

**А. Я. КОРОЛЬЧЕНКО**, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры комплексной безопасности в строительстве, Московский государственный строительный университет (Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; e-mail: krl39@ya.ru)

**Д. П. ГЕТАЛО**, инженер по пожарной безопасности в строительстве, Московский государственный строительный университет (Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; e-mail: dgetalo@mail.ru)

УДК 614.841.332;699.812

## ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ШТОРЫ (ОБЗОР)

Рассмотрен новый тип строительных конструкций — противопожарные шторы, которые предназначены для защиты от теплового излучения пожара, распространения дыма и других опасных факторов. Показано, что такие конструкции могут быть использованы в качестве оптимального решения для снижения пожарной опасности многих типов зданий. Представлены их свойства, конструкции и особенности применения.

**Ключевые слова:** противопожарные конструкции; противопожарные занавесы, шторы и экраны; тепловое излучение пожара; распространение дыма; пожарная безопасность; область применения; преимущества.

### Введение

В Федеральном законе от 22.07.2008 г. № 123 “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности” установлены следующие виды противопожарных преград:

- противопожарные стены;
- противопожарные перегородки;
- противопожарные перекрытия;
- противопожарные разрывы;
- *противопожарные занавесы, шторы и экраны;*
- противопожарные водяные завесы;
- противопожарные минерализованные полосы.

В настоящей работе мы рассмотрим конструкцию, достоинства и особенности применения противопожарных штор — одного из инновационных видов строительных конструкций, применяемых при проектировании и строительстве современных зданий. В современной научной, нормативной и нормативно-технической литературе под термином “противопожарные шторы” понимаются конструкции, препятствующие распространению пожара по зданию и его опасных факторов, в том числе огнезащитные шторы, дымозащитные шторы, огнедымозащитные шторы и т. д. Под этими терминами при всем их разнообразии мы будем понимать шторы, которые препятствуют распространению пожара. В случае возникновения пожара с помощью, например, огнедымозащитных штор можно локализовать очаг возгорания, предотвратить распространение огня, дыма и теплового излучения и тем самым дать возможность успешно провести эвакуацию людей и снизить возможный ущерб.

Выполняя функцию противопожарной преграды, шторы только при необходимости (а именно при возникновении пожара) отсекают отдельные объемы и пути эвакуации от общего пространства здания. Например, противопожарные шторы со степенью защиты EI 60 (или EI 120, EI 180) не позволяют пожару распространяться в соседние помещения.

Противопожарные шторы являются сравнительно новым видом защиты от пожара. Они могут применяться не только при проектировании и строительстве новых сооружений, но и при реконструкции уже эксплуатируемых зданий. Такими средствами противопожарной защиты могут оборудоваться производственные и складские помещения, вокзалы, театры, музеи, торговые центры, крытые парковки автотранспорта и автозаправочные станции, подземные сооружения, гостиницы и офисные здания.

Противопожарные шторы могут устанавливаться на воротные и лифтовые проемы, на окна и в проемы высотой до 8 м и шириной до 40 м, что достигается за счет применения валов с двумя электродвигателями. Особенно эффективно применение противопожарных штор для разделения больших пространств и объемов любой конфигурации на противопожарные отсеки. Это не приводит к большим потерям с точки зрения дизайна помещений и не сокращает их полезный объем. Возможно также применение штор на фасадах соседних строений при их близком расположении друг к другу. В подобных случаях перекрытие световых проемов противопожарными шторами может препятствовать переброске пожара на соседнее здание.

Дымозащитные противопожарные шторы из текстильных материалов являются инновационным решением в сфере обеспечения противопожарной защиты зданий. Они выполняются в разных модификациях. Их преимуществом является то, что для их установки не требуется пересмотр архитектурного проекта здания, они не уменьшают полезную площадь и могут применяться в самых различных помещениях. Их можно использовать в домах престарелых, торговых центрах, отелях, детских учреждениях, аэропортах, музеях, на объектах пищевой и автомобильной промышленности, в подземных гаражах и жилых зданиях.

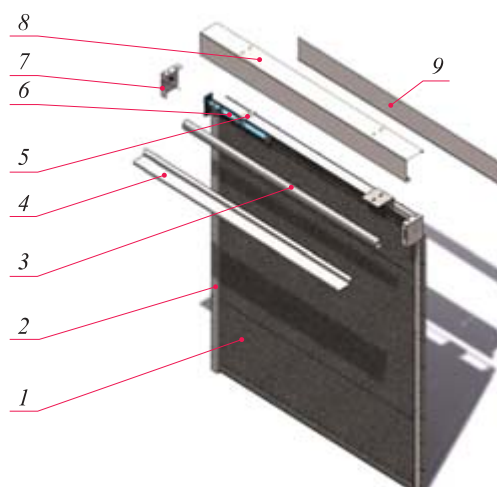
Новаторские технологии и вновь создаваемые конструкции позволяют получать все более эффективные средства пожарной безопасности. Противопожарные шторы становятся популярны в строительстве благодаря их основным качествам: практичности, эстетичному виду и высокой эффективности.

Настоящая работа посвящена конструкциям огнезащитных преград, находящимся как в эксплуатации, так и в стадии разработки.

