-Ш150/240-105
7	80	240	112	ПРОМИЗОЛ-Шов-Ш150/240-112
8	90	240	126	ПРОМИЗОЛ-Шов-Ш150/240-126
9	100	240	140	ПРОМИЗОЛ-Шов-Ш150/240-140

В систему барьера для деформационного шва ПРОМИЗОЛ-Шов-Ш150/240 входит специальный клей ПРОМИЗОЛ-К, расход которого зависит от диаметра шнура и указан в регламенте

по нанесению. Пределы огнестойкости (ЕI) в зависимости от ширины противопожарного барьера ПРОМИ-ЗОЛ-Шов-Ш150/240 приведены в таблице 3.

Таблица 3

Номенклатура противопожарного барьера ПРОМИЗОЛ-Шов-П150/240 типа Подушка для типовых деформационных швов шириной свыше 100 мм

№ п/п	Ширина деформационного шва, мм	Предел огнестойкости, ЕІ	Рекомендуемый размер противопожарного барьера, не менее мм	Номенклатурный номер противопожарного барьера
1	150	150	220	ПРОМИЗОЛ-Шов-П150-220
		180	220	ПРОМИЗОЛ-Шов-П180-220
		240	220	ПРОМИЗОЛ-Шов-П240-220
2	200	150	290	ПРОМИЗОЛ-Шов-П150-290
		180	290	ПРОМИЗОЛ-Шов-П180-290
		240	290	ПРОМИЗОЛ-Шов-П240-290
3	300	150	430	ПРОМИЗОЛ-Шов-П150-430
		180	430	ПРОМИЗОЛ-Шов-П180-430
		240	430	ПРОМИЗОЛ-Шов-П240-430
4	400	150	570	ПРОМИЗОЛ-Шов-П150-570
		180	570	ПРОМИЗОЛ-Шов-П180-570
		240	570	ПРОМИЗОЛ-Шов-П240-570

Пределы огнестойкости подтверждены сертификатами соответствия по итогам испытаний.

При производстве противопожарного барьера ПРОМИЗОЛ-Шов-Ш(П)150/240 используются высококачественное базальтовое сверхтонкое волокно (БСТВ), уложенное особым образом.

Содержание неволокнистых включений (так называемых «корольков») размером свыше 0,25 мм, не превышающих 10 % от общей доли заполнителя, позволяет гарантировать работу противопожарного барьера длительное время, соизмеримое со сроком эксплуатации проектируемых зданий.

Таблица 4

Основные эксплуатационные характеристики

	Параметры	Значение параметра
1	Плотность основного используемого материала	75 кг/м ³
2	Теплопроводность, Вт (м·К), не более, при температуре (20±5) °С	0,04
3	Водопоглощение за 24 часа по объему	Не более 2%
4	Стойкость к появлению плесени и грибка	Да
5	Влажность, % по массе, не более	0,5
6	Сейсмоустойчивость	Да
7	Виброустойчивость	Да
8	Упругость	75,50%

9	Стойкость к большинству химических агрессивных веществ	Да
10	Минимальный срок эксплуатации	30-40 лет
11	Ремонтопригодность	Да

Для предотвращения проникновения огня через стыки барьеров при монтаже объектов, при обработке торцов противопожарных барьеров ПРОМИЗОЛ-Шов-Ш(П)150/240 используется специальная огнезащитная сетка.

Для проектирования защиты линейных швов используется противопопо-

жарный барьер ПРОМИЗОЛ-Шов-Л (рис. 4-5). Принцип огнезащиты линейных швов аналогичен огнезащите деформационных швов, но используется материал менее критичный к многократному изменению линейных размеров.

