

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОДЯНОГО ОРОШЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЛИСТОВОГО И ЗАКАЛЁННОГО СТЕКЛА

Проведён анализ влияния водяного орошения на пожароустойчивость светопрозрачных конструкций. Приведен обзор проведенных испытаний образцов листового и закалённого стекла на "малой огневой печи" и крупномасштабной установке. Доказана эффективность водяного орошения для защиты данных видов стекол.

Ключевые слова: водяное орошение, стекло, дренчерные оросители.

M.M. Kaziev, E.V. Zubkova, V.I. Bezborodov

EFFECTIVENESS OF WATER IRRIGATION FOR PROTECTION SHEET AND TEMPERED GLASS

The analysis of influence of water irrigation on the fire resistance of transparent constructions. An overview of the tests of samples sheet and tempered glass in the "small fiery furnace" and in the large-scale installation is provided. Article proves the efficiency of water irrigation for protection of these types of glasses.

Key words: water irrigation, glass, transparent constructions, drenchers.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 28 августа 2014 г.

Пожары в высотных зданиях приобретают весьма крупные масштабы. Иногда достаточно 20 минут, чтобы фасад здания был полностью охвачен огнём. Одной из причин таких последствий является то, что в этих зданиях используется большое количество такого стекла, как наружные несущие стены, заполнение проёмов в строительных конструкциях и внутренние перегородки. А стекло зачастую используется закалённое, которое, как известно, может иметь предел огнестойкости только по целостности, но не выполняет теплоизолирующую функцию, что и может способствовать распространению пожара. Поэтому необходимо защищать светопрозрачные конструкции от воздействия пожара. Рассмотрим *несколько способов повышения пожароустойчивости светопрозрачных конструкций.*

Конструктивный способ:

- усиление конструкции с использованием добавления дополнительного слоя (стекла, плёнки);
- использование огнестойкого стекла с гелевым заполнением.

Защита имеющегося стекла от теплового воздействия с использованием:

- противопожарных штор;
- дренчерных завес;
- водяного орошения светопрозрачного заполнения.

Водяное орошение на данный период является наиболее эффективным способом уменьшения площади пожара или же тушения возгорания на раннем этапе. Уменьшая материальный ущерб, это также способ локализации пожара до приезда пожарных и обеспечения безопасной эвакуации людей. Является одним из самых распространённых способов защиты от пожара. Требования, предъявляемые к устройству водяного орошения, и перечень зданий, которые подлежат обязательному оборудованию **автоматическими установками пожаротушения (АУП)** (СП 5.13130.2012 "Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования").

Рассмотрим, что из себя представляют АУП. Они предназначены для тушения или локализации пожара.

По принципу действия **установки водяного пожаротушения** подразделяются на **спринклерные** и **дренчерные**. Они получили своё название от английских слов sprinckle (брызгать, моросить) и drench (мочить, орошать).

Спринклерные установки предназначены для обнаружения и локального тушения пожаров, охлаждения строительных конструкций и подачи сигнала о пожаре.

Дренчерные установки служат для обнаружения и тушения пожаров по всей защищаемой площади, а также для создания водяных завес.

Спринклерные установки водяного пожаротушения, в зависимости от температуры воздуха в защищаемых помещениях, бывают: **водозаполненные** – для помещений с минимальной температурой воздуха 5 °С и выше; **воздушные** – для неотапливаемых помещений зданий, с минимальной температурой воздуха ниже 5 °С.

Автоматическое включение дренчерных установок осуществляется от побудительной системы с тепловыми замками или спринклерными оросителями, от автоматических пожарных извещателей, а также от технологических датчиков [4].

Номинальная температура срабатывания спринклерных оросителей или распылителей должна выбираться в зависимости от температуры окружающей среды в зоне их расположения, согласно пункту 5.1.1.6 ГОСТ Р 51043 [1]. Наименьшая температура срабатывания спринклерного оросителя – 57 °С. Учитывая особенность срабатывания спринклерной системы, можно сделать вывод о том, что при возникновении пожара и роста температуры спринклеры, которые будут поставлены на защиту светопрозрачного заполнения строительных конструкций, сработают в тот момент, когда стекло уже будет нагрето свыше 50 °С, что приведёт к быстрому разрушению листового и закаленного стекла. Следовательно, необходимо для защиты данных видов стёкол применять дренчерные оросители.