### 1. Конструкция противопожарных штор

Конструктивное исполнение противопожарных штор показано на рис. 1.

Рулонные противопожарные шторы представляют собой короб, внутри которого находится намотанное на вал полотно шторы. Внутри вала размещается (при необходимости) электропривод. В комплект автоматических противопожарных штор входит панель управления приводом. Управление автоматикой возможно как с кнопочной панели, так и от централизованной системы пожарной сигнализации.



**Рис. 1.** Пример конструктивного исполнения противопожарных штор с управлением электронной автоматической системой: 1 — полотно; 2 — боковая шина; 3 — вал; 4 — направляющая полотно; 5 — монтажный элемент (пластина или уголок); 6 — внутрипильный двигатель; 7 — боковая крышка; 8 — кожух; 9 — задняя крышка

Основным элементом противопожарной шторы является полотно, изготавливаемое из тонкого металла, кремнеземной или стеклянной ткани. Кремнеземная ткань проходит предварительную термообработку с целью максимального уменьшения ее термусадки в случае возникновения пожара. Она имеет термостойкость до 1100 °С.

Полотно шторы, намотанное на вал, остается незаметным до возникновения чрезвычайной ситуации. Эта особенность зачастую является важным практическим и эстетическим преимуществом по сравнению с противопожарными (откатными или распашными) воротами.

Для натяжения полотна противопожарной шторы и плотного прилегания ее к полу после опускания в нижней части полотна предусмотрена профильная планка, которая при поднятом положении шторы запирает верхний короб.

В зависимости от размеров полотна шторы и, соответственно, ее массы должен выбираться тип электропривода, используемого для опускания штор в случае возникновения пожара. Противопожарная штора больших размеров может быть оборудована двумя электроприводами. Необходимость установки второго привода рассчитывается отдельно для каждого случая применения противопожарных штор (например, шторы длиннее 10 м при высоте проема более 4 м).

В конструкции противопожарной шторы применяются металлические элементы: короб из оцинкованного стального листа с установленным в нем валом с электродвигателем и полотном шторы, нижняя планка, боковые направляющие и контрольное оборудование.

Направляющие шины — конструкции из специальных гнутых стальных профилей, предназначенных для обеспечения равномерного опускания полотна шторы и его удержания в этом положении, а также для герметизации проема.

Цветовое оформление облицовки и металлических корпусных элементов конструкций штор может быть выбрано проектировщиком в соответствии с требованиями дизайна помещения.

В условиях пожара в зданиях противопожарная преграда подвергается одностороннему огневому воздействию. Согласно действующим в России нормативным документам по пожарной безопасности проектирование зданий и сооружений осуществляется исходя из стандартного температурного режима пожара, который характеризуется следующей эмпирической формулой:

$$T_f = T_0 + 345 \lg(8t + 1), \quad (1)$$

где  $T_f$  — температура пламени, °С;

$T_0$  — начальная температура, °С;

$t$  — время, мин.

В современных условиях целесообразность внедрения новых технических решений определяется экономической *эффективностью* и *технической необходимостью*. Техническая необходимость обусловлена отсутствием у существующих конструкций требуемых характеристик. Экономическая эффективность заключается в снижении затрат на реализацию нового технического решения по сравнению с существующими.

Исходя из критерия, получившего название критерия приведенных затрат, применение штор целесообразно при выполнении следующего условия:

$$E Z_6 + P_{n1} S_1 [(U_1 + U_2)(1 - P_6) + U_1 P_6] + P_{n2} S_2 [(U_1 + U_2)(1 - P_6) + U_2 P_6] + \mathcal{E}_6 > E Z_n + P_{n1} S_1 [(U_1 + U_2)(1 - P_n) + U_1 P_n] + P_{n2} S_2 [(U_1 + U_2)(1 - P_n) + U_2 P_n] + \mathcal{E}_n, \quad (2)$$

где  $Z_6, Z_n$  — затраты на устройство соответственно базовой и новой конструкций;

$P_{n1}, P_{n2}$  — вероятность пожара в 1-м и 2-м отсеках площадью соответственно  $S_1$  и  $S_2$ ;

$U_1, U_2$  — материальные потери при пожаре в 1-м и 2-м отсеках;

$P_6, P_n$  — надежность соответственно базовой и новой конструкций;

$\mathcal{E}_6, \mathcal{E}_n$  — затраты на эксплуатацию штор соответственно базовой и новой конструкций;

$E$  — коэффициент эффективности капиталовложений.

Из выражения (2) видно, что повышение экономической эффективности конструкций противопожарной шторы в значительной степени обеспечивается уменьшением следующих показателей:

- материальных потерь при пожаре;
- стоимости конструкции;
- затрат на устройство и эксплуатацию конструкции.

## 2. Преимущества противопожарных штор

До сих пор активно применяющиеся в России водяные завесы оказывают значительное разрушающее воздействие на конструкции, отделку и содержимое здания, что приводит к ущербу, сопоставимому с ущербом, вызванным воздействием повышенных температур при пожаре. Это обусловлено большим расходом воды, составляющим до 1 л/с на 1 м ширины проема, и лишь незначительная часть ( $\approx 10\%$ ) этой воды испаряется. В связи с этим было найдено альтернативное водяным завесам техническое решение — противопожарные шторы.

