

**А. Н. ПАХОМОВ, Н. Ц. ГАТАПОВА, Ю. В. ПАХОМОВА**

# **ДРЕНЧЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ**



**Тамбов  
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»  
2023**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тамбовский государственный технический университет»**

**А. Н. ПАХОМОВ, Н. Ц. ГАТАПОВА, Ю. В. ПАХОМОВА**

# **ДРЕНЧЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ**

Утверждено Ученым советом университета  
в качестве учебного пособия для студентов 3 курса  
направления 280700 «Техносферная безопасность»  
(профили «Безопасность технологических процессов  
и производств» и «Защита в чрезвычайных ситуациях»)  
дневной и заочной форм обучения

*Учебное электронное издание*



---

Тамбов  
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»  
2023

УДК 331.4(076)  
ББК 654.924  
П12

Рецензенты:

Начальник отдела мероприятий гражданской обороны и подготовки населения Управления гражданской обороны и защиты населения Главного управления МЧС России по Тамбовской области  
*О. Н. Честных*

Кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Информационные процессы и управление» ФГБОУ ВО «ТГТУ»  
*А. А. Третьяков*

**Пахомов, А. Н.**

П12 Дренчерные системы пожаротушения [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Н. Пахомов, Н. Ц. Гатапова, Ю. В. Пахомова. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2023. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дискковод ; 1,89 Mb ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мышь. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-8265-2593-7

Изложен материал, касающийся разработки дренчерных систем пожаротушения. Приведена принятая в системе МЧС терминология, касающаяся систем пожаротушения. Дана историческая справка о развитии систем пожаротушения в мире. Представлено описание способов функционирования дренчерных систем. Приведено описание конструкций, основных характеристик, способов применения, методов монтажа, контроля и технического обслуживания дренчерных систем. Приведен рекомендуемый стандартами алгоритм расчета дренчерной системы. На основании алгоритма расчета приведен пример расчета и подбора дренчерной системы для склада пиломатериалов. Приведено описание разработанного на кафедре «Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность» лабораторного стенда, предназначенного для изучения и отработки типовых действий с дренчерной системой пожаротушения.

Предназначено для студентов 3 курса направления 280700 «Техносферная безопасность» (профили «Безопасность технологических процессов и производств» и «Защита в чрезвычайных ситуациях») дневной и заочной форм обучения.

УДК 331.4(076)  
ББК 654.924

*Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком.  
Незаконное копирование и использование данного продукта запрещено.*

**ISBN 978-5-8265-2593-7**

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2023

## ВВЕДЕНИЕ

---

Система автоматического или автоматизированного пожаротушения – это разработанный и реализованный комплекс инженерного оборудования, измерительных средств, приемно-контрольной и управляющей аппаратуры, исполнительных устройств и механизмов, предназначенный для обнаружения очага (очагов) возгорания, подачи сигнала о наличии возгорания в пожарную охрану и ликвидации/локализации пожара или ограничения его распространения внутри защищаемого помещения [1].

К основным причинам возникновения пожара относят техногенные, например возникновение пожара в результате развития аварийных ситуаций, неисправности электроэнергетических схем, короткого замыкания, а также бытовые причины, например брошенная непотушенная сигарета, использование открытого огня в помещении, нарушение правил хранения ЛВЖ и т.п.

Исходя из анализа среднегодовой статистики МЧС РФ, ежедневно регистрируется около 700 – 750 пожаров, в результате которых отмечается гибель около 50 человек, ранения разной степени тяжести (в частности, ожоги разной степени тяжести) получают около 100 человек. Подобных потерь можно было бы избежать, внедряя на объектах системы автоматического пожаротушения.

На сегодняшний день наиболее распространенными системами автоматического/автоматизированного пожаротушения являются водяные спринклерные и дренчерные системы. Эти системы близки по физическому смыслу пожаротушения, но различаются способом включения системы в работы и площадью пожаротушения.

Дренчерный ороситель (распылитель) представляет собой устройство с постоянно открытым выходным отверстием, предназначенным для подачи огнетушащего вещества (как правило, воды) к очагу возгорания. Принцип включения дренчерной системы в работу основан на обработке заданного сигнала от внешних устройств или систем, предназначенных для надежного обнаружения очага пожара.

Сигнал могут формировать извещатели системы пожарной сигнализации, специальные датчики технологического оборудования или так называемые побудительные системы, специально предназначенные для включения дренчеров в работу. В качестве побудительных систем, как правило, выступают специальные трубопроводные системы,

заполненные огнетушащим веществом, снабженные системой тросовых приводов с тепловыми замками, которые фактически составляют гидравлическую систему автоматического включения дренчерных установок в работу.

Необходимо отметить, что при условии исправности системы пожарной сигнализации и побудительной системы, время срабатывания дренчерной схемы пожаротушения является минимальным, что позволяет наиболее эффективно локализовать/ликвидировать пожар на объекте с минимальными потерями.

Соответственно, дренчерные системы устанавливаются в основном на тех объектах, где критическое значение имеет время срабатывания системы пожаротушения и имеется высокий риск критического распространения площади пожара.

# 1. ОСНОВНАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ ПО СИСТЕМАМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

---

Вероятность возникновения пожара (загорания) – математическая величина возможности появления необходимых и достаточных условий возникновения пожара (загорания).

Вероятность воздействия опасных факторов пожара – математическая величина возможности воздействия опасных факторов пожара с заранее заданными значениями их параметров.

Загорание – неконтролируемое горение вне специального очага, без нанесения ущерба.

Локализация пожара – действия, направленные на предотвращение возможности дальнейшего распространения горения и создание условий для его успешной ликвидации имеющимися силами и средствами.

Ликвидация пожара – действия, направленные на окончательное прекращение горения, а также на исключение возможности его повторного возникновения.

Минимальная огнетушащая концентрация средств объемного тушения – наименьшая концентрация средств объемного тушения в воздухе, которая обеспечивает мгновенное тушение диффузионного пламени вещества в условиях опыта.

Огнетушащее вещество – вещество, обладающее физико-химическими свойствами, позволяющими создать условия для прекращения горения.

Очаг пожара – место первоначального возникновения пожара.

Опасный фактор пожара – фактор пожара, воздействие которого приводит к травме, отравлению или гибели человека, а также к материальному ущербу.

Пожарная опасность – возможность возникновения и(или) развития пожара.

Показатель пожарной опасности (показатель пожароопасности) – величина, количественно характеризующая какое-либо свойство пожарной опасности.

Пожарная безопасность объекта – состояние объекта, при котором с регламентируемой вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных

факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Развитие пожара – увеличение зоны горения и(или) вероятности воздействия опасных факторов пожара.

Система противопожарной защиты – совокупность организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него.

Ущерб от пожара – жертвы пожара и материальные потери, непосредственно связанные с пожаром.

Установка пожаротушения – совокупность стационарных технических средств для тушения пожара за счет выпуска огнетушащего вещества.

Дренчерная установка пожаротушения – установка водяного пожаротушения, оборудованная нормально открытыми дренчерными оросителями.

Ручная установка пожаротушения – установка пожаротушения с ручным способом приведения в действие.

Спринклерная установка пожаротушения – автоматическая установка водяного пожаротушения, оборудованная нормально закрытыми спринклерными оросителями, вскрывающимися при достижении определенной температуры.

Модульная установка пожаротушения – нетрубопроводная автоматическая установка пожаротушения, предусматривающая размещение емкости с огнетушащим веществом и пусковым устройством непосредственно в защищаемом помещении.

Установка пожарной сигнализации – совокупность технических средств, установленных на защищаемом объекте, для обнаружения пожара, обработки, представления в заданном виде извещения о пожаре на этом объекте, передачи специальной информации и(или) выдачи команд на включение автоматических установок пожаротушения и технические устройства.

Установка CO<sub>2</sub> пожаротушения – установка пожаротушения, в которой в качестве огнетушащего вещества используется двуокись углерода.

Установка парового пожаротушения – установка пожаротушения, в которой в качестве огнетушащего вещества используют водяной пар.

Установка хладонового пожаротушения – установка пожаротушения, в которой в качестве огнетушащего вещества используют составы на основе галогенированных углеводородов.

Установка объемного пожаротушения – установка пожаротушения для создания среды, не поддерживающей горение в защищенном объеме.

Установка поверхностного пожаротушения – установка пожаротушения, воздействующая на горящую поверхность в защищаемой зоне.

Агрегатная установка пожаротушения – установка пожаротушения, в которой технические средства обнаружения пожара, хранения, выпуска и транспортирования огнетушащего вещества конструктивно представляют собой самостоятельные единицы, монтируемые непосредственно на защищаемом объекте.

Резерв огнетушащего вещества – требуемое количество огнетушащего вещества, готовое к немедленному применению в случаях повторного воспламенения или невыполнения установкой пожаротушения своей задачи.

Запас огнетушащего вещества – требуемое количество огнетушащего вещества, хранящееся на объекте в целях оперативного восстановления зарядов огнетушащего вещества в установках пожаротушения.

Водозаполненная установка – установка, у которой подводящий питательный и распределительный трубопроводы заполнены водой.

Воздушная установка – установка, у которой подводящий трубопровод заполнен водой, а питательный и распределительный трубопроводы заполнены воздухом.

Водовоздушная установка – установка, у которой подводящий трубопровод заполнен водой, а питательный и распределительный трубопроводы периодически, в зависимости от времени года, заполняются водой или воздухом.

Время срабатывания – время от начала срабатывания побудительной системы (электрической или гидравлической) до начала подачи огнетушащего вещества до диктующего оросителя.

Автоматический водопитатель – водопитатель, обеспечивающий расчетный расход и напор для установок водяного и пенного пожаротушения до включения основного водопитателя.

Основной водопитатель – водопитатель, обеспечивающий работу установок водяного и пенного пожаротушения с расчетным расходом и напором в течение нормированного времени работы установки.

Импульсное устройство – клапанное устройство, предназначенное для поддержания заданного давления в подводящих трубопрово-



дах дренчерных установок, необходимое для включения побудительной системы.

Модульная установка пожаротушения тонкораспыленной водой – установка, состоящая из одного или нескольких модулей, способных самостоятельно выполнять функцию пожаротушения, размещенных в защищаемом помещении или рядом с ним и объединенных единой системой обнаружения пожара и приведения в действие.

Тонкораспыленная струя воды – струя воды со среднеарифметическим диаметром капель до 100 мкм.

Установка поверхностного пожаротушения распыленной водой – установка, воздействующая на горящую поверхность защищаемого помещения (сооружения).

Установка водяного комбинированного пожаротушения – установка, в которой в качестве огнетушащего вещества используются вода, вода с добавками в комбинации с различными огнетушащими газовыми составами, применяемыми в качестве газа-вытеснителя.

Автоматическая установка пожаротушения – установка пожаротушения, автоматически срабатывающая при превышении контролируемым фактором (факторами) пожара установленных пороговых значений в защищаемой зоне.

Автономная установка пожаротушения – установка пожаротушения, автоматически осуществляющая функции обнаружения и тушения пожара независимо от внешних источников питания и систем управления.

Вспомогательный водопитатель – водопитатель, автоматически обеспечивающий давление в трубопроводах, необходимое для срабатывания узлов управления, а также расчетные расход и напор воды и(или) водного раствора до выхода на рабочий режим основного водопитателя.

Дистанционное включение [пуск] установки – включение [пуск] от пусковых элементов, устанавливаемых в защищаемом помещении или рядом с ним, в диспетчерской или на пожарном посту, у защищаемого сооружения или оборудования.

Дозатор – устройство, предназначенное для дозирования пенообразователя (добавок к воде) в установках пожаротушения.

Инерционность установки – время с момента достижения контролируемым фактором пожара порога срабатывания чувствительного элемента до начала подачи огнетушащего вещества (состава) в защищаемую зону. В установках пожаротушения, в которых предусмотрена

задержка выпуска огнетушащего вещества для эвакуации людей из защищаемого помещения и остановка технологического оборудования, это время не входит в их инерционность.

Интенсивность подачи огнетушащего вещества – количество огнетушащего вещества, подаваемое на единицу площади (объема) в единицу времени.

Камера задержки – устройство, установленное на линии сигнализатора давления и предназначенное для сведения к минимуму вероятности подачи ложных сигналов тревоги, вызываемых приоткрыванием сигнального клапана вследствие резких колебаний давления источника водоснабжения.

Магистральный трубопровод – трубопровод, соединяющий распределительные устройства установок газового пожаротушения с распределительными трубопроводами.

Местное включение (пуск) установки – включение (пуск) от пусковых элементов, устанавливаемых в помещении насосной станции или станции пожаротушения, а также от пусковых элементов, устанавливаемых на модулях пожаротушения.

Нормативная интенсивность подачи огнетушащего вещества – интенсивность подачи огнетушащего вещества, установленная в нормативной документации.

Нормативная огнетушащая концентрация – концентрация, установленная в действующих нормативных документах.

Огнетушащая концентрация – концентрация огнетушащего вещества в объеме, создающая среду, не поддерживающую горение.

Ороситель – устройство для разбрызгивания или распыливания воды и(или) водных растворов.

Питающий трубопровод – трубопровод, соединяющий узел управления с распределительными трубопроводами.

Побудительная система – трубопровод, заполненный водой, водным раствором, сжатым воздухом, или трос с тепловыми замками, предназначенные для автоматического и дистанционного включения дренчерных установок пожаротушения, а также установок газового или порошкового пожаротушения.

Пожарный пост – специальное помещение объекта с круглосуточным пребыванием дежурного персонала, оборудованное приборами контроля состояния средств пожарной автоматики.

Прибор пожарный управления – устройство, предназначенное для формирования сигналов управления автоматическими средствами

пожаротушения, контроля их состояния, управления световыми и звуковыми оповещателями, а также различными информационными табло и мнемосхемами.

Распределительный трубопровод – трубопровод с установленными на нем оросителями (насадками) для распределения огнетушащего вещества в защищаемой зоне.

Распределительное устройство – запорное устройство, устанавливаемое на трубопроводе и обеспечивающее пропуск газового огнетушащего вещества в определенный магистральный трубопровод.

Расчетное количество огнетушащего вещества – количество огнетушащего вещества, определенное в соответствии с требованиями нормативных документов и хранящееся в установке пожаротушения, готовое к немедленному применению в случае возникновения пожара.

Тепловой замок – запорный термочувствительный элемент, вскрывающийся при определенном значении температуры.

Установка локального пожаротушения по объему – установка объемного пожаротушения, воздействующая на часть объема помещения и(или) на отдельную технологическую единицу.

Установка локального пожаротушения по поверхности – установка поверхностного пожаротушения, воздействующая на часть площади помещения и(или) на отдельную технологическую единицу.

Установка объемного пожаротушения – установка пожаротушения для создания среды, не поддерживающей горение в объеме защищаемого помещения (сооружения).

Установка поверхностного пожаротушения – установка пожаротушения, воздействующая на горящую поверхность.

## 2. ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА ПО СИСТЕМАМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

---

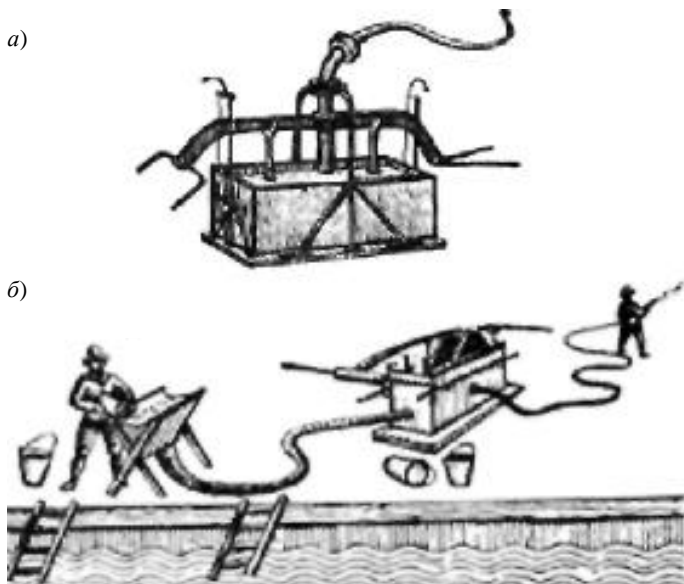
С развитием технологий в обществе возник вопрос о борьбе с аварийными ситуациями, в частности о предотвращении и ликвидации пожаров. Упоминания о примитивных системах пожаротушения содержатся в старинных летописях. Например, у Архимеда, Герона, Пифагора, Витрувия приведены схемы насосов и трубопроводов с указанием их возможного применения, в том числе и для пожаротушения.