Согласно статье 91 ФЗ № 123, помещения, здания, сооружения и строения, в которых предусмотрена система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, оборудуются **автоматическими установками пожарной сигнализации и (или) пожаротушения (АУПТ)** в соответствии с уровнем пожарной опасности на основе анализа пожарного риска.

Перечень данных объектов, подлежащих обязательному оснащению АУПТ, приведён в приложении А, группы помещений, разделённые по пожарной нагрузке, приведены в приложении Б, а интенсивность, расход и т.п. – в таблице 5.1 СП5.13130.2012 [2].

Согласно приложению А [2], здания высотой более 30 м общественного назначения; предприятия торговли и помещения библиотек, цирков, картинных галерей, концертных и киноконцертных залов, магазинов, зданий управлений, гостиниц, больниц должны оборудоваться АУПТ. Также эти типы зданий можно отнести к зданиям с массовым пребыванием людей. Следовательно, при возникновении пожара увеличивается риск гибели большого количества людей. Следует обратить внимание на то, что в данных видах зданий зачастую используются светопрозрачные строительные конструкции (витрины, фасады, перегородки, атриумы), которые занимают значительные площади в объёме здания. Можно сделать вывод, о том, что при возникновении пожара возможность попадания воды на стекло велика. Но и стекло в строительстве используется разное в зависимости от вида конструкции. Поэтому необходимо изучить "поведение" всех типов стекла, используемого в строительстве, во время пожара, если на него будет попадать вода.

Рассмотрим наиболее распространённое стекло в строительстве – листовое, так как оно недорогое и его производство менее трудозатратное, в отличие от других видов стёкол. Однако листовое стекло нельзя использовать в высотных зданиях с большой площадью остекления. Это связано с тем, что во время разрушения такого стекла образуются осколки с острыми краями, которые могут при падении поранить человека. Поэтому в таких зданиях используют "**безопасное**" **закалённое стекло**, во-первых, предел огнестойкости данного стекла больше, чем у листового (листовое стекло выдерживает менее 10 мин); во-вторых, при разрушении стекло рассыпается на мелкие кусочки, которые **не имеют острых краёв**. Применение закалённого стекла имеет свои недостатки, связанные с особенностями конструктивного исполнения и монтажа. Например, закалённое стекло нельзя резать и нужно проводить закалку с фиксированными его размерами. [3] Помимо закалённого стекла в высотных зданиях и в зданиях с большой площадью остекления используется огнестойкое стекло. **Огнестойкое стекло** – это многослойная конструкция из обычного листового стекла, которое чередуется с гелевым заполнением или с плёнкой.

Были проведены испытания с целью узнать, как повлияет водяное орошение на различное светопрозрачное заполнение строительных конструкций.

В Академии ГПС МЧС России в 2008 году проводились исследования "поведения" непожаростойкого остекления (закалённое, листовое стекло) при орошении его водой во время пожара. Испытания были проведены на экспериментальной установке "Малая огневая печь" в условиях "стандартного" температурного режима пожара. Испытания показали, что орошение светопрозрачных конструкций водой не увеличивает их предел огнестойкости.

При испытании *листового стекла* толщиной 4 и 5 мм без орошения водой оно разрушалось через 3-4 минуты соответственно, а с орошением обогреваемой поверхности водой – через 85 и 95 секунд (трескались на 10-й секунде).

Закалённое стекло толщиной 5 мм не разрушилось в течение 30 минут. При орошении водой с обогреваемой стороны – разрушилось через 13 минут 20 секунд.

При попадании воды на поверхность нагретого до температуры 313 °С стекла, оно через 1-2 секунды разрушается. Орошение проводилось с использованием медной трубки диаметром 6 мм и длиной 340 мм. На трубке было сделано 18 отверстий диаметром 2 мм (рис 1.) [3].