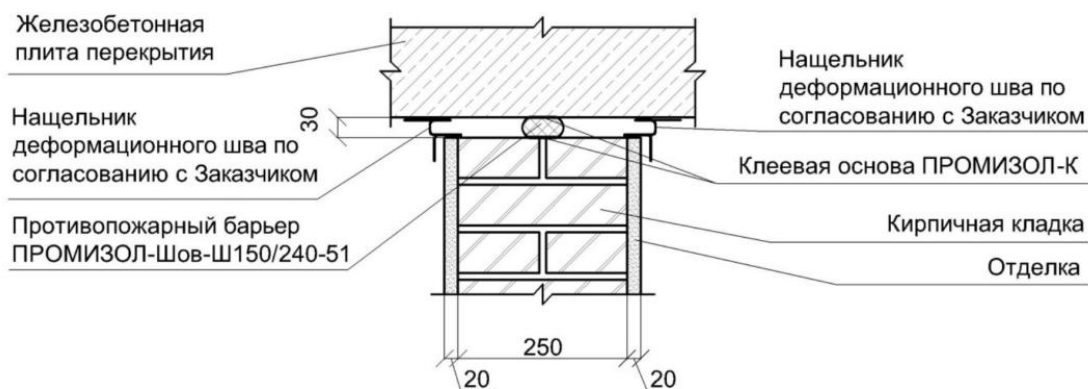


Рисунок 8. Устройство примыкания перегородок к плите перекрытия (шириной 30 мм с пределом огнестойкости EI-240)

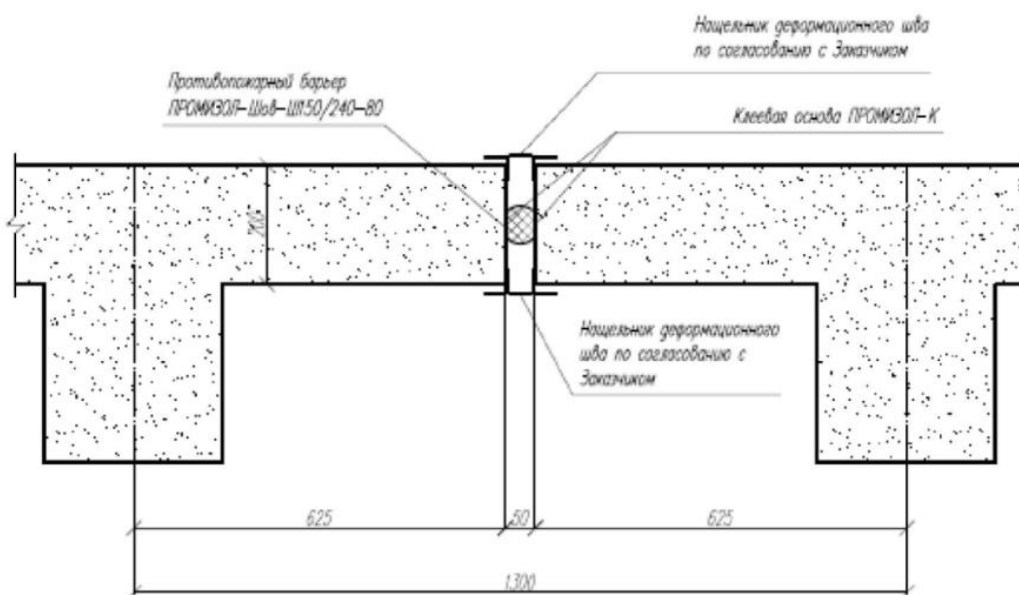


Рисунок 9. Устройство деформационного шва шириной 50 мм с пределом огнестойкости EI-240

Результаты и обсуждение

Для защиты деформационных швов при пожаре применяются противопожарные барьеры, специально разработанные для применения в деформационных швах, гарантированно работающие при многократном сжатии, растяжении и сдвиге шва, и это их основное отличие. Применение качественных противопожарных барьеров для огнезащиты деформационных швов подразумевает возможность контроля состояния самого противопожарного барьера на протяжении всего срока эксплуатации.

Противопожарные барьеры для деформационных швов представляют собой комплекс материалов и мероприятий, которые препятствуют проникновению открытого огня, лучистой энергии и продуктов горения через деформационные швы, и включают в себя:

- противопожарный барьер (не только негорючий материал, но технологически сложную конструкцию);
- материал для фиксации к строительным конструкциям;
- материалы для изготовления узлов и стыков;
- технологию установки;
- методы испытаний для подтверждения характеристик противопожарных барьеров для деформационных швов.