Приведем выдержку из греческого трактата с описанием схемы насоса: «Машина опирается на два цилиндрических лотка на небольшом расстоянии друг от друга, имеющих трубки в виде вилок, симметрично вставленных в специальную чашу, расположенную между ними. Должны быть выполнены клапаны, расположенные на верхних концах этой сосудистой трубы, что предотвращает возврат давления воздуха к тому, что он впрыскивается в сосуд. Цилиндрические лотки начинаются со стержней и увеличивают рычаг».

В дальнейшем конструкция насоса претерпевала изменения, улучшения, но принцип придания движения жидкости остался прежним. В трудах Герона содержится первое описание системы пожаротушения с использованием насоса и рукавных линий. В его схеме насос дополнен вертикальной трубой, к которой возможно присоединение специальной насадки, позволяющей изменять высоту подачи воды. Использование гибких труб (рукавов) с применением насадки позволяло подавать воду в любом направлении. Схема насоса с рукавами, применявшаяся в XVI – XVII веках, представлена на рис. 2.1.

В начале XVIII века начинают разрабатывать автоматизированные системы пожаротушения. Их конструкции основываются на возможности разрушения специального замка под действием температуры и подачи воды в заданную область помещения. Примером таких систем могут служить различные бочки с водой, снабженные разрушаемым запорным устройством, предназначенные для подачи воды в заданную область помещения. Подобные конструкции патентовались в течение всего XVIII века.

Отдельный интерес представляет система установки водяного пожаротушения, запатентованная в 1770 году К. Д. Фроловым.



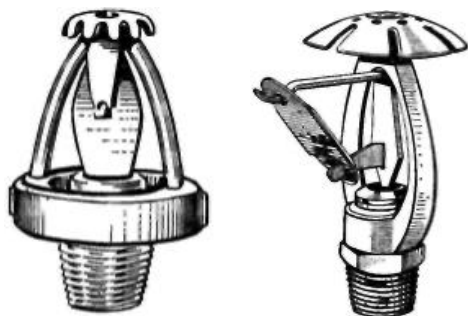
**Рис. 2.1. Насосные системы (XVI – XVII века):**

*а* – ручной насос; *б* – подключение напорной и всасывающей линий к насосу

Она представляет собой специализированную водопроводную систему, включающую водоналивное колесо, приводящее в движение кривошипно-шатунный механизм, который приводил в действие два погружных насоса, с помощью которых вода подавалась в систему трубопроводов, оборудованную регулируемыми вентилями. В случае пожара на выходы вентиляей устанавливались «кожаные рукава», с одной стороны присоединявшиеся к крану, а с другой заканчивающиеся специальным насадком. Далее кран открывался, и вода подавалась в очаг пожара.

Эта схема в конце XVIII века была модернизирована с помощью применения вертикальных и горизонтальных труб, позволяющих подавать воду в любую точку защищаемого помещения. К сожалению, данная прогрессивная на тот момент времени схема не была реализована в металле, а так и осталась в виде чертежей и описаний патентов.

В 1864 году англичанин Стюарт Гаррисон запатентовал систему, аналогичную системе Фролова, но добавил на горизонтальных трубах специальные оросители, названные в 1874 году в патенте фирмы «Пармели и Со» спринклерами (от английского «брызгать»).



**Рис. 2.2. Оросители с биметаллическим замком 2-СП**

Первые использованные в промышленности противопожарные спринклерные установки представляли собой обычные водопроводные системы с подключенными к ним распылителями различных конструкций, например оросители с биметаллическим замком (рис. 2.2).

Прекратить разбрызгивание воды можно было закрытием крана водопроводной системы. Конструкции разбрызгивателей (распылителей) старались сделать таким образом, чтобы вода максимально равномерно подавалась на защищаемую площадь помещения.

В конце XIX начале XX века наибольшее распространение получили распылители американской фирмы «Гриннель». Для примера масштаба применения промышленных систем пожаротушения можно отметить, что в Великобритании к началу Первой мировой войны распылительные установки водяного пожаротушения применялись на 3 тыс. фабриках и заводах. Системы в основном подключались к водопроводу, снабжавшему предприятие водой, либо (в случае отсутствия такового или слабого напора воды), на территории предприятия сооружался специальный, отдельно стоящий, водный резервуар, установленный на определенной высоте над защищаемым объектом, к которому присоединялись рукавные линии и системы распылителей.

С активным внедрением электричества начались работы по разработке систем пожаротушения, управляемых с помощью электрических схем. Параллельно предлагались первые системы пожарной сигнализации.

Применение первых систем водяного пожаротушения для защиты промышленных предприятий существенно улучшило ситуацию с пожарами. Например, в конце XIX века в Великобритании успешно

ликвидировали только 1 из 10 (не более 10%) промышленных пожаров. К 1914 году за счет внедрения распылительных систем пожаротушения на промышленных предприятиях Великобритании успешно ликвидировано более 90% пожаров.

В начале XX века с развитием химической технологии и электротехники начали внедряться системы пожарной автоматики. Были запатентованы и начали применяться на практике легкоплавкие элемент, биметаллические пластины, порошковые огнетушащие составы, хладоны и т.п. В это же время начинают активно разрабатывать химические составы для образования пены и способы механического увеличения кратности пены.

В нашей стране разработки в области пожарной безопасности становятся на централизованные научные рельсы в 1930 году созданием центральной научно-исследовательской пожарной лаборатории. Данная лаборатория начала заниматься изучением и внедрением передового опыта во всех областях пожаротушения.

В результате активной работы лаборатория расширяется настолько, что через несколько лет ее преобразуют в центральный научно-исследовательский институт противопожарной обороны (ЦНИИ ПО). Под разными названиями этот институт дожил до наших дней и на сегодняшний момент является ведущей научно-исследовательской организацией в области обеспечения пожарной безопасности.

## 3. КЛАССИФИКАЦИЯ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ

### 3.1. ОБЩАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ

Как отмечено в главе 1 «Основная терминология по системам пожаротушения», установки пожаротушения представляют собой определенную совокупность стационарных (в некоторых случаях – мобильных) технических устройств, предназначенных для обнаружения и тушения пожара с помощью огнетушащих средств, находящихся в определенном агрегатном состоянии.

Существуют различные виды классификации систем пожаротушения. Приведем основные виды их классификации.

Общепринятая классификация систем пожаротушения, принятая в нашей стране, представлена на рис. 3.1.

По конструктивному исполнению системы пожаротушения разделяют на дренчерные, спринклерные, модульные и агрегатные системы. При этом, как правило, спринклерные системы пожаротушения оборудованы нормально закрытыми спринклерными оросителями, дренчерные системы – нормально открытыми оросителями, модульные системы снабжаются баллонами с огнетушащим веществом (порошок, газ) и устройствами пуска непосредственно в защищаемом помещении.

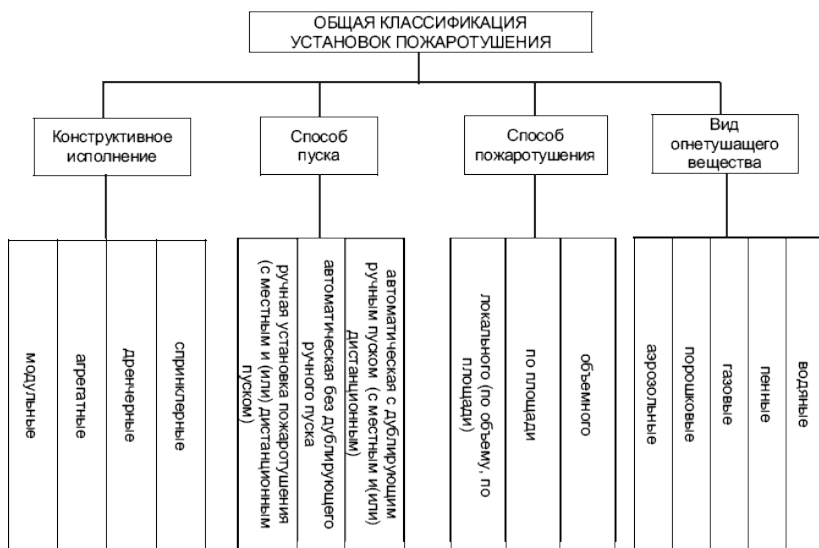


Рис. 3.1. Общая классификация установок пожаротушения



По способу пуска системы в работу (способу приведения системы в состояние пожаротушения) классифицируются на системы с ручным пуском и автоматические системы. Необходимо отметить, что автоматические установки пожаротушения всегда интегрируются с системой пожарной сигнализации. Также в автоматических системах (кроме спринклерных) обязательно имеется возможность ручного пуска (как правило, дистанционно с помощью ручного пускателя).

По способу пожаротушения системы подразделяются на установки объемного, поверхностного и локального (по объему и(или) площади) пожаротушения.

По виду огнетушащего вещества (в зависимости от агрегатного состояния и физико-химических свойств) системы пожаротушения классифицируются на водяные, пенные, газовые, порошковые и аэрозольные системы.

### **3.2. КЛАССИФИКАЦИЯ УСТАНОВОК**

Приведем классификацию установок водяного и пенного пожаротушения дренчерных и спринклерных систем по общим признакам.

По типу заполнения трубопроводов спринклерные установки подразделяют на:

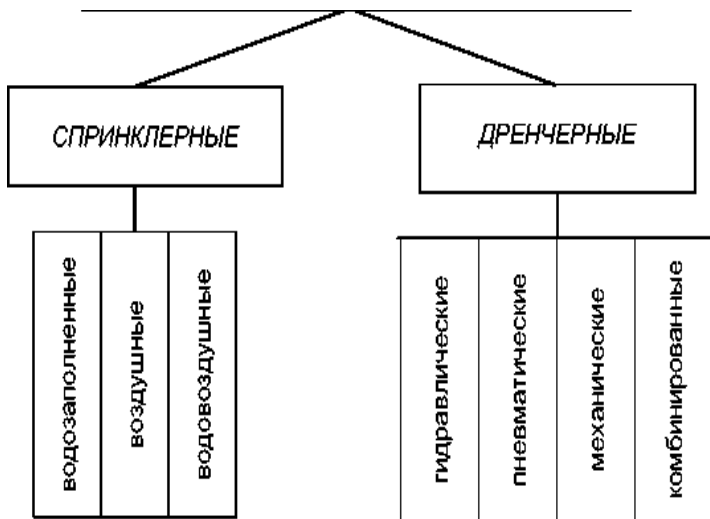
- водозаполненные;
- воздушные;
- водовоздушные.

Дренчерные установки по виду привода подразделяют на:

- электрические;
- гидравлические;
- пневматические;
- механические;
- комбинированные.

Установки по времени срабатывания подразделяют на: быстродействующие – продолжительность срабатывания не более 3 с; среднеинерционные – продолжительность срабатывания не более 30 с; инерционные – продолжительность срабатывания свыше 30 с, но не более 180 с.

По продолжительности действия установки подразделяют на: средней продолжительности действия – не более 30 мин; длительного действия – свыше 30 мин, но не более 60 мин.



**Рис. 3.2. Классификация установок водяного пожаротушения**

Автоматические установки пенного пожаротушения классифицируются по: конструктивному исполнению; виду привода; времени срабатывания; способу тушения; продолжительности действия; кратности пены.

Установки пенного пожаротушения по конструктивному исполнению подразделяют на спринклерные и дренчерные в зависимости от типа оросителей.

Дренчерные установки по виду привода подразделяют на электрические, гидравлические, пневматические, механические и комбинированные.

Установки по способу тушения подразделяют на:

- установки пожаротушения по площади;
- установки объемного пожаротушения.

Отличительными характеристиками классификации установок пенного пожаротушения от водяного являются параметры продолжительности действия и кратности пены.

По продолжительности действия установки подразделяют на:

- кратковременного действия – не более 10 мин;
- средней продолжительности – не более 15 мин;
- длительного действия – свыше 15 мин, но не более 25 мин.

Установки по кратности пены подразделяют на:

- установки пожаротушения пеной низкой кратности (от 5 до 20);
- установки пожаротушения пеной средней кратности (свыше 20, но не более 200);
- установки пожаротушения пеной высокой кратности (свыше 200).

В зависимости от химического состава (поверхностно-активной основы) пенообразователи подразделяют на:

- синтетические углеводородные;
- синтетические фторсодержащие.

Кроме синтетических пенообразователей, применяются также пенообразователи на протеиновой основе, в том числе содержащие фторированные поверхностно-активные вещества.

## 4. КОНСТРУКЦИЯ ДРЕНЧЕРНОЙ УСТАНОВКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

---

Дренчерный ороситель (распылитель) представляет собой устройство с постоянно открытым выходным отверстием, предназначенным для подачи огнетушащего вещества (как правило, воды) к очагу возгорания. В отличие от спринклеров в дренчерных оросителях отсутствуют тепловые или механические замки.

Принцип включения дренчерной системы в работу основан на обработке заданного сигнала от внешних устройств (пожарных извещателей или побудительной системы), предназначенных для надежного обнаружения очага пожара. Это могут быть извещатели системы пожарной сигнализации, специальные датчики технологического оборудования или так называемые побудительные системы, специально предназначенные для включения дренчеров в работу.

В качестве побудительных систем, как правило, выступают специальные трубопроводные системы, заполненные огнетушащим веществом, снабженные системой тросовых приводов с тепловыми замками, которые фактически составляют гидравлическую систему автоматического включения дренчерных установок в работу.

В остальном схема дренчерных систем пожаротушения аналогична схемам спринклерных установок. Главным отличием дренчерных систем являются конструкция оросителя и схема включения системы в работу.

Необходимо отметить, что время разрушения теплового замка гораздо выше времени срабатывания пожарного извещателя. Поэтому при условии исправности системы сигнализации и побудительной системы время срабатывания дренчерной схемы пожаротушения всегда ниже, чем у спринклерной.

Соответственно, дренчерные системы устанавливаются в основном на тех объектах, где критическое значение имеет время срабатывания системы пожаротушения и имеется высокий риск критического распространения площади горения.

Дренчерными системами пожаротушения рекомендуется защищать объекты, имеющие высокий класс пожароопасности, а также те объекты, на которых имеется высокий риск взрыва или задымления. Необходимо устанавливать дренчерные системы пожаротушения в производственных цехах, объектах, функционирующих при отрицательных температурах окружающей среды, закрытых и подземных

стоянках, местах с ограничением доступа пожарной техники, в местах хранения взрывчатых веществ.

Дренчерные установки водяного пожаротушения классифицируются:

1) по назначению – на установки для тушения, локализации или блокирования пожаров;

2) по степени автоматизации - на автоматические, автоматизированные или ручные системы;

3) по конструктивному исполнению – на агрегатные или модульные установки;

4) по способу управления – на системы с наличием или отсутствием дублирующей побудительной системы;

5) по механизму побудительной системы – на побудители с электрическим, гидравлическим, тепловым, механическим или пиротехническим побудителем;

6) по быстродействию – быстродействующие (не более 3 с), средней инерционности (не более 30 с) или инерционные (не более 180 с) системы;

7) по продолжительности действия – на системы кратковременного действия (до 10 мин), средней продолжительности действия (не более 30 мин) или длительного действия (не более 60 мин);

8) по месту установки – на углубленные, потайные или скрытые.

К дренчерным оросителям общего назначения относят ороситель традиционной конструкции, монтируемый, как правило, под потолком (реже на стене или вертикальной конструкции). Конструкция корпуса дренчерного оросителя общего назначения, как правило, одинакова со спринклерным оросителем, за исключением отсутствия теплового замка, препятствующего подаче воды, находящейся под давлением в системе спринклерного пожаротушения.

В отличие от спринклерных систем (полностью заполненных огнетушащим веществом) в дренчерной системе огнетушащее вещество находится в системе от питательного бака до запорных устройств, которые открываются по сигналу от побудительной системы (пожарной сигнализации, ручного пуска, гидравлической побудительной системы и т.п.). Соответственно в качестве огнетушащего вещества может быть не только вода, но и раствор пенообразователя и т.д.

Еще одним отличием дренчерной системы от спринклерной является то, что дренчерная система, включившаяся в работу, подает огнетушащее вещество по всем распылителям, подключенным к открытому запорному устройству, в то время как спринклерная система подает огнетушащее вещество только через сработавшие спринклеры. Схема

функционирования автоматической дренчерной системы водяного пожаротушения представлена на рис. 4.1.