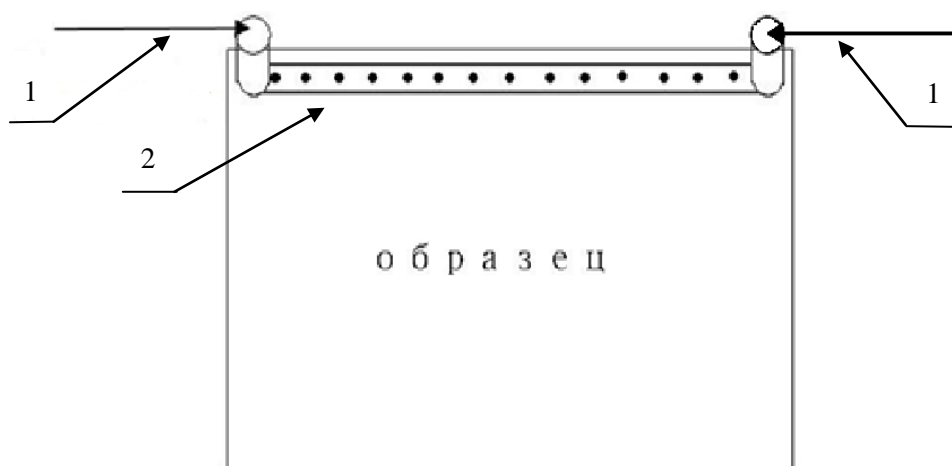


Рис. 1. Схема расположения оросительной трубки на образце:
1 – подвод воды; 2 – медная трубка

Данные испытания показали негативное влияние водного орошения на пожароустойчивость листового и закалённого стекла. Во время испытания вода собиралась в "ручейки" и в основном растрескивание происходило на границе воздействия воды. Связано это с тем, что вода способствует росту внутренних напряжений из-за разности температур. Как известно, стекло при нагревании расширяется и при неравномерном охлаждении происходит деформация кристаллической решётки, вследствие чего происходит растрескивание и разрушение образца. Также при попадании воды на уже нагретое стекло возникал резкий перепад температур и ускорялся процесс растрескивания стекла.

В 2012 году на территории филиала ВНИИПО г. Оренбург были проведены испытания с водяным орошением на крупномасштабной установке закалённого, листового и многослойного стекла. Был получен совершенно противоположный результат.

Испытания листового стекла проводились в условиях "стандартного" температурного режима пожара. Орошение осуществлялось с обогреваемой стороны с использованием медной трубки, установленной в верхней части образца, с различными расходами (0,38 и 0,52 л/с·м).

Рассмотрим результаты, приведённые в табл. 1.

Таблица 1

**Результаты испытания листового стекла
размером 1305×1605 мм, толщиной 4, 5 и 6 мм**

№ п/п	Вид образца	Без орошения		С орошением			
		Критическая температура, °С	Время разрушения образца, с	Средняя температура, °С		Время разрушения образца, мин	
				Расход 0,38 л/с·м	Расход 0,52 л/с·м	Расход 0,38 л/с·м	Расход 0,52 л/с·м
1	Листовое стекло 4 мм	95	74	-	-	-	-
2	Листовое стекло 5 мм	72	66	49	37	18	45
3	Листовое стекло 6 мм	116	97	-	-	-	-

Как видно из представленной таблицы, потеря целостности испытуемого образца наступает на второй минуте без орошения, но при орошении стекла с обогреваемой стороны данный показатель увеличивается. Также можно сделать вывод о том, что при увеличении расхода снижается температура образца и увеличивается его пожароустойчивость.

Испытания закалённого стекла размером 1305×1605 мм, толщиной 4, 5 и 6 мм) проводилось также в условиях "стандартного" температурного режима пожара. Единственное отличие, орошение производилось с обогреваемой стороны не только с использованием медной трубки, но и с использованием дренчерных оросителей для защиты стекла:

1 способ – с использованием медной трубки, установленной в верхней части образца, с различными расходами (0,38 и 0,52 л/с·м).

2 способ – с использованием дренчерного оросителя ЗВН – 8 (рис. 2) расход 0, 52 л/с·м.

Полученные результаты представлены в табл. 2.