Таким образом, на основании исследования технологий огнезащиты деформационных швов [14-19] и контролем при монтаже и эксплуатации на реальных строительных объектах авторами определены следующие основные требования к деформационным (механическим) и огнезащитным свойствам конструкций (изделий), обеспечивающих комплексные эксплуатационные характеристики.

Предлагается, что конструкции (изделия), предназначенные для огнезащиты деформационного шва, должны обеспечивать:

- стабильную собственную механическую прочность на растяжение не менее 40 % (после испытания конструкция (изделие) не должна иметь механических повреждений и деформации наполнителя);

- стабильную собственную механическую прочность на сжатие не менее 50 % (после испытания конструкция (изделие) не должна иметь механических повреждений и деформации наполнителя);

- стабильную деформационную (механическую) прочность на сдвиг не менее 20 % (после испытания конструкция (изделие) не должна иметь механических повреждений и деформации наполнителя);

- сохранение упругих свойств при заявленном изготовителем максимальном воздействии при растяжении-сжатии и отдельно на сдвиг на изделие не менее 100 циклов (после испытания конструкция (изделие) не должно иметь механических повреждений и деформацию наполнителя);

- предел огнестойкости изделия, испытанного при не менее 20 % расширении от проектной ширины деформационного шва, при горизонтальной ориентации монтажа, которая обеспечивает испытание в наиболее неблагоприятных воздействиях при пожаре;

- возможность ежегодного осмотра на целостность противопожарного барьера на предмет отсутствия щелей и равномерного распределения минеральной ваты в шве.

В зависимости от назначения огнестойкого заполнения в вертикальный или горизонтальный шов, противопожарные барьеры должны выпускаться с различными параметрами и характеризоваться, в том числе глубиной заделки изделия в деформационном шве.

Авторами продолжают исследования по изучению зависимости пределов огнестойкости для противопожарных барьеров от диаметра (объема) минераловатного наполнителя, плотности его заполнения в объеме (прямая зависимость) и деформационных качеств изделия от плотности этого наполнителя (обратная). Одно из основных требований при производстве огнестойких наполнителей деформационных швов – соблюдение оптимального баланса между перечисленными параметрами.

Перечисленные параметры рекомендуются представлять в технической документации изготовителя конструкции (изделия) противопожарного барьера для деформационного шва. Все конструкции (изделия), параметры которых не соответствуют требованиям, обозначенным выше, следует относить к изделиям для защиты не деформационных швов, т.е. линейных или строительных.

При применении других наполнителей для противопожарного барьера, рекомендуется соблюдать вышеуказанные требования, используя материал, обеспечивающий деформационные характеристики, как при сжатии шва, так и при его растяжении и сдвиге, в течение всего срока предполагаемой эксплуатации. Особое внимание следует уделять технологии сопряжения конструкций (изделий) противопожарных барьеров при их монтаже в деформационные швы по всей

длине, гарантированно не допускающее появления технологических зазоров и пустот.

Заключение

В условиях открытой экономики и либерализации внешней торговли иностранная конкуренция играет роль фактора, стимулирующего создание более совершенных методов по защите зданий и сооружений от пожара. На текущий момент на рынке строительных материалов России представлено крайне мало отечественных производителей, большинство огнезащитных заполнений (заделок) европейского производства.

В настоящее время российские потребители огнезащитной продукции все больше внимания начинают уделять ее качеству, а не цене, что стимулирует отечественных производителей огнезащиты заниматься новыми разработками.