Для того чтобы тушение было эффективным, а работа установки стабильной, дренчерная система пожаротушения предусматривает наличие двух водоисточников заданного объема, в качестве которых, как правило, используются закрытые баки с огнетушащим веществом.

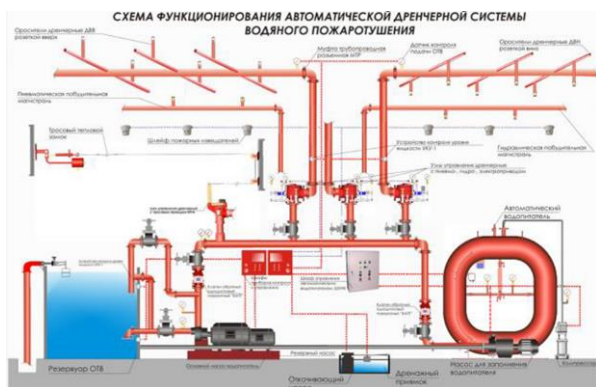
Первый водоисточник используется для интенсивного тушения очага в первые десять минут после срабатывания системы (начальная стадия развития пожара), второй необходим для пожаротушения в течение часа после сигнала (время локализации пожара с привлечением дополнительных внешних сил и средств).

Как было указано выше, существует несколько типов побудительных систем:

1) тросовая система – в гидравлической линии находится тепловой замок, который расплавляется при достижении заданной температуры, что приводит к разрушению тонкого троса, удерживающего пружинную систему перекрывающего клапана; в результате по побудительному трубопроводу начинает двигаться вода;

2) электрическая система – как правило, в систему пожарной сигнализации интегрируется специальный контроллер, который при срабатывании определенных извещателей начинает управлять подачей огнетушащего вещества через блок управления насосной установки;

3) гидравлическая система – по принципу срабатывания аналогична тросовой, но при срабатывании теплового замка давление в побудительной системе падает, что регистрируется датчиком давления, который включает подачу огнетушащего вещества в заданную линию.



**Рис. 4.1. Схема автоматической дренчерной системы водяного пожаротушения**

Аналогично устроены побудительные системы пневматического типа, принцип работы которых аналогичен описанным выше, с той лишь разницей, что в качестве побудительной среды используется сжатый газ.

Алгоритм функционирования дренчерной системы пожаротушения следующий:

1. Определение признаков горения. Данный этап реализуется либо интеграцией с системой пожарной сигнализации, либо функционированием дополнительной системы побуждения. Цель данного этапа – исключая возможные ложные срабатывания, подать сигнал на пожарный пост и подготовить систему пожаротушения к работе.

2. Анализ полученных на первом этапе данных для отмены или включения системы в работу. В результате выполнения данного этапа, в зависимости от применяемой системы включения, в случае неложного срабатывания побудительной системы или системы пожарной сигнализации, включается в работу насосная станция дренчерной системы.

3. Включение насосного оборудования. На данном этапе открываются необходимые запорные устройства (в зависимости от места срабатывания побудительной системы), и насосы начинают подавать огнетушащее вещество из пожарного водовода или резервуара по питающему трубопроводу к дренчерным распылителям.

4. Подача распыленного огнетушащего вещества. Подаваемая насосом по трубопроводам жидкость выходит из системы через дренчерные оросители и формирует определенную площадь пожаротушения, задавая определенный расход огнетушащего вещества.

На рисунке 4.2. показана схема включения дренчерной системы, включающейся от гидравлического побудителя.

Достоинства дренчерных систем пожаротушения:

1. Высокая эффективность. При включении системы площадь подачи огнетушащего вещества максимальна, что приводит в минимизации времени локализации/ликвидации возгорания.

2. Минимальное возможное время срабатывания системы.

3. Возможность расширения функционала системы, например возможность создания так называемых водяных завес, препятствующих распространению огня и дыма, которые используются для защиты технологических проемов, ворот и дверей во время развития пожара и наличия активного задымления.

4. Относительно низкая стоимость и простота монтажа и обслуживания системы.

5. Относительно низкие эксплуатационные расходы.

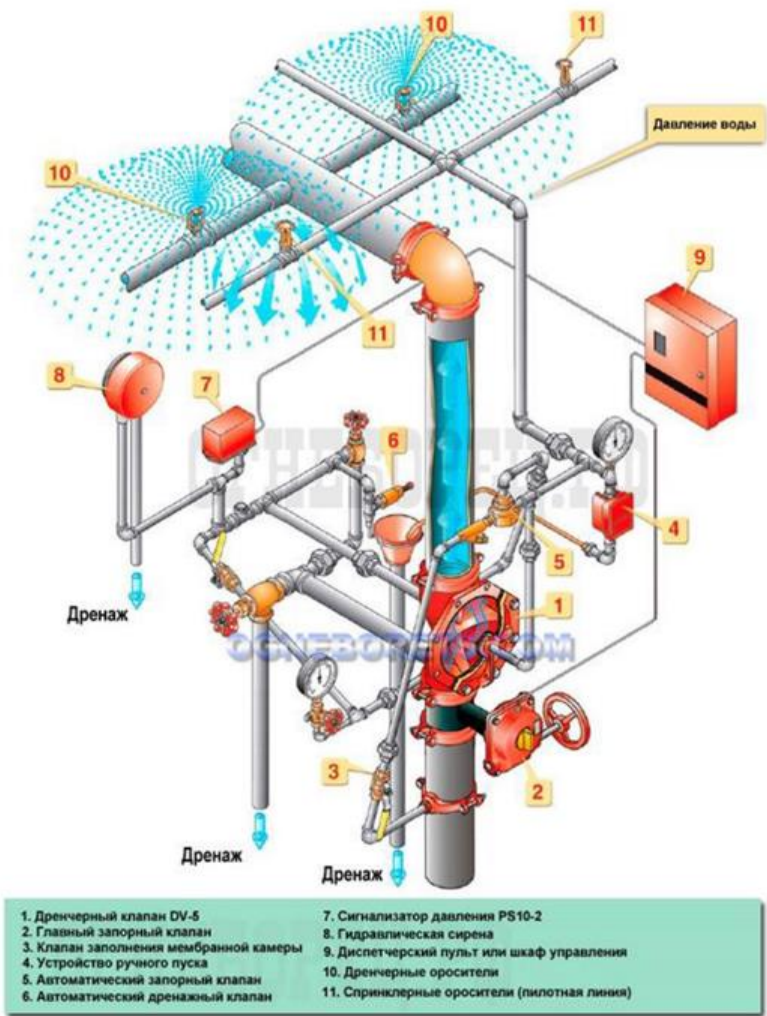


Рис. 4.2. Схема функционирования дренчерной системы

Недостатки дренчерных систем пожаротушения:

1. При срабатывании системы площадь орошения может превышать площадь пожара, что может привести к ущербу от попадания воды на объекты, находящиеся вне зоны пожара.



2. Расход огнетушащего вещества максимально большой по сравнению со спринклерными системами пожаротушения.

3. Нельзя использовать водяные дренчерные системы для защиты электротехнического оборудования.

4. Нельзя использовать водяные дренчерные системы для защиты объектов, на которых находятся вещества, которые при контакте с водой выделяют дополнительное тепло или токсичные газы.

Автоматическое включение дренчерных систем следует осуществлять по сигналам от:

- побудительных систем;
- установок пожарной сигнализации;
- датчиков технологического оборудования.

Для нескольких связанных линий дренчерной системы пожаротушения возможно использование одного узла управления. Побудительный трубопровод дренчерных установок следует устанавливать на высоте относительно клапана включения не более 0,25 постоянного напора в подводящем.

Расстояние между оросителями дренчерных систем пожаротушения рассчитывается по расходу воды или выбранного огнетушащего вещества (см. гл. 5).

При определении общего объема защищаемого помещения объем оборудования, находящегося в помещении, не следует вычитать из защищаемого объема помещения.

Трубопровод дренчерной системы должен состоять из стальных труб со сварными и фланцевыми соединениями. При монтаже трубопроводов диаметром не более 200 мм разрешается использование специальных разъемных соединений (муфт).

В случае необходимости монтажа системы трубопроводов в местах, недоступных для обслуживания (например, за несъемными полками, в закрытых каналах и т.п.), соединение труб производится только неразъемным (как правило, на сварке).

Для обеспечения надежности подачи огнетушащего вещества к очагу пожара для проектирования в общем случае рекомендуется кольцевая схема. В случае, если длина трубопровода не превышает 200 м и предполагается размещение не более трех блоков управления, допускается применение тупиковой схемы трассировки трубопроводов.

Кольцевые подводящие трубопроводы (наружные и внутренние) следует разделять на ремонтные участки задвижками; число узлов управления на одном участке должно быть не более трех. При гидравлическом расчете трубопроводов выключение ремонтных участков

кольцевых сетей не учитывается, при этом диаметр кольцевого трубопровода должен быть не менее диаметра подводящего трубопровода к узлам управления.

Подводящие трубопроводы (наружные) установок водяного пожаротушения и трубопроводы противопожарного, производственного или хозяйственно-питьевого водопровода, как правило, могут быть общими.

Присоединение производственного, санитарно-технического оборудования к питающим трубопроводам установок пожаротушения не допускается.

Диаметр побудительного трубопровода дренчерной установки должен быть не менее 15 мм.

Тупиковые и кольцевые питающие трубопроводы должны быть оборудованы промывочными кранами с диаметром условного прохода не менее 50 мм или заглушками.

В тупиковых трубопроводах кран или заглушка устанавливаются в конце участка, в кольцевых – в наиболее удаленном от узла управления месте.

## 5. РАСЧЕТ ДРЕНЧЕРНОЙ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

### 5.1. ОБЩИЙ АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ДРЕНЧЕРНОЙ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Основная цель расчета дренчерной системы пожаротушения – это определение требуемого расхода огнетушащего вещества (воды), необходимого для локализации/ликвидации горения. Расчет расхода производят по значению интенсивности орошения (удельного расхода) у так называемые «диктующих» оросителей. «Диктующий» ороситель – это ороситель, на котором развивается наибольшее в данной сети гидравлическое сопротивление. Как правило, это наиболее удаленный или высоко расположенный ороситель (хотя могут быть исключения). Затем производят сравнение интенсивности орошения (удельного расхода) с нормативным значением интенсивности и расчет требуемого давления (напора) насоса, определение объема резервуаров и подбор оптимального значения подводящих трубопроводов.

Предварительно необходимо построение схемы трассировки трубопровода с предварительным выбором сортамента труб. Подбор ведется исходя из размеров защищаемого помещения и величины пожарной нагрузки. Расчет системы необходимо проводить для двух режимов работы основного водопитателя:

1-й режим работы – подача огнетушащего вещества от вспомогательного водопитателя в течение 10 мин;

2-й режим работы – подача огнетушащего вещества от основного водопитателя в течение нормативного времени пожаротушения для заданной пожарной нагрузки.

При расчете дренчерной системы пожаротушения возможны три основных варианта расчета системы.

Вариант 1. По заданным параметрам защищаемого помещения определяется требуемый расход огнетушащего вещества (воды). Зная расход воды и приняв схему трассировки трубопроводов, размеры труб, количество местных сопротивлений, необходимо рассчитать давление на входе в систему (т.е. фактически определить напор основного подающего насоса). В первом варианте необходимо рассчитать потерю давления в подводящем трубопроводе заданной конфигурации. По полученному значению напора и заданной величине расхода осуществляется подбор насоса на входе в систему.

Вариант 2. Обратная задача по варианту 1. Для расчета известны величина давления на входе в систему (напор насоса) и схема трассировки трубопровода. Также известны значения размеров труб, величина и вид местных сопротивлений. Необходимо рассчитать гидравлическое сопротивление трубопровода при работе системы в режиме пожаротушения и определить величину давления на диктующем оросителе.

Вариант 3. Заданы (рассчитан) расход огнетушащего вещества (воды) и напор насоса. Рассчитываются диаметр трубопроводной системы и выбор арматуры по заданной схеме трассировки трубопровода.

Проектирование дренчерной системы пожаротушения необходимо производить в соответствии с действующими на текущий момент нормами пожарной безопасности и действующими отраслевыми нормативными документами, а также ведомственными правилами или рекомендациями. В зависимости от задания на проектирование возможна работа по одному из трех вариантов, описанных выше.

В соответствии с перечнем характерных помещений (см. приложение или действующую на текущий момент нормативную документацию) определяем принадлежность защищаемого объекта к тому или иному виду производства/технологического процесса. Дополнительно устанавливают помещения на объекте, которые необходимо оснастить системой пожаротушения. Если для заданного объекта нет помещений или производственных процессов из нормативного перечня, то для расчета необходимо использовать действующие ведомственные нормы и правила. Исходя из пожарной нагрузки (по скорости распространения пожара от возможного очага, определяемого при анализе пожарных рисков), выбирается вид установки пожаротушения – спринклерная, дренчерная или модульная.

Общий алгоритм расчета дренчерной системы пожаротушения:

1. Определяется наличие на защищаемом объекте горючих материалов. Соответственно производится выбор огнетушащего вещества (основным огнетушащим веществом на большинстве объектов будет вода или пена).

2. С вида объекта (по данным приложения или действующей нормативной документации), выбирают вид оросителя и соответствующую ему интенсивность, и площадь, защищаемую оросителем.

3. По данным п. 2 рассчитывается площадь орошения выбранным количеством оросителей (по плану помещения и выбранной трассировке подводных трубопроводов).

4. Рассчитываются требуемый расхода воды для орошения, необходимое время работы системы и запас воды в водопитателе.

5. Рассчитывается давление у диктующего оросителя. Расчет ведется по заданным характеристикам выбранного оросителя (из технической документации) и рассчитанного расхода огнетушащего вещества (воды). Расход огнетушащего вещества для дренчерных установок производят исходя из условия одновременной работы всех оросителей, подключенных к побудительной системе на заданном объекте в защищаемом помещении.

В случае расчета системы пожаротушения для складских помещений с предполагаемой высотой подъема огнетушащего вещества от насоса к оросителю более 10 м (при наличии высотных стеллажей) интенсивность и площадь орошения увеличивают на 10% от расчетного значения на каждые 2 м высоты подъема. Необходимо отметить, что для расчета необходима схема трассировки трубопровода, которая, как правило изображается в аксонометрической проекции (см. далее гл. 6).

6. По результатам расчета (в случае необеспечения нормативных значений интенсивности орошения и защищаемой площади) проводят корректировку выбора оросителя и схемы размещения оросителей.

7. По окончательно принятой схеме расположения оросителей и трассировке трубопроводов производят гидравлический расчет системы с расчетом и подбором насоса.

Необходимо отметить, что эпюры орошения в широком диапазоне давлений и высот монтажа оросителей доступны для ограниченной линейки оросителей, выпускаемых, как правило, отечественными предприятиями. Так, например, для оросителей (диаметром выходного отверстия распылителя 10, 12, 15 мм), устанавливаемых на трубопроводе розеткой распыления вверх или вниз, нормативно рекомендуется монтаж на расстоянии 3...4 м друг от друга (в зависимости от пожарной нагрузки).

В настоящее время на рынке систем пожаротушения представлено большое количество оросителей иностранного производства, для которых, как правило, отсутствуют данные по эпюрам орошения в заданном диапазоне давлений и высот монтажа. В этом случае рекомендуется либо ориентировочный выбор параметров по аналогичным известным оросителям, либо проведение экспериментальных исследований с построением эпюр орошения.

## **5.2. ВЫБОР И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОРОСИТЕЛЕЙ**

Приведем подбор оросителя при известных эпюрах орошения в заданном диапазоне давлений и высот монтажа. Рассмотрим отечественный дренчерный ороситель специальный универсальный типа ДВУ от ЗАО «ПО Спецавтоматика» (рис. 5.1).