Рис. 2. Дренчерный ороситель ЗВН

Результаты испытаний закаленного стекла на крупномасштабной установке

№ п/ п	Вид образ- ца	Без орошения			С орошением					
		Критическая температура, °С	Время потери теплоизолирующей способности I, с	Время потери изолирующей способности W, с	Средняя температура, °С			Время разрушения образца, мин		
					Расход 0,38 л/с м	Расход 0,52 л/с м	ЗВН – 8 расход 0,52 л/с м	Расход 0,38 л/с м	Расход 0,52 л/с м	ЗВН – 8 расход 0,52 л/с м
1	Зака- лённое стекло 4 мм	270	135	147	-	-	-	-	-	-
2	Зака- лённое стекло 5 мм	330	116	196	56	19	18	< 62	< 65	< 60
3	Зака- лённое стекло 6 мм	350	118	213	-	-	-	-	-	-

Как видно из табл. 2, предельные состояния – потери изолирующей способности по признакам *I* и *W* – наступали в среднем на третьей минуте. Потеря целостности не наступала на протяжении всего испытания. При защите закалённого стекла водой его пожароустойчивость возрастает до 1 часа. При использовании дренчерного оросителя температура на образце снижается гораздо эффективнее, это связано с тем, что данный вид орошения позволяет орошать по всей площади и не позволяет воде собираться в ручейки, в отличие от перфорированной трубки. Так же, как и в испытаниях с листовым стеклом, можно сделать вывод, о том, что увеличение расхода воды снижает температуру на образце и увеличивает его пожароустойчивость.

Различия полученных результатов испытаний 2008 и 2012 годов объясняется тем, что использовались стекла различного размера: чем меньше образец, тем лучше он прогревается, значит – при попадании воды даже в самом начале испытания перепад температур будет больше, нежели при крупно-масштабных испытаниях, что и способствует скорейшему разрушению стекла.

Были проведены испытания с орошением необогреваемой стороны образца. Полученные данные показали неэффективность применяемого способа орошения, так как образец разрушался уже на 1 мин. Объяснить это можно тем, что происходит резкий перепад температур на поверхности образца с обогреваемой и необогреваемой сторон ($t_1 > t_2$) (рис. 3). Разность температур вызывает рост напряжений и происходит разрушение стекла.

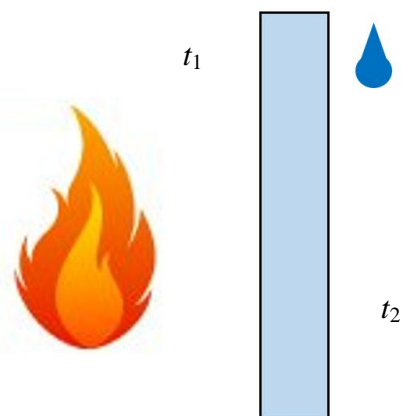


Рис. 3. Схематическое изображение проведенного испытания

Проведенные испытания показали эффективность водяного орошения крупномасштабных образцов светопрозрачного заполнения строительных конструкций. Но следует отметить ряд особенностей такой защиты стекла:

во-первых, необходимо добиться равномерного орошения светопрозрачного заполнения (как показали испытания на маломасштабной установке, если вода собирается в "ручейки", то разрушение образцов происходило на получившейся границе охлаждения);

во-вторых, при попадании воды на нагретое листовое и закаленное стекло, его разрушение наступает гораздо раньше из-за "температурного шока";

в-третьих, орошение листового и закаленного стекла с необогреваемой стороны также приводит к скорейшему разрушению из-за большого перепада температур;

в-четвертых, необходимо использовать дренажные оросители для защиты данных видов стекла.

При учёте данных особенностей возможно предотвратить разрушения стекла во время пожара в течение 30 мин и более в зависимости от вида стекла и расхода воды, подаваемой на защиту.

Литература

1. **Технический** регламент о требованиях пожарной безопасности (Утв. Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ).
2. **ГОСТ Р 51043- 2002.** Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования. Методы испытаний.
3. **СП 5.13130.2012.** Системы противопожарной защиты установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.
4. **Казиев М.М., Зубкова Е.В.** Влияние водяного орошения на огнестойкость светопрозрачных строительных конструкций // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. 2014. № 1. С. 28-33.
5. **Бабуров В.П., Бабурин В.В., Фомин В.И., Смирнов В.И.** Производственная и пожарная автоматика. В 2 ч. Ч. 2. Автоматические установки пожаротушения. М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. 26 с.
6. **Казиев М.М., Подгрушный А.В.** Разрушение светопрозрачных строительных конструкций при тепловом воздействии в условиях пожара // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2009. № 2. С. 5-9.