Первые конструкции противопожарных штор появились в Европе в 70-х годах прошлого века и продолжают совершенствоваться сегодня. Бесспорными лидерами в их разработке и производстве являются компании “Stöbich Brandschutz GmbH” (Германия)

и “Coopers Fire” Ltd (Великобритания), чья продукция присутствует и на российском рынке. Данной проблемой занимаются также ученые и инженеры Франции, США, Японии и Китая. На сегодняшний день там разработаны различные конструкции штор, получившие широкое применение не только на внутреннем рынке этих стран, но и за их пределами.

В России противопожарные шторы являются новым техническим решением. Такие конструкции начали разрабатываться лишь в начале 2000-х годов и носили объектно-ориентированный характер. По этой причине количество организаций, занимающихся разработкой и производством противопожарных штор, до сих пор невелико, а технический уровень созданных ими конструкций не позволяет им конкурировать с зарубежными аналогами.

Противопожарные шторы по сравнению с другими огнезащитными конструкциями имеют следующие преимущества:

- технические возможности, которые нельзя реализовать с помощью обычных огнезащитных ворот (большие размеры, направление перекрытия проема и замыкание по уровню пола);
- соответствие архитектурным требованиям, внешний вид, не бросающаяся в глаза огнезащита;
- малая площадь, требуемая под монтаж (250 мм сверху и 100 мм по бокам);
- низкие требования к качеству стен (из-за незначительных сил деформации, возникающих в преграде при пожаре, стены не подвергаются большой нагрузке);
- экономическая выгода от их применения в сравнении с рулонными огнезащитными воротами;
- различные возможные варианты монтажа (на стену, к потолку, на фасад);
- небольшая масса и простота обслуживания (масса 1 м примерно 30 кг; использование сегментных конструкций для удобства встраивания).

Известен способ формирования противопожарных преград большой ширины путем установки нескольких конструкций противопожарных штор со взаимным перекрытием полотен, предотвращающим проникновение опасных факторов пожара за пределы противопожарной преграды.

В горизонтальных шторах, устанавливаемых в проемах перекрытий, перевод рабочего полотна из одного положения в другое осуществляется с помощью электродвигателя. При этом отсекающая шина фиксирована, а развертывание рабочего полотна осуществляется как вращательным, так и поступательным движением вала, который имеет плавающее позиционирование.

Направление перекрытия проемов может быть как вертикальным, так и горизонтальным. Возмож-

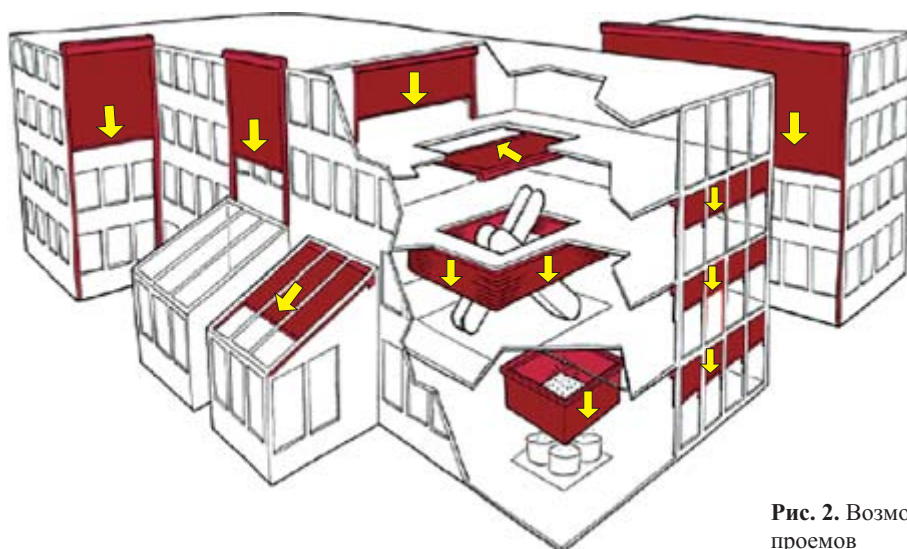


Рис. 2. Возможные направления перекрытия проемов

ные направления перекрытия проемов противопожарными шторами показаны на рис. 2.

Возможные варианты применения систем противопожарных штор иллюстрируются на рис. 3.