Литература

1. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям ликвидации последствий стихийных бедствий // Статистика пожаров за 2016 г. URL: http://www.mchs.gov.ru/activities/stats/Pozhari/2016_god.
2. Осипов И.А., Зыбина О.А. Повышение предела огнестойкости деформационных швов строительных конструкций с помощью интумесцентной герметизирующей композиции // Инженерно-строительный журнал. 2014. №8 (52). С. 20-24.
3. СП 13.13130.2009 Атомные станции. Требования пожарной безопасности (с Изменением № 1).
4. Еремина Т.Ю., Гравит М.В., Дмитриева Ю.Н. Конструктивные средства огнезащиты. Анализ европейских нормативных документов // Архитектура и строительство России. 2012. № 9. С. 30-36.
5. EN 1996-1-2008 Eurocode 6 - Design of masonry structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design (consolidated version).
6. Гравит М.В. Огнестойкость строительных конструкций в европейских и российских стандартах // Стандарты и качество. 2014. № 2 (919). С. 36-37.
7. Korsun V., Vatin N., Franchi A., Korsun A., Crespi P., Mashtaler S. The Strength and Strain of High-strength Concrete Elements with Confinement and Steel Fiber Reinforcement Including the Condition of Fire // Applied Mechanics and Materials. 2015. Vol. 725-726. Pp. 138-145.
8. Radinko Kostić, Nikolay Vatin, Vera Murgul, Innovative Technologies in Development of Construction Industry // Applied Mechanics and Materials. 2015. Vol. 725-726. Pp. 138-145.
9. Гордеев Н.А., Годунова Г.Н. Обеспечение огнестойкости проемов для прокладки кабельных изделий в противопожарных преградах при использовании терморасширяющейся противопожарной пены и огнестойкой монтажной пены // Пожаровзрывобезопасность. 2017. Т. 26. № 4. С. 37-40.
10. Голиков А.Д., Черкасов Е.Ю., Григорьев Д.М. Прогнозирование предела огнестойкости стен зданий с температурными швами, заполненными огнестойкой пеной // Пожаровзрывобезопасность. 2013. № 8. С. 48-52.
11. Плетнев В.И., Нгуиен С.Т. Экспериментальное исследование деформационных швов различной ширины в перемычках зданий сложной макроструктуры // Вестник гражданских инженеров. 2011. № 1. С. 55-57.
12. Saknite T., Serdjuks D., Goremikins V., Pakrastins L., Vatin N.I. Fire design of arch-type timber roof Applied // In-zhenerno-stroitel'nyy zhurnal. 2016. Vol. 37, No. 4 (64). Pp. 26-39.
13. Xiao Y., Zheng Y., Wang X., Chen Z., Xu Z. Preparation of a chitosan-based flame-retardant synergist and its application in flame-retardant polypropylene // Journal of Applied Polymer Science. 2014. Vol. 131(19). 40845.
14. McHugh, B. Filling the voids in firestopping - Promoting responsible firestop practices (2003) Construction Specifier, 56 (7), pp. 64-71.
15. Lee YW., Kim GY., Gucunski N., Choe GC., Yoon MH. Thermal strain behavior and strength degradation of ultra-high-strength-concrete. // Materials and structures. 2016. No. 49. Pp. 3411-3421.

16. Lazarevska M., Cvetkovska M., Knezevic M., Gavriloska A. T., Milanovic M., Murgul V., Vatin N. Neural network prognostic model for predicting the fire resistance of eccentrically loaded rc columns// Applied mechanics and materials. 2014. No. 627. Pp. 276-282.
17. Chaimahawan P., Pimanmas A. Seismic retrofit of substandard beam-column joint by planar joint expansion. Materials and structures. 2009. No. 42. Pp. 443-459.
18. Franco A., Royer-Carfagini. Contact stresses in adhesive joints due to differential thermal expansion with the ad-herends. International Journal of Solids and Structures. 2016. No. 87. Pp. 26-38.
19. LukaszZdanowicz., Kisiel P., Kwiecień A. Stress redistribution in concrete floor on ground due to application of polymer flexible joint to fill expansion joint. Procedia Engineering. 2015. No. 108. Pp.467-474.