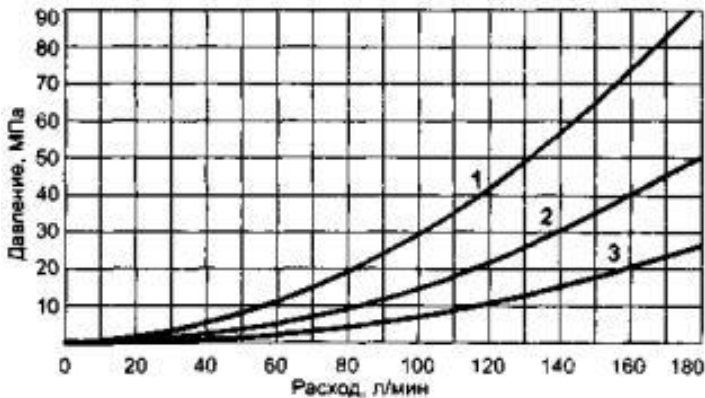


**Рис. 5.1.** Дренчерный ороситель специальный универсальный типа ДВУ

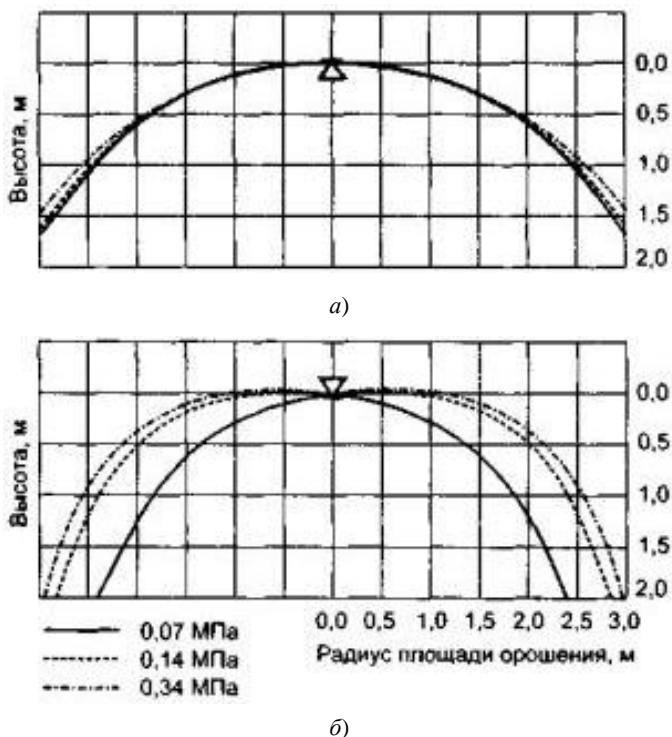
Данный ороситель рекомендован производителем для применения в дренчерных системах пожаротушения магазинов, гостиниц, концертных и кинозалов, больниц, библиотек, музеев, галерей, офисов и любых помещений, соответствующих климатическому исполнению В.

Для оросителей типа ДВУ для заданных диаметров выходного отверстия имеются экспериментальные данные (полученные во ВНИИ-ПО) по зависимостям коэффициента производительности оросителя от расхода огнетушащего вещества и давления. Данные зависимости представлены в виде графиков (рис. 5.2) и функции  $q = f(K, P)$ .

По приведенным графикам определяется расход из оросителя при коэффициенте производительности  $K$  по величине давления на соответствующей эюре.



**Рис. 5.2.** Зависимость расхода оросителей типа ДВУ от коэффициента производительности и давления:  
 1 –  $d = 10$  мм,  $K = 60$ ; 2 –  $d = 15$  мм,  $K = 80$ ; 3 –  $d = 20$  мм,  $K = 115$



**Рис. 5.3. Эпюры орошения дренчерного оросителя типа ДВУ:**  
*а* – розеткой вверх; *б* – розеткой вниз

На рисунке 5.3 представлены эпюры орошения дренчерного оросителя типа ДВУ при его монтаже на подводящем трубопроводе вверх и вниз.

Например, для оросителя  $d = 10$  мм, для давления в системе  $P = 0,1$  МПа и значения коэффициента производительности  $K = 80$  л/мин расход составляет 55 л/мин.

Соответственно, для определения применимости выбранного оросителя необходимо привести выбранные значения к нормируемым.

Например, по нормативной документации расход огнетушащего вещества при давлении 0,05 МПа должен составлять не менее  $0,04$  л/(с·м<sup>2</sup>). Для выбранного оросителя получили для  $P = 0,1$  Мпа расход  $q = 1,1$  л/с. Определяем расход для выбранного оросителя при нормативном давлении 0,05 МПа:

$$q(P = 0,05 \text{ МПа}) = 0,845q(P = 0,07) = 0,93 \text{ л/с.}$$

Необходимо отметить, что по рис. 5.2 можно определить площадь только при условии равномерного распределения огнетушащего вещества.

Для выбранного оросителя в пределах указанной площади орошения радиусом  $R = 3,1$  м (рис. 5.2, а) средняя интенсивность орошения составит

$$i = \frac{Q_{P-0,05}}{Q_{R-3,1}} = 0,31 \text{ л/(с·м}^2\text{)}.$$

Таким образом, данная интенсивность орошения в пределах приведенной эпюры не соответствует нормативному значению. Соответственно необходим выбор иного оросителя. Выбираем дренчерный ороситель типа ДВОО  $d = 20$  мм,  $K = 115$  для давления в системе  $P = 0,07$  МПа.

Для оросителя  $d = 15$  мм,  $K = 80$  л/мин для давления в системе  $P = 0,07$  МПа расход составляет  $95$  л/мин =  $1,58$  л/с.

Пересчитаем расход из выбранного оросителя при нормативном давлении  $0,05$  МПа:

$$q(P = 0,05 \text{ МПа}) = 0,845q(P = 0,07) = 1,33 \text{ л/с}.$$

По нормам расход огнетушащего вещества при давлении  $0,05$  МПа, должен составлять не менее  $0,04$  л/(с·м<sup>2</sup>). Таким образом, данная интенсивность орошения в пределах приведенной эпюры соответствует нормативному значению, следовательно, выбираем дренчерный ороситель типа ДВОО  $d = 20$  мм,  $K = 115$ .

Исходя из приведенных на рис. 5.4, 5.5 эпюр орошения для конструкции дренчерных оросителей ЗАО «ПО Спецавтоматика», можно сделать выводы о влиянии давления и ориентации оросителя (вверх или вниз) на интенсивность орошения.

Для заданного оросителя, в зависимости от величины давления, площадь орошения может оставаться неизменной, уменьшаться или увеличиваться. Например, если для оросителя с возрастанием давления площадь орошения уменьшается, то соответственно интенсивность орошения возрастает. В этом случае при разработке трассировки и схемы расположения оросителей необходимо уменьшать расстояние между оросителями. Такое уменьшение расстояния приведет к увеличению их числа на защищаемой площади.

Например, дренчерный ороситель установлен розеткой вверх на высоте  $3$  м от оси напорного патрубка насоса. Исходя из данных эпюр орошения (рис. 5.3), для такого расположения величина интенсивности орошения практически не зависит от давления на входе в ороситель.



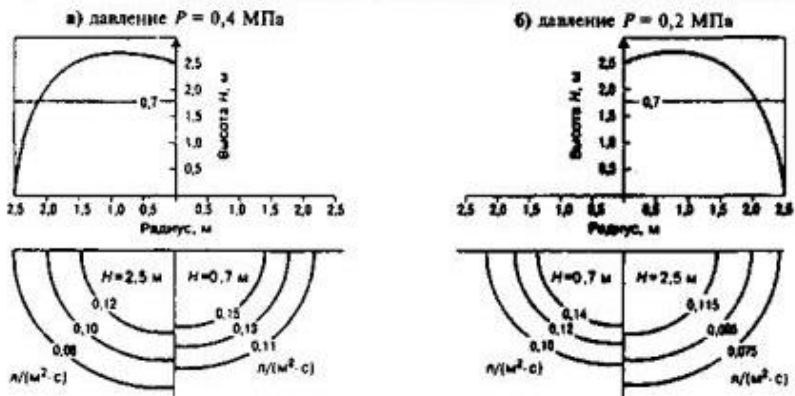


Рис. 5.4. Эпюры орошения оросителем, установленным на высоте 0,7 и 2,5 м розетки вверх

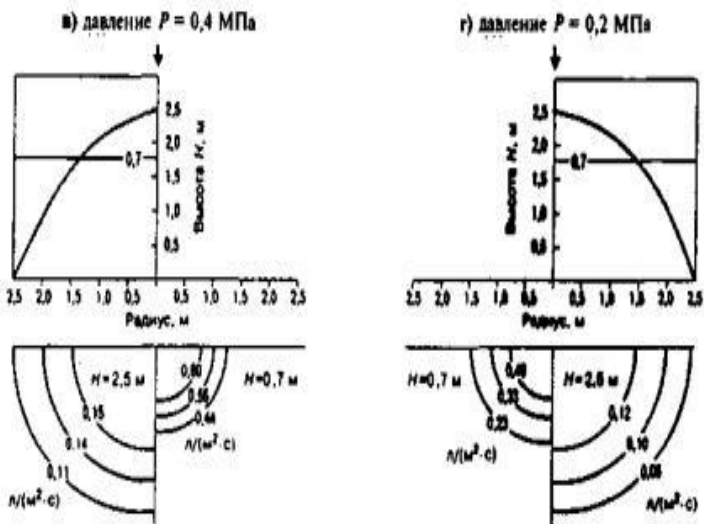


Рис. 5.5. Эпюры орошения оросителем, установленным на высоте 0,7 и 2,5 м розетки вниз

При повышении давления от 0,05 до 0,21 МПа в пределах площади орошения диаметром от 3 до 5 м интенсивность орошения возрастает почти на 10%. Это позволяет увеличить площадь орошения и снизить количество оросителей на подводящем участке трубопровода.

Анализ эпюр орошения заданного оросителя позволяет сделать следующие выводы:

а) если с возрастанием давления площадь орошения увеличивается, то необходимо экспериментальное подтверждение величины орошаемой поверхности при заданном давлении;

б) если с возрастанием давления площадь орошения незначительно повышается, то расчетное значение площади можно принять к дальнейшему расчету;

в) если с возрастанием давления площадь орошения практически не изменяется, то также необходимо экспериментальное подтверждение величины орошаемой поверхности при заданном давлении;

В случаях а) и в) расстояние между оросителями можно определить, пользуясь только экспериментально построенными эпюрами орошения.

В настоящее время сертификационными испытаниями не предусматривается проверка гидравлических параметров оросителей, необходимых для построения эпюр интенсивности орошения в пределах защищаемой площади в зависимости от давления и высоты установки оросителя. Соответственно, такие данные приводятся в документации только крупных производителей. В случае, если эти данные отсутствуют в технической документации, это существенно затрудняет выполнение проектных работ по выбору дренчерных систем пожаротушения. В этом случае рекомендуется проведение экспериментальных исследований выбранного вида оросителя или подбор оросителя, прошедшего испытания, для которого построены эпюры интенсивности орошения в пределах защищаемой площади в зависимости от давления и высоты установки оросителя.

Необходимо отметить, что интенсивность орошения для большинства дренчерных оросителей в пределах орошаемой площади равномерна. На рисунке 5.6 приведена типичная эпюра орошения дренчерным оросителем.

Выделяется область орошения радиусом  $R_i$ , обеспечивающая нормативное значение интенсивности орошения, и область радиусом  $R_{\text{орощ}}$ , где распределяется оставшаяся часть расхода огнетушащего вещества.

Для расчетов рекомендуется учитывать, что не весь поток огнетушащего вещества поступает непосредственно в защищаемую зону. Этот учет можно производить по коэффициенту уменьшения площади орошения, определяемому экспериментально.

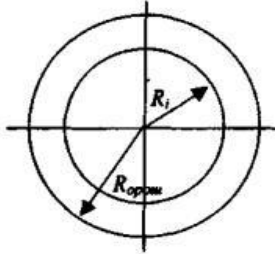


Рис. 5.6. Схема распределения интенсивности орошения

### 5.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ

Гидравлическое сопротивление трубопроводной системы дренчерной установки пожаротушения включает в себя:

- 1) потери давления на горизонтальном участке трубопровода  $P_T$ ;
- 2) потери давления на вертикальном участке трубопровода  $P_B$ ;
- 3) потери давления в местных сопротивлениях  $P_M$ ;
- 4) гидравлическое сопротивление узла управления  $P_{y,y}$ ;
- 5) геометрическую высоту подъема жидкости к диктующему оросителю –  $Z$ ;
- 6) давление у диктующего оросителя –  $P_0$ .

Таким образом, для дренчерной системы пожаротушения можно принять гидравлическую схему, приведенную на рис. 5.7.

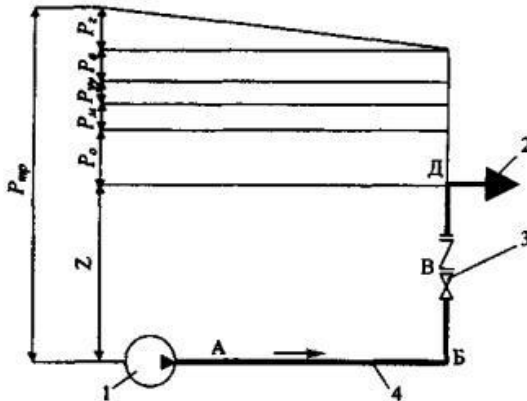


Рис. 5.7. Гидравлическая схема установки водяного пожаротушения:

1 – водопитатель; 2 – ороситель; 3 – узлы управления;

4 – подводящий трубопровод

Давление, необходимое для обеспечения заданной интенсивности орошения, будет определяться как

$$P_{\text{тр}} = P_{\Gamma} + P_{\text{в}} + P_{\text{м}} + P_{\text{у,у}} + P_{\text{о}} + Z.$$

Для расчета величин потери давления на горизонтальном и вертикальном участках трубопровода  $P_{\Gamma} + P_{\text{в}}$  используется формула

$$P_{\Gamma} + P_{\text{в}} = h_l g.$$

При ламинарном течении жидкости в трубопроводе круглого сечения потери давления по длине вычисляется по формуле Дарси–Вейсбаха:

$$h_l = \lambda \frac{v^2}{2gd},$$

где  $h_l$  – потери напора (м) по длине трубопровода;  $\lambda$  – коэффициент трения;  $v$  – скорость течения жидкости в трубопроводе;  $g = 9,8$  – ускорение свободного падения;  $d$  – диаметр трубопровода.

Коэффициент трения для ламинарного течения можно определить по значению критерия Рейнольдса (Re).

При  $Re < 2300$  для трубопроводов круглого сечения

$$\lambda = \frac{64}{Re}.$$

При переходном и турбулентном течении  $Re > 2300$  для трубопровода круглого сечения с гладкими поверхностями можно применять формулу Блазиуса:

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}.$$

В общем случае расчет величин  $P_{\Gamma}$ ,  $P_{\text{в}}$ ,  $P_{\text{м}}$ ,  $P_{\text{у,у}}$ ,  $P_{\text{о}}$ ,  $Z$  рекомендуется вести по методике, представленной в главе 1.

В приближенных расчетах местные сопротивления принимают равными 20% сопротивлений на горизонтальном и вертикальном участках сети.

Гидравлическое сопротивление узла управления  $P_{\text{у,у}}$  в общем виде должно быть задано в документации производителя.

Давление у диктующего оросителя  $P_{\text{о}}$  определяется исходя из заданных условий по выбору параметров оросителя (см. п. 5.2).

Диаметры питающих и распределительных всасывающих и напорных трубопроводов следует определять гидравлическим расче-

том, при этом скорость движения воды во всасывающих трубопроводах должна составлять не более 2,8 м/с, а в нагнетательных трубопроводах скорость движения воды и раствора пенообразователя не должна превышать 10 м/с. Рекомендуемые значения скорости движения воды приведены в приложении.

Расход огнетушащего вещества  $q$  (л/с) через диктующий ороситель определяется по формуле

$$q = 10K\sqrt{P},$$

где  $K$  – коэффициент производительности оросителя (определяется по технической документации);  $P$  – давление перед оросителем, МПа.

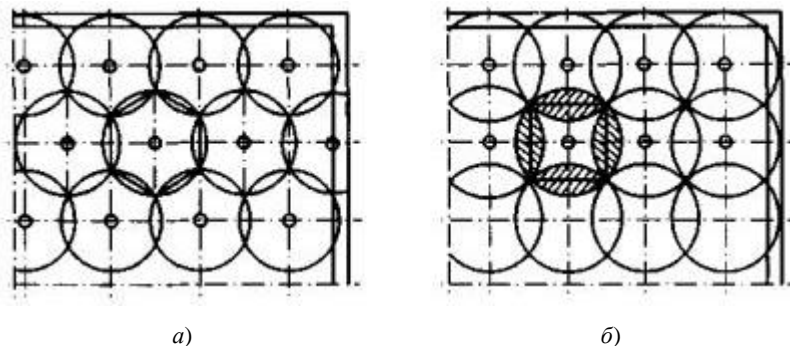
Величина давления перед оросителем  $P$  определяется из условия обеспечения требуемой интенсивности орошения (см. п. 5.1). Максимальное допустимое давление для оросителей не должно превышать 1 МПа.