Противопожарные шторы используются:

- для ограждения локальных оконных и дверных проемов, закрытых стандартными окнами и дверями из неогнестойких материалов (пластико-

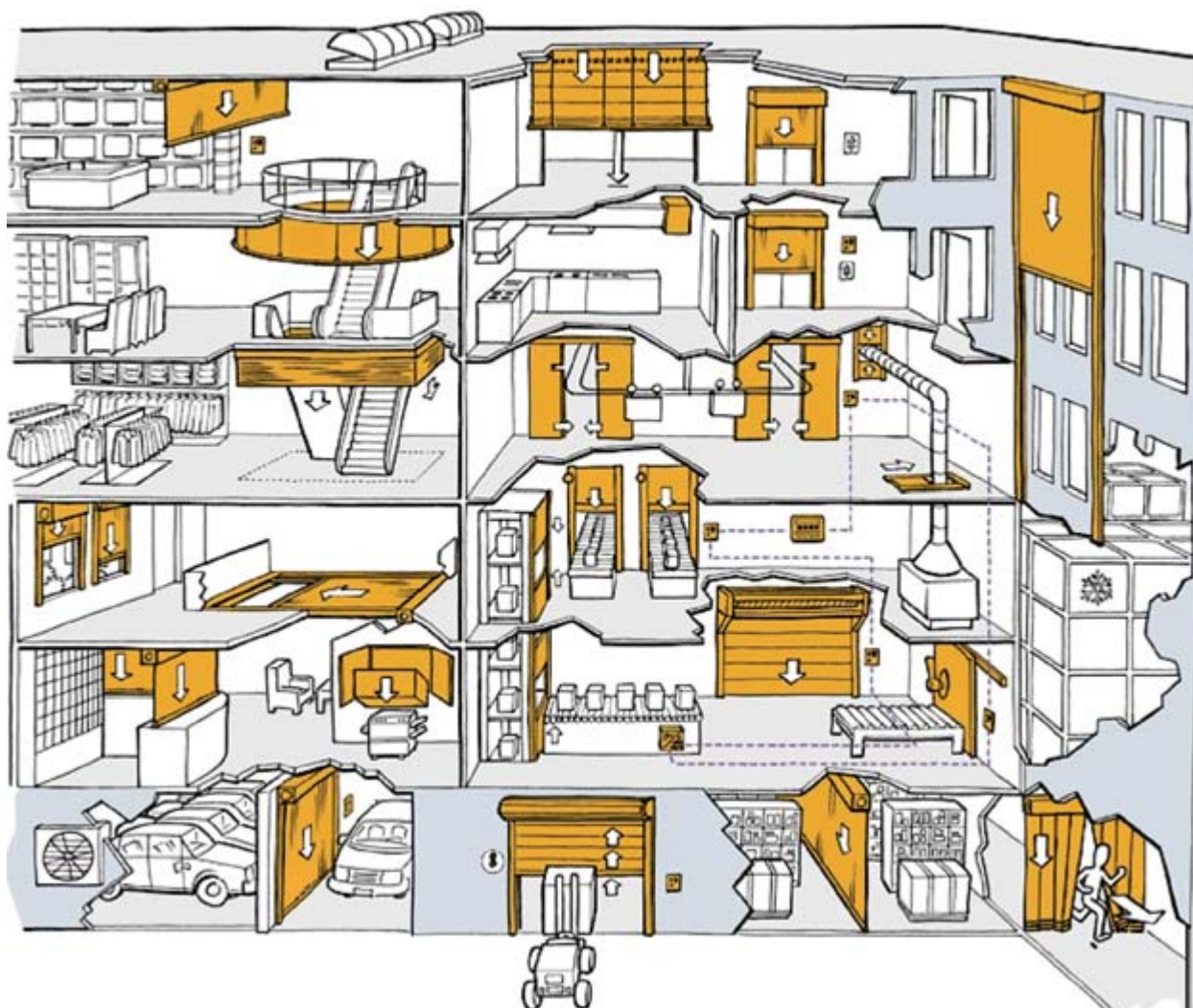


Рис. 3. Возможные варианты применения противопожарных штор



**Рис. 4.** Варианты расположения противопожарных штор с крестообразным (а), полигональным (б) и Т-образным (в) стыком полотен

вые, деревянные, алюминиевые, комбинированные окна, деревянные, стеклянные, металлические двери и двери из материалов на основе продуктов переработки древесины);

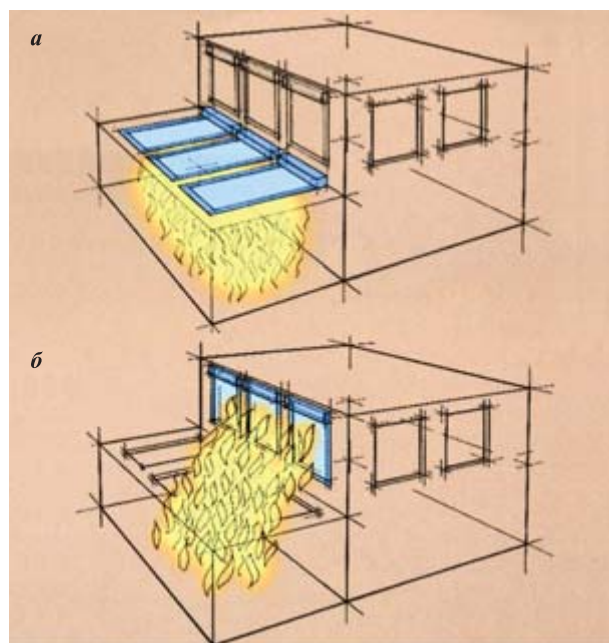
- для защиты от огня и продуктов сгорания эвакуационных выходов — лестничных проемов, атриумов, эскалаторов, причем возможно сочленение полотен с высокой герметичностью под углом и создание автономной защиты вне зависимости от наличия жестких опор;
- для зонирования отдельных участков площадей офисов, паркингов;
- для ограждения от огня и дыма значительных по площади участков кинотеатров, торговых центров, концертных залов;
- для блокирования отдельных участков конвейерных линий в масштабных производствах;
- для блокирования распространения огня и дыма между этажами (горизонтальное исполнение);
- для локализации пожара и дыма в отдельных пролетах здания при ограждении части фасада снаружи;
- для защиты отдельно стоящего дорогостоящего или опасного (в случае возгорания) оборудования.