References

1. Ministerstvo Rossiyskoy Federatsii po delam grazhdanskoy oborony, chrezvychaynym situatsiyami likvi-datsii posledstviy stikhiynykh bedstviy [Elektronnyy resurs] // Statistika pozharov za 2016 g. URL: http://www.mchs.gov.ru/activities/stats/Pozhari/2016_god
2. Osipov I.A., Zybina O.A. Povysheniye predela ognestoykosti deformatsionnykh shvov stroitelnykh konstruksiy s pomoshchyu intumestsentnoy germetiziruyushchey kompozitsii // Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal. 2014. №8(52) . S. 20-24.
3. SP 13.13130.2009 Atomnyye stantsii. Trebovaniya pozharoy bezopasnosti (s Izmeneniyem N 1)
4. Yeremina T.Yu., Gravit M.V., Dmitriyeva Yu.N. Konstruktivnyye sredstva ognезashchity. Analiz yevropeyskikh normativnykh dokumentov // Arkhitektura i stroitelstvo Rossii. 2012. №9. S. 30-36.
5. YeN 1996-1-2008 Eurocode 6 - Design of masonry structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design (consolidated version)
6. Gravit M.V. Ognestoykost stroitelnykh konstruksiy v yevropeyskikh i rossiyskikh standartakh // Standarty i kachestvo. 2014. № 2 (919). S. 36-37.
7. Korsun V., Vatin N., Franchi A., Korsun A., Crespi P., Mashtaler S. The Strength and Strain of High-strength Con-crete Elements with Confinement and Steel Fiber Reinforcement Including the Condi
8. RadinkoKostić, Nikolay Vatin, Vera Murgul, Innovative Technologies in Development of Construction Industry //Applied Mechanics and Materials. 2015. Vol. 725-726. Pp. 138-145.
9. Gordeyev N.A., Godunova G.N. Obespecheniye ognestoykosti proyemov dlya prokladki kabelnykh izdeliy v protivopozharnykh pregradakh pri ispolzovanii termorasshiryayushcheysya protivopozharnoy peny i ognestoykoy montazhnoy peny // Pozharovzryvobezopasnost. 2017. T. 26. № 4. S. 37-40.
10. Golikov A.D., Cherkasov Ye.Yu., Grigoryev D.M. Prognozirovaniye predela ognestoykosti sten zdaniy s tem-peraturnymi shvami, zapolnennymi ognestoykoy peny // Pozharovzryvobezopasnost. 2013. №8. S. 48-52.
11. Pletnev V.I., Nguyen S.T. Eksperimentalnoye issledovaniye deformatsionnykh shvov razlichnoy shiriny v peremychkakh zdaniy slozhnoy makrostruktury // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. 2011. №1. S. 55-57
12. Saknite T., Serdjuks D., Goremikins V., Pakrastins L., Vatin N.I. Fire design of arch-type timber roof Applied // In-zhenerno-stroitel'nyy zhurnal. 2016. Vol. 37, No. 4 (64). Pp. 26-39.
13. Xiao Y., Zheng Y., Wang X., Chen Z., Xu Z. Preparation of a chitosan-based flame-retardant synergist and its ap-plication in flame-retardant polypropylene//Journal of Applied Polymer Science. 2014. Vol. 131(19). 40845.
14. McHugh, B. Filling the voids in firestopping - Promoting responsible firestop practices (2003) Construction Speci-fier, 56 (7), pp. 64-71.
15. Lee YW., Kim GY., Gucunski N., Choe GC., Yoon MH. Thermal strain behavior and strength degradation of ultra-high-strength-concrete. // Materials and structures. 2016. No. 49. Pp. 3411-3421.
16. Lazarevska M., Cvetkovska M., Knezevic M., Gavriloska A. T., Milanovic M., Murgul V., Vatin N. Neural network prognostic model for predicting the fire resistance of eccentrically loaded rc columns// Applied mechanics and materials. 2014. No. 627. Pp. 276-282.
17. Chaimahawan P., Pimanmas A. Seismic retrofit of substandard beam-column joint by planar joint expansion. Materials and structures. 2009. No. 42. Pp. 443-459.
18. Franco A., Royer-Carfagini. Contact stresses in adhesive joints due to differential thermal expansion with the ad-herends. International Journal of Solids and Structures. 2016. No. 87. Pp. 26-38.
19. LukaszZdanowicz., Kisiel P., Kwiecień A. Stress redistribution in concrete floor on ground due to application of polymer flexible joint to fill expansion joint. Procedia Engineering. 2015. No. 108. Pp.467-474.