При расчете суммарного расхода установки необходимо учитывать коэффициент использования расхода  $f$ :

$$f = \frac{q}{q_1},$$

где  $q_i$  – расход оросителя, приходящийся на площадь с заданной интенсивностью орошения;  $q$  – полный расход оросителя, соответствующий принятому давлению.

Наиболее распространенными способами расстановки оросителей в защищаемом помещении являются шахматный порядок и расположение по вершинам квадратов (рис. 5.7).



**Рис. 5.7. Типовые способы расстановки оросителей:**  
а – шахматный порядок; б – по вершинам квадратов

Оросители необходимо размещать таким образом, чтобы обеспечить наиболее эффективное орошение защищаемой зоны.

Если линейные размеры защищаемой зоны кратны радиусу  $R_i$  или остаток больше  $0,5R_i$  и практически весь расход оросителя приходится на защищаемую зону, то при равном количестве оросителей и при одинаковой защищаемой площади наиболее выгодно размещать оросители в шахматном порядке.

Согласно действующим нормам расстояние между оросителями зависит от групп защищаемых помещений и составляет для одних групп не более 4 м, для других – не более 3 м.

В общем случае распределение интенсивности орошения и значение коэффициента полезного использования воды в орошаемой зоне варьируются в зависимости от давления и высоты установки оросителя. В зависимости от конструкции оросителя интенсивность орошения и коэффициент полезного использования воды могут увеличиваться, оставаться неизменными или даже уменьшаться.

Расстояние между оросителями  $L$  при условии обеспечения заданной интенсивности орошения всей защищаемой зоны можно принять

$$L = 2R_i.$$

На практике возможны три схемы компоновки оросителей на распределительном трубопроводе: симметричная, симметричная закольцованная и несимметричная (рис. 5.8).

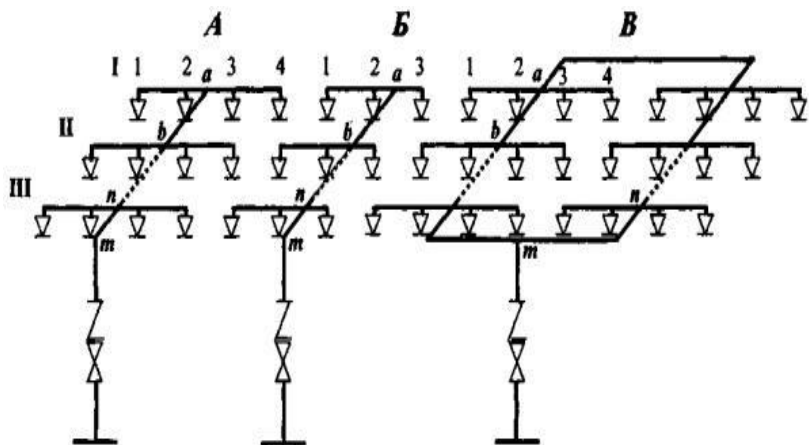
Для каждой секции пожаротушения определяется так называемые диктующий ороситель, т.е. самая удаленная или наиболее высоко расположенная защищаемая зона, и гидравлический расчет проводится именно для этой зоны.

В давление  $P_1$  у диктующего оросителя должно быть не менее

$$P_1 = \frac{q^3}{100K^2} > P_{\text{мин.раб}},$$

где  $q$  – расход через ороситель;  $K$  – коэффициент производительности;  $P_{\text{мин раб}}$  – минимальное допустимое давление для данного типа оросителя.

Общий расход подсчитывается из условия расстановки необходимого количества оросителей, обеспечивающих защиту расчетной площади, в том числе и в случае необходимости монтажа оросителей под технологическим оборудованием, площадками или вентиляционными коробами, если они препятствуют орошению защищаемой поверхности. Расчетная площадь принимается в зависимости от группы объектов (см. приложение).



**Рис. 5.8. Схемы распределительной сети дренчерной системы пожаротушения:**

- A* – секция с симметричным расположением оросителей;
- Б* – секция с несимметричным расположением оросителей;
- В* – секция с закольцованным питающим трубопроводом;
- I, II, III – линии распределительного трубопровода

Для расчета кольцевой сети расчет ведется аналогично тупиковой сети, но при уменьшении расчетного расхода воды по каждому полукольцу на 50% от полного расхода.

Расчет ведут таким образом, чтобы давление у узла управления не превышало 1 МПа.

Так как оросители имеют одинаковые отверстия истечения, повышенное давление перед оросителем вызывает увеличение расхода по сравнению с производительностью диктующего оросителя. Неоправданное увеличение расхода тех оросителей, перед которыми отмечается более высокое давление, ведет к дополнительному повышению потерь давления в подводящих трубопроводах сети и тем самым к еще большему увеличению суммарного расхода и неравномерности орошения.

Диаметры трубопроводов сети оказывают существенное влияние не только на падение давления в сети, но и на расчетный расход воды. Увеличение расхода воды водопитателя при неравномерной работе оросителей приводит к повышению в значительной мере строительных затрат на водопитатель, которые, как правило, являются решающими в определении стоимости установки.

Равномерный расход из оросителей, а следовательно, и равномерное орошение защищаемой поверхности при давлениях, изменяющихся по длине трубопроводов, могут быть достигнуты различными способами, например устройством диафрагм, применением оросителей с изменяющимися по длине трубопровода выходными отверстиями и т.п.

Существующими нормами в пределах одного защищаемого помещения не допускается использование оросителей с разными выходными отверстиями (если более точно, то должны устанавливаться только однотипные оросители с одинаковыми выходными отверстиями).

Использование перед оросителями диафрагм разного диаметра, обеспечивающих одинаковый расход из каждого оросителя, никаким нормативным документом не регламентировано. Применение таких диафрагм нецелесообразно, так как в процессе эксплуатации не исключена вероятность их перестановки, вследствие чего существенно нарушается равномерность орошения.

Поскольку каждый ороситель и рядок имеют постоянный расход, расчет питающих трубопроводов, от диаметров которых зависят потери давления в системе, выполняют независимо от давления, числа оросителей в рядке и расстояний между ними. Это обстоятельство в значительной мере упрощает расчет системы.

#### **5.4. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К МОНТАЖУ ДРЕНЧЕРНОЙ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ**

Крепление трубопроводов.

Крепление трубопроводов и оборудования при их монтаже следует осуществлять в соответствии с требованиями СНиП 3.05.05 и ВСН 25.09.66 (4.43).

Трубопроводы должны крепиться держателями непосредственно к конструкциям здания, при этом не допускается их использование в качестве опор для других конструкций (4.44).

Трубопроводы допускается крепить к конструкциям технологических устройств в зданиях только в порядке исключения. При этом нагрузка на конструкции технологических устройств принимается не менее чем двойная расчетная для элементов крепления (4.45).

Узлы крепления труб должны устанавливаться с шагом не более 4 м. Для труб с условным проходом более 50 мм допускается увеличение шага между узлами крепления до 6 м (4.46).



Стояки (отводы) на распределительных трубопроводах длиной более 1 м должны крепиться дополнительными держателями. Расстояние от держателя до оросителя на стояке (отводе) должно составлять не менее 0,15 м (4.47).

Расстояние от держателя до последнего оросителя на распределительном трубопроводе для труб с диаметром условного прохода 25 мм и менее должно составлять не более 0,9 м, а с диаметром более 25 мм – 1,2 м (4.48).

В случае прокладки трубопроводов через гильзы и пазы конструкции здания расстояние между опорными точками должно составлять не более 6 м без дополнительных креплений (4.49).

Узлы управления.

Узлы управления должны обеспечивать (4.50):

- проверку сигнализации об их срабатывании;
- измерение давления до и после узла управления.

Узлы управления установок следует размещать в помещениях насосных станций, пожарных постов, защищаемых помещениях, имеющих температуру воздуха 5 °С и выше, и обеспечивающих свободный доступ обслуживающего персонала.

Узлы управления, размещаемые в защищаемом помещении, следует отделять от этих помещений противопожарными перегородками и перекрытиями с пределом огнестойкости не менее REI 45 и дверьми с пределом огнестойкости не ниже EI 30.

Узлы управления, размещаемые вне защищаемых помещений, следует выделять остекленными или сетчатыми перегородками (4.51).

В узлах управления водозаполненных спринклерных установок для исключения ложных сигналов о срабатывании допускается предусматривать перед сигнализатором давления камеры задержки (4.52).

В узлах управления пенных спринклерных установок допускается установка задвижки выше узла управления (4.53).

Водоснабжение установок.

Водопроводы различного назначения следует использовать как источник водоснабжения установок водяного пожаротушения. В случае если гидравлические параметры водопровода (напор, расход) не обеспечивают расчетных параметров установки, должна быть предусмотрена насосная станция для повышения давления.

Источником водоснабжения установок пенного пожаротушения должны служить водопроводы непитьевого назначения, при этом качество воды должно удовлетворять требованиям технических доку-

ментов на применяемые пенообразователи. Допускается использование питьевого трубопровода при наличии устройства, обеспечивающего разрыв струи (потока) при отборе воды (4.54).

Расчетное количество воды для установок водяного пожаротушения допускается хранить в резервуарах водопроводов, где следует предусматривать устройства, не допускающие расхода указанного объема воды на другие нужды (4.55).

При определении объема резервуара для установок водяного пожаротушения следует учитывать возможность автоматического пополнения резервуаров водой в течение всего времени пожаротушения (4.56).

При объеме воды 1000 м<sup>3</sup> и менее допускается хранить его в одном резервуаре (4.57).

Для установок пенного пожаротушения необходимо предусматривать (кроме расчетного) 100%-ный резерв пенообразователя (4.58).

Условия хранения пенообразователя должны отвечать инструкции «Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров». – М. : ВНИИПО, 1996. – 28 с. (4.59).

При хранении готового раствора пенообразователя в резервуаре для его перемешивания следует предусматривать перфорированный трубопровод, проложенный по периметру резервуара на 0,1 м ниже расчетного уровня воды в нем (4.60).

При определении количества раствора пенообразователя для установок пенного пожаротушения следует дополнительно учитывать емкость трубопроводов установки пожаротушения (4.61).

Максимальный срок восстановления расчетного количества огнетушащего вещества для установок водяного и пенного пожаротушения следует принимать согласно СНиП 2.04.02 (4.62).

В спринклерных и дренчерных установках следует предусматривать автоматический водопитатель, как правило, сосуд (сосуды), заполненный водой (не менее 0,5 м<sup>3</sup>) и сжатым воздухом.

В качестве автоматического водопитателя могут быть использованы подпитывающий насос (жокей-насос) с промежуточной мембранной емкостью объемом не менее 40 л без резервирования или водопроводы различного назначения с гарантированным давлением, обеспечивающим срабатывание узлов управления (4.63).

В установках пожаротушения с приводом резервного пожарного насоса от двигателя внутреннего сгорания, включаемого вручную, должно предусматриваться устройство автоматического водопитателя,

обеспечивающего работу установки с расчетным расходом огнетушащего вещества в течение 10 мин (4.64).

Автоматический водопитатель должен отключаться при включении основных насосов (4.65).

В зданиях высотой более 30 м вспомогательный водопитатель рекомендуется размещать в верхних технических этажах (4.66).

В подземных сооружениях, как правило, необходимо предусматривать устройства для отвода воды при пожаре (4.67).

В установках пенного пожаротушения, как правило, необходимо предусматривать сбор раствора пенообразователя при опробовании установки или из трубопроводов, в случае ремонта, в специальную емкость (4.68).

Насосные установки.

Насосные станции автоматических установок пожаротушения следует относить к 1-й категории надежности действия согласно СНиП 2.04.02 (4.69).

Насосные станции следует размещать в отдельном помещении зданий в первых, цокольных и подвальных этажах, они должны иметь отдельный выход наружу или на лестничную клетку, имеющую выход наружу.

Насосные станции допускается размещать в отдельно стоящих зданиях или пристройках (4.70).

Помещение насосной станции должно быть отделено от других помещений противопожарными перегородками и перекрытиями с пределом огнестойкости REI 45.

Температура воздуха в помещении насосной станции должна быть от 5 до 35 °С, относительная влажность воздуха – не более 80% при 25 °С.

Рабочее и аварийное освещение следует принимать согласно СНиП 23-05. Помещение станции должно быть оборудовано телефонной связью с помещением пожарного поста.

У входа в помещение станции должно быть световое табло «Насосная станция» (4.71).

Размещение оборудования в помещениях насосных станций следует проектировать согласно СНиП 2.04.02 (4.72).

В помещении насосной станции для подключения установки пожаротушения к передвижной пожарной технике следует предусматривать трубопроводы с выведенными наружу патрубками, оборудованными соединительными головками.

Трубопроводы должны обеспечивать наибольший расчетный расход диктующей секции установки пожаротушения.

Снаружи соединительные головки необходимо размещать с расчетом подключения одновременно не менее двух пожарных автомобилей (4.73).

Пожарных насосов, а также насосов-дозаторов в помещении насосной станции должно быть не менее двух (в том числе один – резервный) (4.74).

Задвижки, устанавливаемые на трубопроводах, наполняющих резервуар огнетушащим веществом, следует устанавливать в помещении насосной станции (4.75).

Контрольно-измерительное оборудование с мерной рейкой для визуального контроля уровня огнетушащего вещества в резервуарах (емкостях) следует располагать в помещении насосной станции (4.76).

## 6. ПРИМЕР РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА СКЛАДЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Склады пиломатериалов предназначены для атмосферной сушки, а также хранения и отгрузки пиломатериалов потребителям. Основные технологические операции на складе – перемещение и укладка пиломатериалов (досок, брусков, вагонки и т.д.), атмосферная сушка, антисептическая обработка, хранение, сортировка и отгрузка пиломатериалов потребителю.

Для примера рассмотрим склад пиломатериалов, который представляет собой одноэтажное здание, располагающееся отдельно от других строений с подветренной стороны. Груз размещается так, чтобы к нему был обеспечен подход/подъезд как минимум с трех сторон. Склад обязательно должен оборудоваться водной системой пожаротушения с аварийным запасом воды. Если на складе присутствуют отдельные помещения, каждое из них должно снабжаться огнетушителем.

Принимаем штабель размером  $3 \times 3 \times 3$  м. Расстояния между штабелями принимаем 0,5 м. Несколько штабелей образуют группы (секции), в которые входит шесть штабелей. Промежутки между секциями – продольный и поперечный проезды будут иметь размеры 4 м. Всего на складе будет размещено четыре секции. Расстояние от секций до стен склада принимаем 4 м (рис. 6.1).

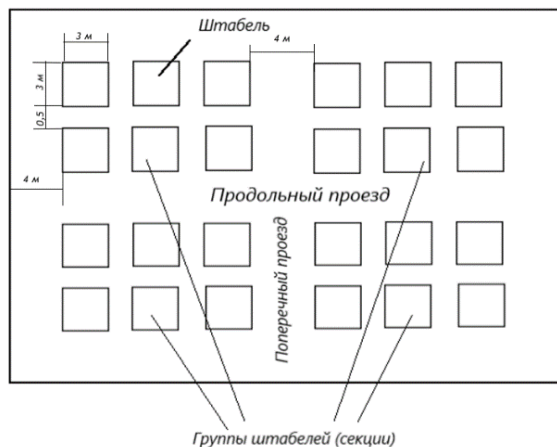


Рис. 6.1. Схема склада пиломатериалов

Общая длина склада:

$$4 \cdot 3 + 4 \cdot 0,5 \text{ м} + 6 \cdot 3 \text{ м} = 32 \text{ м} - L.$$

Общая ширина склада:

$$3 \cdot 4 \text{ м} + 2 \cdot 0,5 \text{ м} + 4 \cdot 3 \text{ м} = 25 \text{ м} - M.$$

Площадь склада:

$$25 \text{ м} \cdot 32 \text{ м} = 800 \text{ м}^2 - S.$$

На данном складе пиломатериалов могут возникнуть следующие пожарные опасности: возгорание опилок, древесины или отходов производства (мусор). В зависимости от каждой из опасностей причины их возникновения разнятся. Чтобы наглядно представить их, нам нужно составить и рассчитать дерево событий и дерево отказов, а также пожарную нагрузку помещения.