Специальные противопожарные шторы предназначены для локализации огня и дыма с целью быстрой и удобной эвакуации людей из мест их большого скопления.

Рекомендуемые варианты расположения огнезащитных штор в зависимости от места возникновения пожара в здании показаны на рис. 4.

### 2.1. Припотолочные противопожарные шторы

Наличие проемов в ступенчато расположенных крышах строений, не имеющих требуемой огнестой-



**Рис. 5.** Варианты расположения противопожарных штор в потолочных проемах с горизонтальным перемещением полотна (а) и в стенных проемах с вертикальным перемещением полотна (б)

кости и расположенных в 5-метровой зоне от вертикальной стены, требует применения средств огнезащиты в виде противопожарных штор (рис. 5).

Преимуществами подобной системы являются:

- огнезащита строительных конструкций, находящихся в зоне потолочных проемов;
- отсутствие необходимости в использовании огнестойкого остекления;
- возможность монтажа на потолке или стене;
- возможность защиты от переброски пожара через световые купола, встроенные со стороны крыши, в течение 30 мин.

Примеры использования противопожарных штор в потолочных проемах показаны на рис. 6.

### 2.2. Фасадные противопожарные шторы

Противопожарное расстояние между зданиями указано в строительных нормах и составляет 3–5 м. Оно может быть уменьшено за счет применения ог-



**Рис. 6.** Примеры использования огнезащитных штор в потолочных проемах



Рис. 7. Использование фасадных штор в зданиях торговых центров

незащитных штор в проемах здания. Перекрытие световых проемов должно быть соответствующим (не менее 3–5 м) и препятствовать распространению пожара за пределы горящего здания. Это требование становится особенно актуальным при строительстве автозаправочных станций в черте городов, что в случае возникновения на них пожара может привести к его распространению на соседние сооружения.

Достоинствами фасадных противопожарных штор является:

- хорошая встраиваемость в фасады;
- идеальное техническое решение при реставрации и ремонте старых строений;
- отсутствие ограничений в использовании существующих помещений;
- возможность применения открывающихся окон;
- допустимость использования неогнестойкого остекления.

Примеры использования фасадных огнестойких штор в зданиях показаны на рис. 7.

Натуральные огневые испытания показали условия переброски пожара через оконные проемы по внешней стене с этажа на этаж. В шестизэтажном жилом доме был инсценирован пожар в комнате с пожарной нагрузкой  $600 \text{ МДж/м}^2$  в виде штабеля древесины. Для выявления условий распространения пожара через окно в огнестойкой наружной стене одно окно этажом выше было защищено огне-

стойкой преградой, а параллельное ему окно было оставлено незащищенным. В процессе испытаний было выявлено, что в вышерасположенном окне, закрытом огнезащитной преградой, распространение пожара было надежно предотвращено. В то же время в окне, не имевшем защиты, на 28-й минуте испытания загорелись оконные шторы.

### 2.3. Защита конвейерных проемов

Во многих производственных помещениях используются различные типы конвейеров (ленточные, роликовые, цепные и др.), проходящие через проемы в стенах и потолках, которые в свою очередь проектируются огнестойкими и разделяют помещения на пожарные отсеки (далее — проходящие конвейеры).

Для защиты подобных проемов с проходящими конвейерными системами могут быть применены специальные огнезащитные преграды, которые должны иметь:

- механический и электрический контакт с конвейером;
- автоматическую систему управления;
- систему аварийного энергообеспечения;
- собственный привод;
- герметичность (отсутствие зазоров);
- возможность и допустимость периодического осмотра.

При проектировании преграды конвейерной линии необходимо учитывать ряд условий:

- огнезащитная преграда, постоянно находящаяся в открытом состоянии, должна быть снабжена удерживающим устройством;
- если преграду конвейерной линии после ее опускания не представляется возможным привести в исходное положение, то в этом случае она должна быть снабжена моторным приводом;
- должно быть обеспечено беспрепятственное опускание огнезащитной преграды, при этом должна быть исключена возможность нахождения непосредственно под шибером транспортируемых грузов или других предметов.

В настоящее время разрабатывается беззаярная конвейерная система, которая может применяться для любых типов конвейеров: ленточных, роликовых, цепных, гусеничных, цепных, в том числе для транспортировки газет и бумаги. Пример такой системы показан на рис. 8.

Шибера и конвейер в подобной системе обеспечивают плотное перекрытие: зазоры при возгорании заполняются огнезащитным вспучивающимся материалом. Опускание шибера может осуществляться без применения внешней энергии, а его возврат в исходное положение — посредством мотора или вручную. Блок управления предназначен для



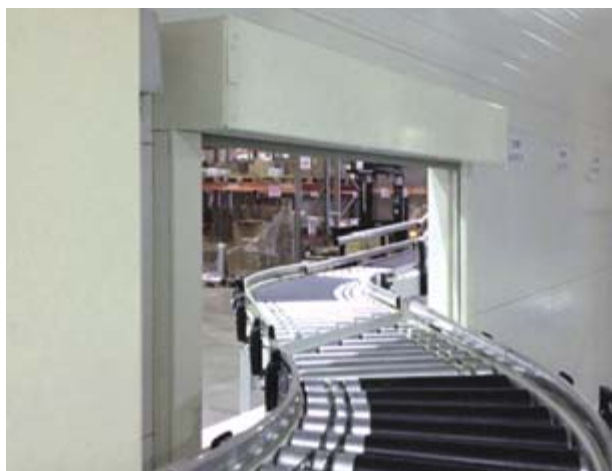
**Рис. 8.** Общий вид беззорной системы для подвесных конвейеров

управления сигналами на срабатывание, осуществления взаимодействия с конвейером, контроля перекрываемого пространства.

Конструкция преграды конвейерных проемов должна обеспечивать герметизацию проемов ман-



**Рис. 9.** Преграды для проходящих роликовых конвейеров в открытом (а) и закрытом (б) состоянии



**Рис. 10.** Преграды для конвейеров, транспортирующих багаж

жетами из огнезащитных материалов, что не удается достичь иными способами, при использовании других конструкций, например дверей или ворот. Подобная герметизация необходима для предотвращения распространения пожара в соседнее помещение, а также для отвода тепла от металлических частей конвейера, температура которых может превышать допустимую ( $180^{\circ}\text{C}$ ) на противоположной от горения стороне.

Примеры преград для проемов проходящих конвейеров показаны на рис. 9.

Вид преграды для проходящего ленточного конвейера, транспортирующего багаж, представлен на рис. 10.

### 3. Технические характеристики противопожарных штор

Современные огнезащитные шторы управляются электронной автоматической системой, которая присоединена к центральной пожарной сигнализации, дымовым извещателям и другим системам оповещения и защиты (табл. 1). В то же время производители предлагают различные виды приводов, использующих и не использующих электроэнергию для опускания штор в случае пожара.

Система привода шторы, основанная на использовании силы тяжести, обеспечивает опускание шторы вне зависимости от наличия электроэнергии в сети, что является дополнительным преимуществом при защите персонала зданий.

### 4. Материалы для противопожарных штор

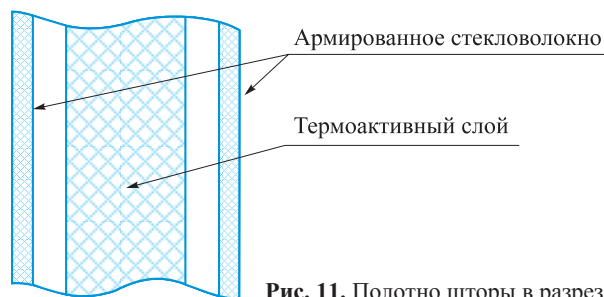
В настоящее время для противопожарных штор применяются тонкая эластичная сталь и кремнеземный материал, обеспечивающие предел огнестойкости IE60. Основу полотна противопожарных штор составляют кремнеземные ткани, которые после

**Таблица 1.** Технические характеристики выпускаемых в настоящее время противопожарных штор

| Параметр                                              | Значение параметра                                                        |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <i>Перекрываемый проем</i>                            |                                                                           |
| Габаритные размеры, м:                                |                                                                           |
| ширина                                                | От 0,8 до 40                                                              |
| высота                                                | От 0,5 до 8                                                               |
| <i>Верхний короб и вертикальные направляющие</i>      |                                                                           |
| Габаритные размеры короба, мм:                        |                                                                           |
| ширина                                                | От 190 до 450                                                             |
| высота                                                | От 190 до 450                                                             |
| Материал                                              | Сталь листовая 2 мм                                                       |
| Покрытие                                              | Порошковая окраска или оцинкованная сталь                                 |
| Цвет металлоконструкции                               | На выбор                                                                  |
| <i>Полотно шторы</i>                                  |                                                                           |
| Материал, ткань                                       | Стекловолокно с армированием нержавеющей проволокой и термостойкой тканью |
| Масса 1 м, кг                                         | 30                                                                        |
| <i>Прочие характеристики</i>                          |                                                                           |
| Предел огнестойкости                                  | EI60; EI120; E60; E120; E180                                              |
| Скорость перекрытия проема в случае возгорания, м/с   | 0,06–0,30                                                                 |
| Напряжение электропитания привода, В / Ток, Гц        | 220/50 (переменный)                                                       |
| Мощность привода, Вт                                  | 400–500                                                                   |
| Наличие кнопки для поднятия шторы при эвакуации людей | Обязательно                                                               |
| Периодичность проверки работы шторы на опускание      | 1 раз в 3 мес                                                             |

пропитки огнестойким составом относятся к категории негорючих материалов (НГ).