В одном штабеле –  $80 \text{ м}^3$  ( $V$ ) древесины плотностью  $850 \text{ кг/м}^3$  ( $\rho$ ), значит, масса ( $m$ ) древесины в одном штабеле будет равна

$$m = V \rho = 80 \cdot 850 = 1400 \text{ кг}.$$

Низшая теплота сгорания для древесины составляет  $16,6 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ . Пожарная нагрузка будет равна

$$Q = 1400 \cdot 16,6 = 23\,240 \text{ МДж}.$$

Площадь одного штабеля размером  $3 \times 3 \times 3 \text{ м}$ :

$$S = 3 \text{ м} \cdot 3 \text{ м} = 9 \text{ м}^2.$$

Удельная пожарная нагрузка составит:

$$g = Q/S = 23\,240/9 = 2589 \text{ МДж} \cdot \text{м}.$$

Это значение удельной пожарной нагрузки соответствует категории В1.

Приведем анализ пожарных рисков, возможных на защищаемом объекте. Практика показывает, что крупные аварии, как правило, характеризуются комбинацией случайных событий, возникающих с различной частотой на разных стадиях возникновения и развития аварии (отказы оборудования, ошибки человека, разрушение, возпламенение и т.д.). Для выявления причинно-следственных связей между этими событиями используют логико-графические методы анализа «деревьев отказов» и «деревьев событий».

Опасности носят потенциальный, т.е. скрытый характер. На практике для оценки надежности и безопасности оборудования используют

методы дерева отказов и событий. Создание дерева отказов заключается в определении ее структуры. Первый элемент – головное событие (происшествие). Из анализа структуры дерева ясно, что основными компонентами являются узлы (под события) и связи (отношения между под событиями). Обычно система изображается в виде блок-схемы, показывающей все функциональные взаимосвязи и элементы.

### 6.1. АНАЛИЗ СХЕМЫ «ДЕРЕВО ОТКАЗОВ»

Дерево отказов представляет собой логически связанное построение, которое начинается с головного события (отказ, авария). Анализ «дерева отказов» интенсивно используется в различных отраслях, например, машиностроении, чтобы понять, как система может выйти из строя, выявить способ уменьшения рисков или определения частоты системного отказа. Так же анализ «дерева отказов» эффективно используется в энергетике, химической и перерабатывающих отраслях, нефтехимической и других, связанных с высокой степенью риска.

Структура схемы «Дерево отказов» представлена на рис. 6.2.

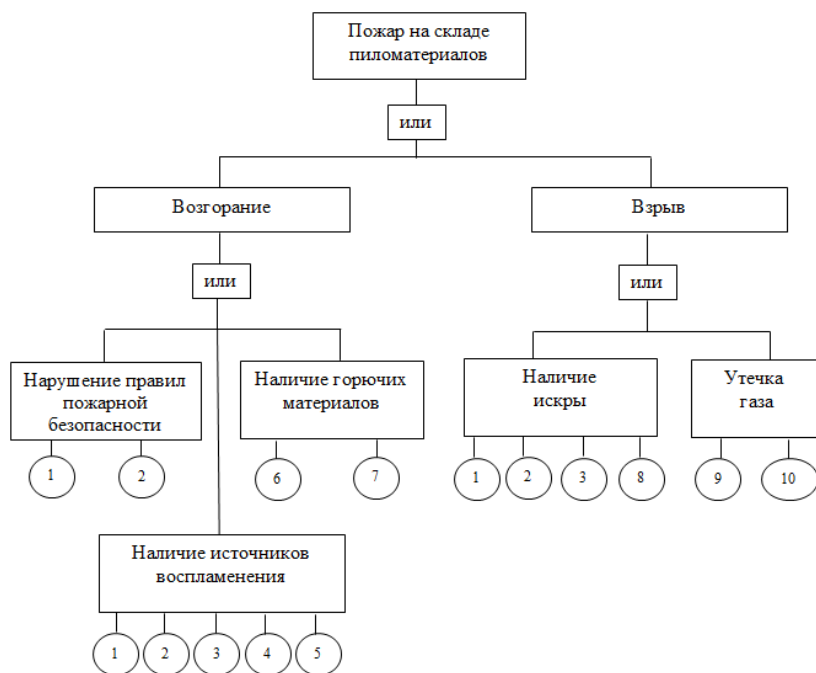


Рис. 6.2. «Дерево отказов»

Причины пожара на рассматриваемом объекте:

1. Непотушенная сигарета.
2. Использование неисправной электропроводки.
3. Короткое замыкание.
4. Возгорание компьютера.
5. Прямой удар молнии.
6. Горение предметов внешнего интерьера.
7. Воспламенение легковоспламеняющихся веществ.
8. Прохождение тока больше допустимой величины.
9. Длительная эксплуатация трубы.
10. Человеческий фактор (неправильное соединение труб).

В проектируемых элементах объекта вероятность реализации вычисляют для периода нормальной эксплуатации элемента как вероятность отказа технических устройств или изделий, обеспечивающих невозможность реализации причин, по формуле [10]

$$Q_i = 1 - e^{-\lambda\tau},$$

где  $\lambda$  – интенсивность отказов [10];  $\tau$  – продолжительность периода наблюдения [10];  $e$  – математическая постоянная,  $e = 2,72$  [10].

В качестве головного события возьмем «Пожар на складе пиломатериалов».

Анализируемый период времени – 6 месяцев (183 дней = 4392 часов).

Расчет параметров схемы «дерева отказов» [10]:

1. Непотушенная сигарета ( $Q_1$ ):

Интенсивность отказов:  $\lambda_1 = 3 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$  [10],

$$Q_1 = 1 - 2,72^{-3 \cdot 10^{-6} \cdot 4392} = 1,3 \cdot 10^{-2}.$$

2. Использование неисправного электрооборудования ( $Q_2$ ):

Интенсивность отказов:  $\lambda_1 = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$  [10],

$$Q_2 = 1 - 2,72^{-1,2 \cdot 10^{-6} \cdot 4392} = 5,2 \cdot 10^{-3}.$$

3. Короткое замыкание ( $Q_3$ ) [10]:

Интенсивность отказов:  $\lambda_1 = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$  [10],

$$Q_3 = 1 - 2,72^{-1,5 \cdot 10^{-6} \cdot 4392} = 6,5 \cdot 10^{-3}.$$

4. Возгорание компьютера ( $Q_4$ ):

Интенсивность отказов:  $\lambda_1 = 3,8 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$  [10],

$$Q_4 = 1 - 2,72^{-3,8 \cdot 10^{-6} \cdot 4392} = 1,6 \cdot 10^{-2}.$$



5. Прямой удар молнии ( $Q_5$ ):

Интенсивность отказов:  $\lambda_1 = 4,1 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$  [10],

$$Q_5 = 1 - 2,72^{-4,1 \cdot 10^6 - 6 \cdot 4392} = 1,7 \cdot 10^{-2}.$$

6. Горение предметов внешнего интерьера ( $Q_6$ ):

Интенсивность отказов:  $\lambda_1 = 2,8 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$  [10],

$$Q_6 = 1 - 2,72^{-2,8 \cdot 10^6 - 6 \cdot 4392} = 1,2 \cdot 10^{-2}.$$

7. Воспламенение легковоспламеняющихся веществ ( $Q_7$ ):

Интенсивность отказов:  $\lambda_1 = 1,05 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$  [10],

$$Q_7 = 1 - 2,72^{-1,05 \cdot 10^6 - 6 \cdot 4392} = 4,6 \cdot 10^{-3}.$$

8. Прохождение тока больше допустимой величины ( $Q_8$ ):

Интенсивность отказов:  $\lambda_1 = 4,1 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$  [10],

$$Q_8 = 1 - 2,72^{-4,1 \cdot 10^6 - 6 \cdot 4392} = 1,7 \cdot 10^{-2}.$$

9. Длительная эксплуатация трубы ( $Q_9$ ):

Интенсивность отказов:  $\lambda_1 = 3,9 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$  [10],

$$Q_9 = 1 - 2,72^{-3,9 \cdot 10^6 - 6 \cdot 4392} = 1,6 \cdot 10^{-2}.$$

10. Человеческий фактор (неправильное соединение труб) ( $Q_{10}$ ):

Интенсивность отказов:  $\lambda_1 = 4,3 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$  [10],

$$Q_{10} = 1 - 2,72^{-4,3 \cdot 10^6 - 6 \cdot 4392} = 1,8 \cdot 10^{-2}.$$

Расчет вероятности развития аварийной ситуации  $P_i$  [10]:

А) Нарушение правил пожарной безопасности:

$$P_1 = Q_1 + Q_2 = 1,3 \cdot 10^{-2} + 5,2 \cdot 10^{-3} = 1,8 \cdot 10^{-2}.$$

Б) Наличие источников воспламенения:

$$\begin{aligned} P_2 &= Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = \\ &= 1,3 \cdot 10^{-2} + 5,2 \cdot 10^{-3} + 6,5 \cdot 10^{-3} + 1,6 \cdot 10^{-2} + 1,7 \cdot 10^{-2} = 5,7 \cdot 10^{-2}. \end{aligned}$$

В) Наличие горючих материалов:

$$P_3 = Q_6 + Q_7 = 1,2 \cdot 10^{-2} + 4,6 \cdot 10^{-3} = 1,6 \cdot 10^{-2}.$$

Г) Наличие искры:

$$\begin{aligned} P_4 &= Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_8 = \\ &= 1,3 \cdot 10^{-2} + 5,2 \cdot 10^{-3} + 6,5 \cdot 10^{-3} + 1,7 \cdot 10^{-2} = 4,1 \cdot 10^{-2}. \end{aligned}$$

Д) Утечка газа:

$$P_5 = Q_9 + Q_{10} = 1,6 \cdot 10^{-2} + 1,8 \cdot 10^{-2} = 3,4 \cdot 10^{-2}.$$

Е) Возгорание:

$$P_6 = P_1 + P_2 + P_3 = 1,8 \cdot 10^{-2} + 5,7 \cdot 10^{-2} + 1,6 \cdot 10^{-2} = 9,1 \cdot 10^{-2}.$$

Ж) Взрыв:

$$P_7 = P_4 + P_5 = 4,1 \cdot 10^{-2} + 3,4 \cdot 10^{-2} = 7,5 \cdot 10^{-2}.$$

З) Пожар в спортивном комплексе:

$$P_8 = P_6 + P_7 = 9,1 \cdot 10^{-2} + 7,5 \cdot 10^{-2} = 16,6 \cdot 10^{-2}.$$

## 6.2. АНАЛИЗ СХЕМЫ «ДЕРЕВО СОБЫТИЙ»

«Дерево событий» – это алгоритм рассмотрения потенциально возможных событий и их последовательности (сценариев развития), исходящих от основного (инициирующего) события – аварии. «Дерево событий» предназначено для графического отображения общего характера развития возможных аварийных ситуаций и аварий с отражением причинно-следственной взаимосвязи событий в зависимости от специфики опасности объекта оценки риска с учетом влияния на них имеющихся защитных мероприятий и является основой для оценки риска.

Структура схемы «Дерево отказов» представлена на рис. 6.3.

Вероятность развития аварийных ситуаций по сценариям:

$$P = 19,97 \cdot 10^{-2} [10].$$

1. Наличие искры:

$$P_{C1-1} = 19,97 \cdot 10^{-2} \cdot 0,8 = 5,9 \cdot 10^{-2}.$$

2. Задымление:

$$P_{C1-1-1} = 19,97 \cdot 10^{-2} \cdot 0,8 \cdot 0,3 = 4,7 \cdot 10^{-2}.$$

3. Сработала пожарная сигнализация, задымление устранено:

$$P_{C1-1-1-1} = 19,97 \cdot 10^{-2} \cdot 0,8 \cdot 0,3 \cdot 0,1 = 4,7 \cdot 10^{-2}.$$

4. Отказ пожарной сигнализации, отравление угарным газом:

$$P_{C1-1-1-2} = 19,97 \cdot 10^{-2} \cdot 0,8 \cdot 0,3 \cdot 0,2 = 9,5 \cdot 10^{-2}$$

5. Возгорание:

$$P_{C1-1-2} = 19,97 \cdot 10^{-2} \cdot 0,8 \cdot 0,5 = 7,9 \cdot 10^{-2}.$$

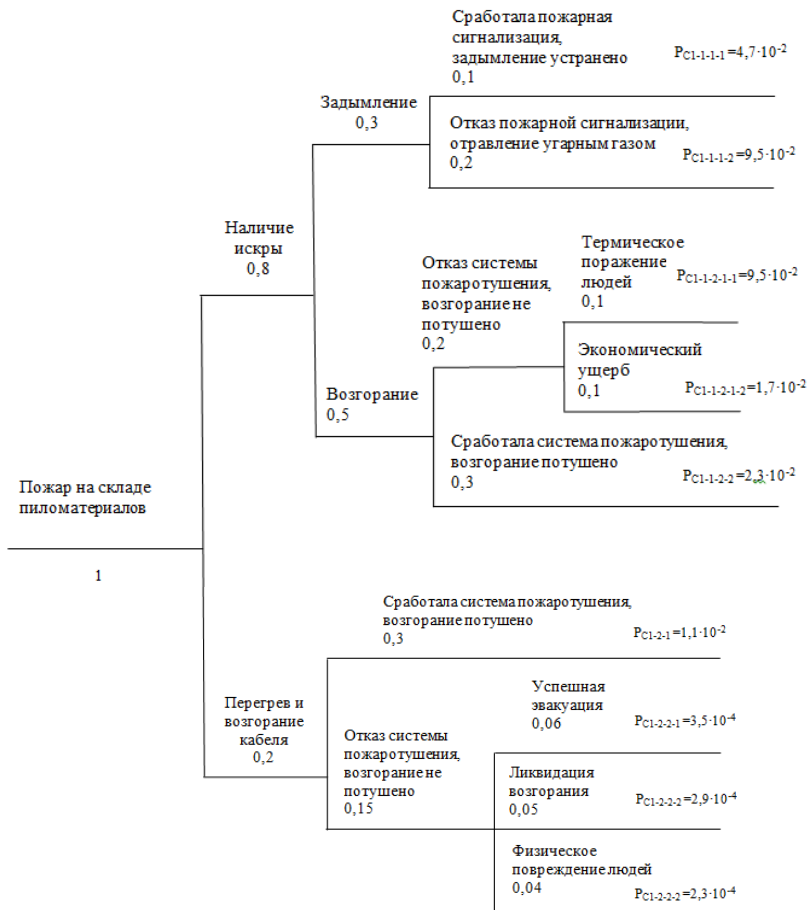


Рис. 6.3. «Дерево событий»

6. Отказ системы пожаротушения, возгорание не потушено:

$$P_{C1-1-2-1} = 19,97 \cdot 10^{-2} \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,2 = 1,5 \cdot 10^{-2}.$$

7. Термическое поражение людей:

$$P_{C1-1-2-1-1} = 19,97 \cdot 10^{-2} \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,2 \cdot 0,1 = 1,7 \cdot 10^{-2}.$$

8. Экономический ущерб:

$$P_{C1-1-2-1-2} = 19,97 \cdot 10^{-2} \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,2 \cdot 0,1 = 1,7 \cdot 10^{-2}.$$

9. Сработала система пожаротушения, возгорание потушено:

$$P_{C1-1-2-2} = 19,97 \cdot 10^{-2} \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,3 = 2,3 \cdot 10^{-2}.$$

10. Перегрев и возгорание кабеля:

$$P_{C1-2} = 19,97 \cdot 10^{-2} \cdot 0,2 = 3,9 \cdot 10^{-2}.$$

11. Сработала система пожаротушения, возгорание потушено:

$$P_{C1-2-1} = 19,97 \cdot 10^{-2} \cdot 0,2 \cdot 0,3 = 1,1 \cdot 10^{-2}.$$

12. Отказ системы пожаротушения, возгорание не потушено:

$$P_{C1-2-2} = 19,97 \cdot 10^{-2} \cdot 0,2 \cdot 0,15 = 5,9 \cdot 10^{-3}.$$

13. Успешная эвакуация:

$$P_{C1-2-2-1} = 19,97 \cdot 10^{-2} \cdot 0,2 \cdot 0,15 \cdot 0,06 = 3,5 \cdot 10^{-4}.$$

14. Ликвидация возгорания:

$$P_{C1-2-2-2} = 19,97 \cdot 10^{-2} \cdot 0,2 \cdot 0,15 \cdot 0,05 = 2,9 \cdot 10^{-4}.$$

15. Физическое повреждение людей:

$$P_{C1-2-2-3} = 19,97 \cdot 10^{-2} \cdot 0,2 \cdot 0,15 \cdot 0,04 = 2,3 \cdot 10^{-4}.$$

Таким образом, согласно расчету удельной пожарной нагрузки, защищаемый объект соответствует категории В1 (по степени пожарной опасности и функциональному назначению). Нормативная интенсивность орошения огнетушащего вещества для таких объектов принимается  $0,08 \text{ л/(с}\cdot\text{м}^2)$ . Исходя из принятого плана защищаемого помещения, защищаемая площадь составляет  $800 \text{ м}^2$ .