Полотно шторы состоит из трех (или пяти) слоев (рис. 11). По краям расположены два слоя из кремнеземной ткани (рис. 12), между которыми находится стекловата. Общая толщина шторы в зависимости от необходимого предела огнестойкости конструкции достигает 7 мм. Такой материал может длительно выдерживать температуру 1400 °С и кратковременно — до 1700 °С. Для обеспечения такой (или большей) огнестойкости предлагается использовать материалы на основе стеклянного или базальтового волокна (рис. 13). Для материала на основе стеклянного волокна целесообразна дополнительная огнезащитная обработка. Полотно штор из стеклянного или базальтового волокна требует испытаний для определения его огнестойкости.

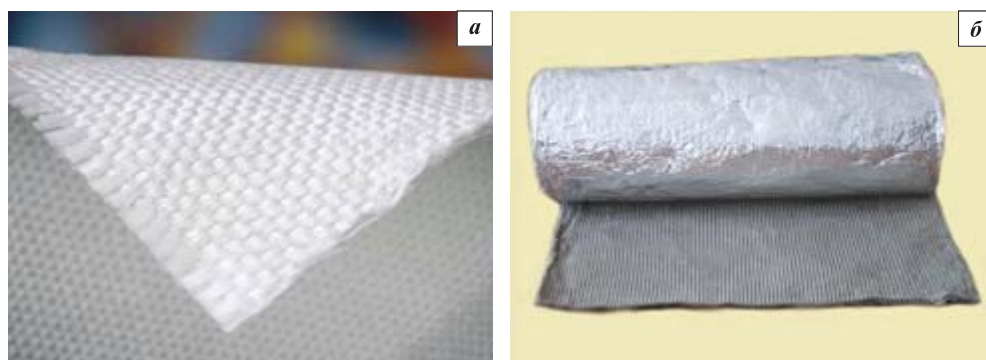
**Рис. 11.** Полотно шторы в разрезе**Рис. 12.** Кремнеземная ткань

Сравнительная характеристика тканей на основе минеральных волокон приведена в табл. 2.

Наиболее перспективными волокнистыми материалами для теплоизолирующего слоя рабочего полотна являются рулонные нетканые материалы. Они обычно имеют толщину 5–16 мм и поперечное армирование, выполняемое по прошивной или иглопробивной технологии. Прошивная технология заключается в простегивании исходного холста непрерывной нитью с мелким шагом на вязально-прошивной машине. По иглопробивной технологии поперечное армирование осуществляется путем ориентации волокон исходного холста в поперечном направлении, которая реализуется посредством игл, внедряемых в холст с частым шагом. Описанные технологии позволяют добиться более равномерного распределения плотности материала по площади и существенно повысить его прочность по сравнению с неструктурированной ватой.

Известны рулонный прошивной материал на основе базальтовых волокон МБОР с поверхностной плотностью 100 кг/м<sup>2</sup> (ЗАО “Тизол–Огнезащита”, г. Нижняя Тура) и рулонный иглопробивной материал на основе кремнеземных волокон (ИПП-КВ) с поверхностной плотностью 140–200 кг/м<sup>2</sup> (НПО “Стеклопластик”, г. Зеленоград Московской обл.).

Обычно теплопроводность данных материалов при температуре 120 °С тем ниже, чем меньше их плотность. Однако при температурах среды пожара зависимость теплопроводности материалов от их плотности меняется на противоположную. Кроме того, в силу химической природы волокон и структуры сформированных из них материалов наиболее



**Рис. 13.** Ткань из стекло-волокна (а) и рулонный базальтовый материал (б)

термостойким материалам свойственна оптическая прозрачность. Это дополнительно повышает их теплопроводность в области высоких температур.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод о невозможности существенного уменьшения массы и толщины рабочего полотна, сформированного из волокнистых материалов, при заданном пределе огнестойкости. Равно как нельзя добиться и существенного повышения предела огнестойкости конструкции при заданной толщине рабочего полотна.

Уменьшения толщины рабочего полотна в исходном состоянии можно достичь применением в качестве теплоизолирующего слоя или его части терморасширяющегося покрытия. Характерным примером такого технического решения является рабочее полотно, разработанное специалистами компании “Stöbich Brandschutz GmbH”.

Наиболее прогрессивным пассивным способом обеспечения огнестойкости является композиционный способ, основанный на создании в ограждающей части противопожарной преграды многослойной структуры из теплоизоляционных и огнезащитных материалов различного типа, сочетание которых обеспечивает максимальную эффективность конструкции для заданных условий работы.

Применительно к решаемой задаче заслуживает интерес композиционный способ, основанный на сочетании слоев из пористо-волокнистых материалов со слоями, содержащими разлагающуюся при нагревании кристаллическую воду.

Сухой теплоизоляционный материал за счет низкой теплопроводности позволяет постепенно снизить температуру среды пожара до некоторой величины. При этом в содержащем воду слое поддерживается постоянная температура — 100 °С.