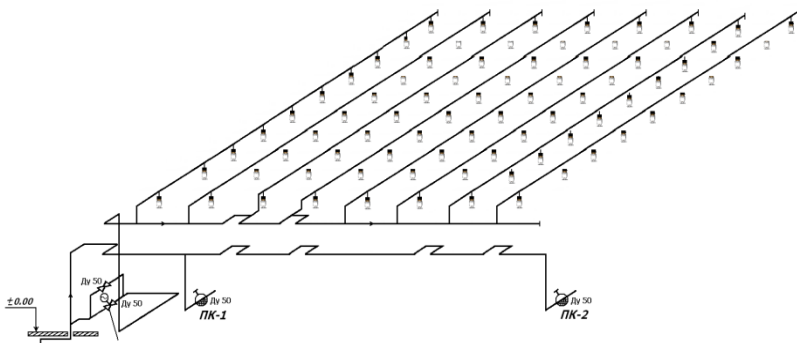


Рис. 6.4. Схема расположения подводящих трубопроводов и оросителей

Принимаем дренчерную систему пожаротушения с симметричным расположением оросителей. Для подобной системы наиболее распространен для эксплуатации диаметр труб, равный 20 мм (принимаем трубы с незначительной коррозией).

Соответственно для рассматриваемого объекта необходима сеть с восемью рядами дренчерных оросителей, по 10 дренчеров в каждом ряду. Принимаем радиус орошения 1,5 м, высота установки оросителей от пола – 4 м.

В результате расчета системы пожаротушения (по алгоритму гл. 5 с учетом данных приложения) для выбранного объекта была разработана схема расположения трубопроводов и оросителей, представленная на рис. 6.4.

## 7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ СТЕНД

На кафедре «Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность» был разработан специальный учебный лабораторный стенд «Системы автоматического пожаротушения». Стенд предназначен для изучения принципов функционирования дренчерных систем пожаротушения с интеграцией со стендом «Пожарная сигнализация» в качестве побудительной системы. На стенде производится проведение практических занятий по изучению принципов работы дренчерной системы пожаротушения, изучению функционирования насоса, обслуживанию пожарного резервуара и трубопроводной системы. Производится отработка штатных и внештатных ситуаций при функционировании системы пожаротушения. Стенд выполнен в виде отдельного блока, состоящего из металлического каркаса, площадки с размещенными на ней основным баком, промежуточным баком, насосом, элементами пожарного трубопровода, электронного оборудования насосной станции и макета защищаемого помещения.

### 7.1. ОПИСАНИЕ СТЕНДА

Схема лабораторного стенда для изучения систем автоматического пожаротушения представлена на рис. 7.1.

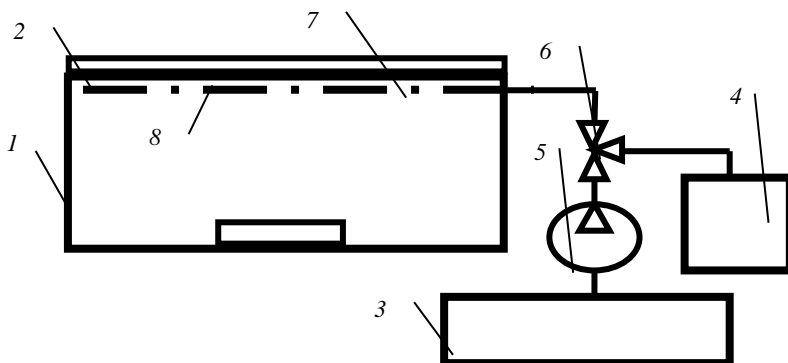


Рис. 7.1. Схема стенда для изучения систем автоматического пожаротушения

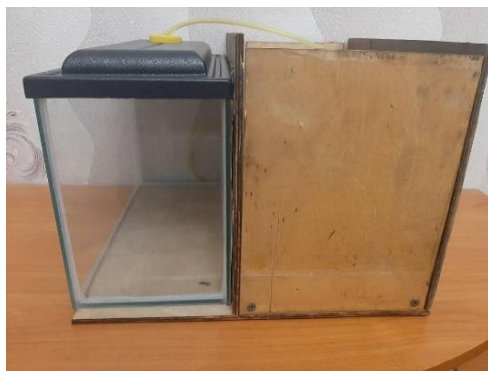
Стенд состоит из: корпуса 1, съемной крышки 2, внутрь которой устанавливается тестовый очаг; основного бака 3, предназначенного для хранения основного запаса огнетушащего средства (воды); промежуточного бака 4, предназначенного для проверки функционирования насоса 5. Для перераспределения потока огнетушащего средства между промежуточным баком 4 и системой дренчеров используется трехходовой кран 6. Система дренчеров состоит из трубопровода 7 и съемных распылителей 8.

Электронная система управления стендом включает в себя блок сопряжения с системой пожарной сигнализации и ручного выключателя насоса.

На рисунках 7.2 – 7.4 представлены фото смонтированного стенда.



**Рис. 7.2. Фото стенда для изучения систем автоматического пожаротушения. Вид спереди**



**Рис. 7.3. Фото стенда для изучения систем автоматического пожаротушения. Вид сбоку**



**Рис. 7.4. Фото стенда для изучения систем автоматического пожаротушения. Вид сверху**

## **7.2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ НА СТЕНДЕ**

### *А. Работа в автономном режиме*

1. Произвести осмотр корпуса установки на предмет трещин, сколов и т.п. При наличии трещин, сколов и т.п. проведение работы на стенде запрещается.
2. Произвести наполнение бака водой.
3. Перевести трехходовой вентиль в положение 1.
4. Произвести кратковременный пуск насоса для оценки его работоспособности.
5. Перевести трехходовой вентиль в положение 2.
6. Открыть крышку корпуса.
7. Поместить внутрь корпуса тестовый очаг с ЛВЖ.
8. Закрыть крышку.
9. Произвести поджиг жидкости в чашке с помощью специального зажигающего устройства.
10. Включить насос.
11. Произвести фото, видеозапись процесса работы дренчерной системы.
12. По ликвидации открытого горения выключить насос.
13. Снять крышку, извлечь тестовый очаг.
14. Произвести очистку корпуса.



*Б. Работа в режиме сопряжения со стендом пожарной сигнализации*

1. Произвести осмотр корпуса установки на предмет трещин, сколов и т.п. При наличии трещин, сколов и т.п. проведение работы на стенде запрещается.

2. Подключить разъем включения насоса на стенде к разъему контрольного прибора на стенде пожарной сигнализации с помощью специального шлейфа.

3. Произвести наполнение бака водой.

4. Перевести трехходовой вентиль в положение 1.

5. Произвести кратковременный пуск насоса для оценки его работоспособности.

6. Перевести трехходовой вентиль в положение 2.

7. Открыть крышку корпуса.

8. Поместить внутрь корпуса тестовый очаг с ЛВЖ.

9. Закрыть крышку.

10. Произвести поджиг жидкости в чашке с помощью специального зажигающего устройства.

11. На стенде «Пожарная сигнализация» произвести имитацию одного из видов детектирования пожара: теплового, дымового, ручного.

12. При срабатывании пожарной сигнализации должен включиться в работу насос. Произвести фото, видеозапись процесса работы дренажной системы.

13. По ликвидации открытого горения выключить насос.

14. Перевести стенд пожарной сигнализации из режима «Тревого» в режим «Охрана».

15. Отсоединить шлейф связи стендов.

16. Снять крышку, извлечь тестовый очаг.

17. Произвести очистку корпуса.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

---

К основным причинам возникновения пожара относят техногенные, например возникновение пожара в результате развития аварийных ситуаций, неисправности электроэнергетических схем, короткого замыкания, а также бытовые причины, например брошенная непотушенная сигарета, использование открытого огня в помещении, нарушение правил хранения ЛВЖ и т.п. Исходя из анализа среднегодовой статистики МЧС РФ, ежедневно регистрируется около 700 – 750 пожаров, в результате которых отмечается гибель около 50 человек, ранения разной степени тяжести (в частности ожоги разной степени тяжести) получают около 100 человек. Подобных потерь можно было бы избежать, внедряя на объектах системы автоматического пожаротушения.

В учебном пособии изложен материал, касающийся разработки дренчерных систем пожаротушения. Дренчерная система автоматического или автоматизированного пожаротушения – это разработанный и реализованный комплекс инженерного оборудования, измерительных средств, приемно-контрольной и управляющей аппаратуры, исполнительных устройств и механизмов, предназначенный для обнаружения очага (очагов) возгорания, подачи сигнала о наличии возгорания в пожарную охрану и ликвидация/локализация пожара или ограничения его распространения внутри защищаемого помещения.

В пособии используется принятая в системе МЧС терминология, касающаяся систем пожаротушения. Дана историческая справка о развитии систем пожаротушения в мире. Представлено описание способов функционирования дренчерных систем. Дренчерный ороситель (распылитель) представляет собой устройство с постоянно открытым выходным отверстием, предназначенным для подачи огнетушащего вещества (как правило, воды) к очагу возгорания.

Принцип включения дренчерной системы в работу основан на обработке заданного сигнала от внешних устройств или систем, предназначенных для надежного обнаружения очага пожара. Сигнал могут формировать извещатели системы пожарной сигнализации, специальные датчики технологического оборудования или так называемые побудительные системы, специально предназначенные для включения дренчеров в работу. В качестве побудительных систем, как правило, выступают специальные трубопроводные системы, заполненные огнетушащим веществом, снабженные системой тросовых приводов с теп-

ловыми замками, которые фактически составляют гидравлическую систему автоматического включения дренчерных установок в работу.

Приведено описание конструкций, основных характеристик, способов применения, методов монтажа, контроля и технического обслуживания дренчерных систем. Приведен рекомендуемый стандартами алгоритм расчета дренчерной системы. На основании алгоритма расчета приведен пример расчета и подбора дренчерной системы для склада пиломатериалов.

Необходимо отметить, что при условии исправности системы пожарной сигнализации и побудительной системы время срабатывания дренчерной схемы пожаротушения является минимальным, что позволяет наиболее эффективно локализовать/ликвидировать пожар на объекте с минимальными потерями. Соответственно, дренчерные системы устанавливаются в основном на тех объектах, где критическое значение имеет время срабатывания системы пожаротушения и имеется высокий риск критического распространения площади пожара.

Пособие предназначено для студентов 3 курса направления 280700 «Техносферная безопасность» (профили «Безопасность технологических процессов и производств» и «Защита в чрезвычайных ситуациях») дневной и заочной форм обучения.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

---

### Задание А.

Дайте развернутое определение приведенным терминам (с примерами использования и промышленного исполнения):

1. Система пожаротушения (автоматическая и автоматизированная).
2. Модульные, стационарные и автономные системы пожаротушения.
3. Дренчерная установка пожаротушения.
4. Спринклерная установка пожаротушения.
5. Побудительная система.
6. Тепловой и механический замок. Тросовая система.
7. Насосная станция. Пожарный резервуар.
8. Система пожарной сигнализации.
9. Система контроля резерва огнетушащего вещества.
10. Основной и резервные водопитатели в системе пожаротушения.
11. Пожарный извещатель.
12. Ороситель.
13. Дренчерный ороситель.
14. Спринклерный ороситель.
15. Тепловой замок.
16. Узел управления.
17. Прибор пожарный управления.
18. Прибор приемно-контрольный пожарный.
19. Шлейф пожарной сигнализации.
20. Магистральный трубопровод.
21. Питающий трубопровод.
22. Подводящий трубопровод.
23. Распределительный трубопровод.

### Задание Б.

Приведите назначение, способы применения, достоинства и недостатки, алгоритмы функционирования, примеры промышленного исполнения:

1. Основные современные пожарные извещатели (в том числе, автономные).
2. Приемно-контрольные приборы, используемые в системах пожарной сигнализации и системах автоматического пожаротушения.

3. Системы оповещения и управления эвакуацией, применяемые совместно с автоматическими системами пожаротушения. Назначение и общий принцип работы.

4. Основные промышленно применяемые огнетушащие вещества. Основные характеристики и область применения.

5. Спринклерные оросители.

6. Дренчерные оросители.

7. Принцип управления системой водяного пожаротушения на примере дренчерной системы пожаротушения.

9. Схема спринклерной водяной установки пожаротушения.

10. Схема дренчерной водяной установки пожаротушения.

11. Общий алгоритм расчета дренчерной установки водяного пожаротушения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

---

1. СП **10.13130.2020** «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования».

2. СП **477.1325800.2020** «Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности».

3. СП **484.1311500.2020** «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования».

4. СП **485.1311500.2020** «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования».

5. СП **486.1311500.2020** «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Нормы и правила проектирования».

6. ГОСТ **12.3.046–91** «ССБТ. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования».

7. ГОСТ Р **50680–94** «Установки водяного пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний».

8. ГОСТ Р **50800–95** «Установки пенного пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний».

9. ГОСТ Р **50969–96** «Установки газового пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний».

10. ГОСТ Р **51043–2002** «Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования. Методы испытаний».

11. ГОСТ Р **51046–97** «Техника пожарная. Генераторы огнетушащего аэрозоля. Типы и основные параметры».

12. ГОСТ Р **51052–2002** «Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Узлы управления. Общие технические требования. Методы испытаний».

13. ГОСТ Р **51091–97** «Установки порошкового пожаротушения автоматические. Типы и основные параметры».

14. ГОСТ Р **51114–97** «Установки пенного пожаротушения автоматические. Дозаторы. Общие технические требования. Методы испытаний».

15. **ГОСТ Р 51737–2001** «Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Муфты трубопроводные разъемные. Общие технические требования. Методы испытаний».

16. **ГОСТ Р 53281–2009** «Установки газового пожаротушения автоматические. Модули и батареи. Общие технические требования. Методы испытаний».

17. **ГОСТ Р 53282–2009** «Установки газового пожаротушения автоматические. Резервуары изотермические пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний».

18. **ГОСТ Р 53283–2009** «Установки газового пожаротушения автоматические. Устройства распределительные. Общие технические требования. Методы испытаний».

19. **ГОСТ Р 53284–2009** «Техника пожарная. Генераторы огнетушащего аэрозоля. Общие технические требования. Методы испытаний».

20. **ГОСТ Р 53286–2009** «Техника пожарная. Установки порошкового пожаротушения автоматические. Модули. Общие технические требования. Методы испытаний».

21. **ГОСТ Р 53287–2009** «Установки водяного и пенного пожаротушения. Оповещатели пожарные звуковые гидравлические, дозаторы. Общие технические требования. Методы испытаний».

22. **ГОСТ Р 53288–2009** «Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Модульные установки пожаротушения тонкораспыленной водой автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний».

23. **ГОСТ Р 53289–2009** «Установки водяного пожаротушения автоматические. Оросители спринклерные для подвесных потолков. Огневые испытания».

24. **ГОСТ Р 53290–2009** «Техника пожарная. Установки пенного пожаротушения. Генераторы пены низкой кратности для подслоного тушения резервуаров. Общие технические требования. Методы испытаний».

25. **Бабуров, В. П.** Автоматические установки пожаротушения. Вчера. Сегодня. Завтра : учебно-справочное пособие / В. П. Бабуров, В. В. Бабуринов, В. И. Фомин. – М. : Пожнаука, 2009. – 291 с.

26. **Кириухина, Т. Г.** Установки пожаротушения : учебное пособие / Т. Г. Кириухина, Н. В. Смирнов. – М. : ТАКИР, 2006. – 302 с.

27. **Фомин, В. И.** Автоматические установки пожаротушения / В. И. Фомин // Противопожарные и аварийно-спасательные средства. – 2004. – № 4.

28. **Оросители** водяных и пенных автоматических установок пожаротушения : учебно-методическое пособие / Л. М. Мешман и др. ; под ред. Н. П. Копылова ; М-во РФ по делам гражд. обороны, чрезвычайн. ситуациям и ликвидации последствий стихийн. бедствий, Всерос. науч.-исслед. ин-т противопожар. обороны. – М. : ВНИИПО МЧС России, 2002. – 311 с.