Данное техническое решение позволяет продлить эффект стабилизации температуры и, следовательно, повысить предел огнестойкости либо снизить массу конструкции. Однако применительно к конструкции рабочего полотна противопожарной шторы повышение предела огнестойкости окажется незначительным. Это связано с тем, что количество

**Таблица 2.** Сравнительная характеристика тканей на основе минеральных волокон

| Ткань        | Страна-производитель | Поверхностная плотность ткани, кг/м <sup>2</sup> | Температура применения, °С | Стоимость 1 м <sup>2</sup> , руб. |
|--------------|----------------------|--------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Стеклоянная  | Россия               | 590–660                                          | 550                        | 82                                |
| Базальтовая  |                      |                                                  | 1450                       | 270                               |
| Кремнеземная |                      |                                                  | 1200                       | 330                               |
| Кварцевая    |                      |                                                  | 1300                       | 3200                              |
| Protex 1100  | Германия             |                                                  | 1100                       | 4650                              |

воды в соответствующем слое ограничено, поскольку он вследствие относительно высокой плотности подходящих для его формирования материалов и необходимости сохранения толщины и массы конструкции на приемлемом уровне может иметь достаточно малую толщину. Упомянутые материалы, как правило, представляют собой плиты и покрытия на минеральных связующих и характеризуются, соответственно, существенной жесткостью и хрупкостью. Это затрудняет их применение в конструкции рабочего полотна, которая должна обладать достаточной гибкостью.

В известных активных способах обеспечения огнестойкости конструкций отвод тепла от ограждающей части осуществляется заградительным и пленочным охлаждением, а также поглощением тепла за счет испарения охлаждающей жидкости.

Известные активные способы обеспечения огнестойкости конструкций основаны на использовании охлаждающей жидкости, которая может подаваться непосредственно на обогреваемую поверхность защищаемого объекта или применяться для формирования самостоятельной защитной завесы. В данном случае процесс теплопередачи от источника к защищаемому объекту в зависимости от конкретного способа может происходить как в нестационарном, так и в стационарном режиме.

**Таблица 3.** Технические характеристики огнезащитной ткани Protex 1100P

| Показатель                                              | Значение показателя |
|---------------------------------------------------------|---------------------|
| Масса 1 м <sup>2</sup> ткани, г                         | 660                 |
| Толщина, мм                                             | 0,63                |
| Разрывная нагрузка, Н/см:                               |                     |
| по основе                                               | 1000                |
| по утку                                                 | 900                 |
| Огнестойкость:                                          |                     |
| выдерживаемая температура, °С                           | 1100                |
| время, мин                                              | 180                 |
| Масса полиуретанового напыления на 1 м <sup>2</sup> , г | 20                  |

Как уже упоминалось выше, в качестве противопожарных ограждений в зданиях могут применяться водяные завесы, создаваемые спринклерной или дренчерной системой. Однако существенным недостатком такого устройства являются низкие противодымные защитные свойства. Это побудило компанию “Stöbich Brandschutz GmbH” создать новую конструкцию противопожарной шторы, описанную выше, сочетающую водяную завесу с тканевым рабочим полотном.

В Европе наибольшее распространение получили противопожарные шторы, рабочее полотно которых изготавливается из одного слоя термостойкой и жаропрочной ткани, что обусловлено следующими факторами:

- относительно низкой стоимостью;
- компактностью и малой массой;
- особенностями нормативно-правовой базы, допускающей компенсацию отсутствия теплоизолирующей способности дополнительными мероприятиями, например введением безопасного расстояния между противопожарной преградой и потенциальной пожарной нагрузкой.

Характерным примером термостойкой и жаропрочной ткани, используемой в качестве рабочего полотна в противопожарных шторах “Fibershield”, является Protex 1100P. Данная ткань вырабатывается из термостойких, предположительно кварцевых, стеклонитей и усиливается нитями из нержавеющей стали. Она имеет плотную структуру, препятствующую прониканию дыма. Для повышения стойкости ткани к истиранию и герметичности по отношению к дымовым газам на нее могут наноситься полиуретановое покрытие. Технические характеристики ткани Protex 1100P приведены в табл. 3.

*(Продолжение следует)*

*Материал поступил в редакцию 15.01.2015 г.*



## Издательство «ПОЖНАУКА»

Представляет книгу

**А. А. Антоненко, Т. А. Буцынская, А. Н. Членов.**  
**ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ КОМПЛЕКСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**  
**БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ : учебно-справочное пособие**  
 / Под общ. ред. д-ра техн. наук А. Н. Членова. —  
 М. : ООО “Издательство “Пожнаука”, 2010. — 210 с.



В учебно-справочном пособии изложены основы современного подхода к проблеме комплексного обеспечения безопасности объектов хозяйствования с помощью технических средств и систем; приведены сведения о технической эксплуатации комплексных систем безопасности, а также справочно-методическая информация для решения практических задач по эксплуатации. Дано основное содержание эксклюзивной разработки — ГОСТ Р 53704–2009 “Системы безопасности комплексные и интегрированные”, входящего в отраслевой комплект нормативно-технической документации по данной проблеме.

Книга предназначена для практических работников в области систем безопасности и может быть использована как учебное пособие для подготовки и повышения квалификации специалистов соответствующего профиля.

121352, г. Москва, а/я 43; тел./факс: (495) 228-09-03; e-mail: mail@firepress.ru