29. **Производственная** и пожарная автоматика. Ч. 1. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов. Пожарная сигнализация : учебник / А. А. Навацкий и др. ; под ред. А. А. Навацкого. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2005. – 335 с.

30. **Производственная** и пожарная автоматика. Ч. 2. Автоматические установки пожаротушения : учебник / В. П. Бабуров и др. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2007. – 298 с.

31. **Собурь, С. В.** Установки пожаротушения автоматические : справочник / С. В. Собурь. – 4-е изд., с изм. – М. : Пож. кн., 2004. – 402 с.

32. **Храпский, С. Ф.** Производственная и пожарная автоматика : учебное пособие / С. Ф. Храпский, В. И. Стариков, Д. В. Рысев. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2013. – 152 с.

33. **Шувалов, В. В.** Автоматизация производственных процессов в химической промышленности / В. В. Шувалов, Г. А. Огаджанов, В. А. Голубятников. – М. : Химия, 1991. – 480 с.

34. **Повзик, С. С.** Справочник руководителя тушения пожара / С. С. Повзик. – М. : ЗАО «Спецтехника», 2000. – 361 с.

35. **Пожарная** безопасность. Взрывобезопасность : справочник / под общ. ред. А. Н. Баратова. – М. : Химия, 1987. – 272 с.

36. **Шувалов, М. Г.** Основы пожарного дела / М. Г. Шувалов. – М. : Стройиздат, 1997. – 472 с.



## ПРИЛОЖЕНИЕ

### П.1. Группы помещений (производств и технологических процессов) по степени опасности развития пожара в зависимости от их функционального назначения

Группа помещений	Перечень характерных помещений, производств, технологических процессов
1	Помещения книгохранилищ, библиотек, фондохранилищ, музеев, выставок, киноконцертных залов, ЭВМ, магазинов, зданий управлений, больниц
2	Помещения деревообрабатывающего, текстильного, табачного, обувного, кожевенного, целлюлозно-бумажного и печатного производств; участков: окрасочных, пропиточных, смесеприготовительных, обезжиривания, консервации, промывки деталей с применением ЛВЖ и ГЖ; производства искусственных и пленочных материалов; швейной промышленности; производств с применением резинотехнических изделий; предприятия по обслуживанию автомобилей; гаражи, стоянки
3	Помещения для производства резинотехнических изделий
4.1	Помещения для производства горючих натуральных и синтетических волокон, окрасочные и сушильные камеры; краскоприготовительных, лакоприготовительных, клееприготовительных участков с применением ЛВЖ и ГЖ
4.2	Машинные залы компрессорных станций, станции регенерации, гидрирования; помещения производств, перерабатывающих горючие газы, бензин, спирты, эфиры и другие ЛВЖ и ГЖ
5	Склады несгораемых материалов в сгораемой упаковке. Склады трудносгораемых материалов
6	Склады твердых сгораемых материалов, в том числе резины, РТИ, каучука, смолы
7	Склады лаков, красок, ЛВЖ и ГЖ

#### Примечания:

1. В случаях, когда невозможно подобрать аналогичные производства, группу следует определять по категории помещения.
2. Параметры установок водяного и пенного пожаротушения для складских помещений, встроенных в здания, помещения которых относятся к 1-й группе, следует принимать по 2-й группе помещений.

## П.2. Характеристики установок водяного и пенного пожаротушения

Группа помещений	Интенсивность орошения $I$ , л/(с·м) <sup>2</sup> , не менее		Максимальная площадь, контролируемая одним спринклерным оросителем $F$ , м <sup>2</sup>	Площадь для расчета расхода воды, раствора пенообразователя $S$ , м <sup>2</sup>	Продолжительность работы установок водяного пожаротушения $T$ , мин	Максимальное расстояние между спринклерными оросителями $R$ , м
	водой	раствором пено-образователя				
1	2	3	4	5	6	7
1	0,08	–	12	120	30	4
2	0,12	0,08	12	240	60	4
3	0,24	0,12	12	240	60	4
4.1	0,3	0,15	12	360	60	4
4.2	–	0,17	9	360	60	3
5	По табл. П.3	По табл. П.3	9	180	60	3
6	–	–	9	180	60	3
7	–	–	9	180	–	3

### П.3. Группы помещений по высоте складирования

Высота складирования $L$ , м	Группа помещений					
	5		6		7	
	Интенсивность орошения $I$ , л/(с·м) <sup>2</sup>					
	водой	раствором пенообразователя	водой	раствором пенообразователя	водой	раствором пенообразователя
До 1	0,08	0,04	0,16	0,08	–	0,1
1...2	0,16	0,08	0,32	0,2	–	0,2
2...3	0,24	0,12	0,4	0,24	–	0,3
3...4	0,32	0,16	0,4	0,32	–	0,4
4...5,5	0,4	0,32	0,5	0,4	–	0,4

*Примечания:*

1. В группе 6 тушение резины, РТИ, каучука, смол рекомендуется осуществлять водой, со смачивателем или низкократной пеной.
2. Для складов с высотой складирования до 5,5 м и высотой помещения более 10 м значения интенсивности и площади для расчета расхода воды и раствора пенообразователя по группам 5 – 7 должны быть увеличены из расчета 10% на каждые 2 м высоты помещения.
3. В таблице указаны интенсивности орошения раствором пенообразователя общего назначения

#### П.4. Классы пожаров и средства тушения

Класс пожара	Подкласс пожара	Характеристика горючей среды или горящего объекта	Рекомендуемые огнетушащие вещества
А	А1	Горение твердых веществ, сопровождаемое тлением (древесина, бумага, текстиль)	Вода, хладоны, порошки
	А2	Горение твердых веществ без тления (пластмассы, каучук)	Все виды огнетушащих веществ
В	В1	Горение жидких веществ, не растворимых в воде (бензин, нефтепродукты)	Пена, распыленная вода, хладоны, порошки
	В2	Горение жидких веществ, растворимых в воде (спирты, ацетон)	Пены на основе специальных пенообразователей, порошки, хладоны
С	–	Горение газообразных веществ (бытовой газ, водород, пропан, аммиак и др.)	Газовые составы, порошки, вода для охлаждения оборудования
Д	Д1	Горение легких металлов (алюминий, магний и их сплавы)	Порошки
	Д2	Горение щелочных металлов	Порошки, глинозем
	Д3	Горение металлосодержащих веществ (металлоорганика, гидриды металлов)	Порошки при спокойной подаче на горящую поверхность
Е	–	Электроустановки под напряжением	Хладоны, порошки, диоксид углерода

**П.5. Нормативная объемная огнетушащая концентрация газообразного азота  $C_H$ , %; плотность газа при  $p = 101,3$  кПа и  $T = 20$  °C составляет  $1,17$  кг/м<sup>3</sup>**

Наименование горючего материала	Нормативная объемная огнетушащая концентрация $C_H$ , %
Н-гептан	34,6
Этанол	36,0
Бензин	33,8
Масло машинное	27,8

**П.6. Нормативная объемная огнетушащая концентрация газообразного аргона  $C_H$ , %; плотность газа при  $p = 101,3$  кПа и  $T = 20$  °C составляет  $1,66$  кг/м<sup>3</sup>**

Наименование горючего материала	Нормативная объемная огнетушащая концентрация $C_H$ , %
Н-гептан	39,0
Этанол	46,8
Бензин	44,3
Масло машинное	36,1

**П.7. Нормативная объемная огнетушащая концентрация двуокиси углерода  $C_H$ , %; плотность газа при  $p = 101,3$  кПа и  $T = 20$  °C составляет  $1,88$  кг/м<sup>3</sup>**

Наименование горючего материала	Нормативная объемная огнетушащая концентрация $C_H$ , %
Н-гептан	34,9
Спирт этиловый	3,7
Ацетон технический	33,7
Толуол	30,9
Спирт изобутиловый	33,2
Керосин	32,6
Растворитель 646	32,1

**П.8. Нормативная объемная огнетушащая концентрация хладона 125  $C_H$ , %; плотность паров при  $p = 101,3$  кПа и  $T = 20$  °С составляет 5,208 кг/м<sup>3</sup>**

Наименование горючего материала	Нормативная объемная огнетушащая концентрация $C_H$ , %
Н-гептан	9,8
Этанол	11,7
Вакуумное масло	9,5

**П.9. Нормативная объемная огнетушащая концентрация хладона 218  $C_H$ , %; плотность газа при  $p = 101,3$  кПа и  $T = 20$  °С составляет 7,85 кг/м<sup>3</sup>**

Наименование горючего материала	Нормативная объемная огнетушащая концентрация $C_H$ , %
Н-гептан	7,2
Толуол	5,4
Бензин	6,7
Растворитель 647	6,1

**П.10. Нормативная объемная огнетушащая концентрация хладона 227еа  $C_H$ , %; плотность газа при  $p = 101,3$  кПа и  $T = 20$  °С составляет 7,28 кг/м<sup>3</sup>**

Наименование горючего материала	Нормативная объемная огнетушащая концентрация $C_H$ , %
Н-гептан	7,2
Толуол	6,0
Бензин	7,3
Растворитель 647	7,3

## П.11. Категории помещений по пожаровзрывоопасности

Категория помещений	Характеристика веществ и материалов, находящихся в помещении
А (пожаровзрыво- опасная)	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б (взрывопожаро- опасная)	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пыле- или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В (пожароопасная)	Легковоспламеняющиеся; горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются или обращаются, не относятся к категориям А и Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д (непожаро- опасная)	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

**П.12. Удельное сопротивление  
при различной степени шероховатости труб**

Диаметр, мм		Удельное сопротивление $\lambda$ , $\text{с}^2/\text{л}^6$ , при шероховатости труб		
условный	расчетный	наибольшей	средней	наименьшей
20	20,25	1,643	1,15	0,98
25	26	0,4367	0,306	0,261
32	34,75	0,09386	0,0656	0,059
40	40	0,04453	0,0312	0,0277
50	52	0,01108	0,0078	0,00698
70	67	0,002893	0,00202	0,00187
80	79,5	0,001168	0,00082	0,000755
100	105	0,0002674	0,000187	–
125	130	0,00008623	0,0000605	–
150	155	0,00003395	0,0000238	–



### П.13. Удельная гидравлическая характеристика трубопроводов

Трубы	Диаметр условного прохода, мм	Диаметр наружный, мм	Толщина стенки, мм	Удельная характеристика трубопровода $K$ , л <sup>3</sup> /с <sup>2</sup>
Стальные электросварные (ГОСТ 10704–91)	15	18	2,0	0,0755
	20	25	2,0	0,75
	25	32	2,2	3,44
	32	40	2,2	13,97
	40	45	2,2	28,7
	50	57	2,5	110
	65	76	2,8	572
	80	89	2,8	1429
	100	108	2,8	4322
	100	108	3,0	4231
	100	114	2,8	5872
	100	114	3,0	5757
	125	133	3,2	13 530
	125	133	3,5	13 190
	125	140	3,2	18 070
	150	152	3,2	28 690
	150	159	3,2	36 920
	150	159	4,0	34 880
	200	219	4,0	209 900
	250	273	4,0	711 300
300	325	4,0	1 856 000	
350	377	5,0	4 062 000	
Стальные водогазопроводные (ГОСТ 3262–75)	15	21,3	2,5	0,18
	20	26,8	2,5	0,926
	25	33,5	2,8	3,65
	32	42,3	2,8	16,5
	40	48	3,0	34,5
	50	60	3,0	135
	65	75,5	3,2	517
	80	88,5	3,5	1262
	90	101	3,5	2725
	100	114	4,0	5205
	125	140	4,0	16 940
	150	165	4,0	43 000

Эпюры орошения основных применяемых дренчерных оросителей

- - 0,1 МПа Эпюры орошения оросителей
- - - 0,2 МПа спринклерных и дренчерных
- - - 0,3 МПа водяных специальных
- 0,4 МПа универсальных "СВУ", "ДВУ"

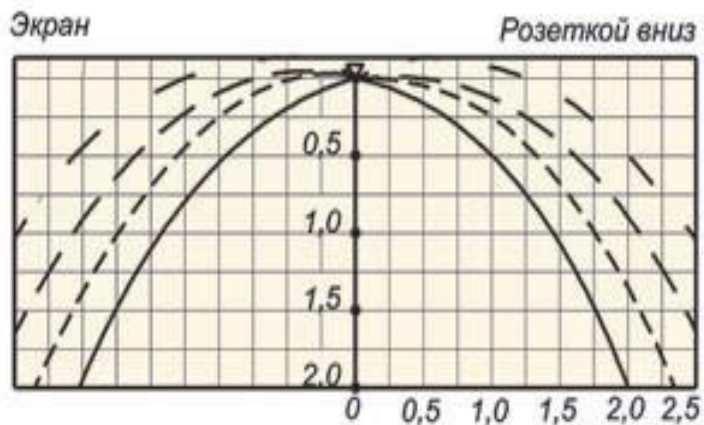
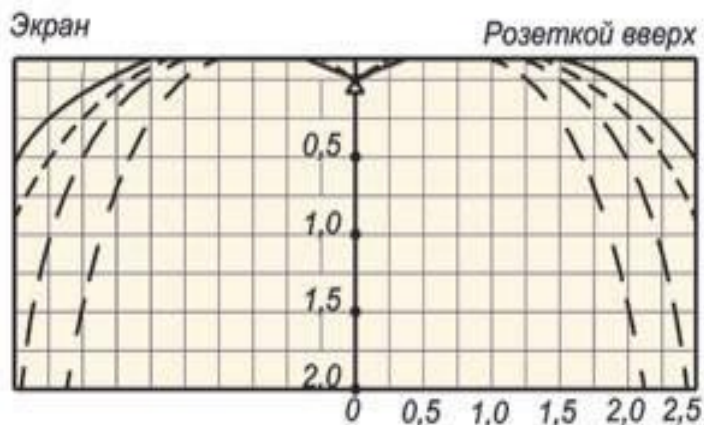


Рис. П.1. Эпюры орошения дренчерных оросителей типа СВУ и ДВУ

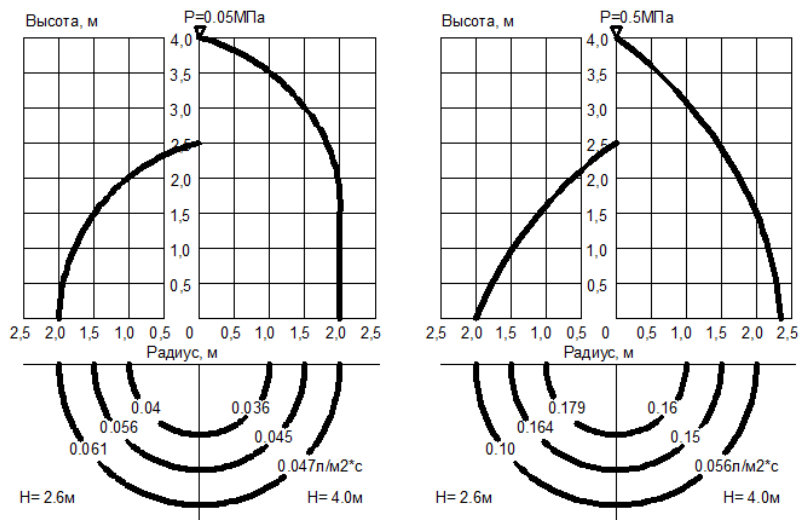


Рис. П.2. Эпюры орошения дренчерных оросителей типа СВО и ДВО

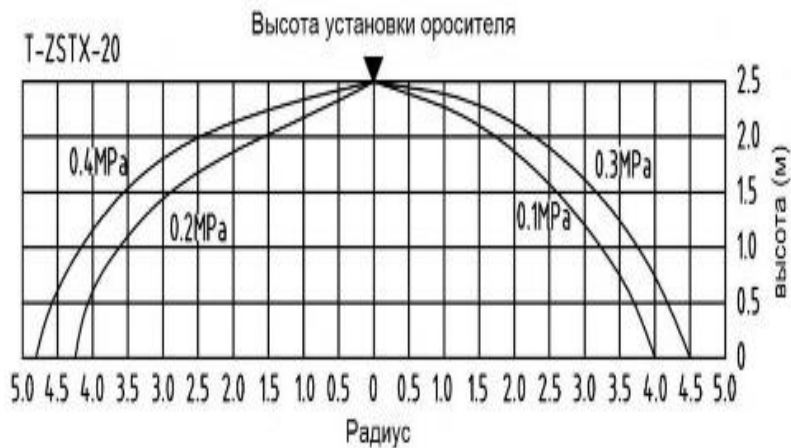
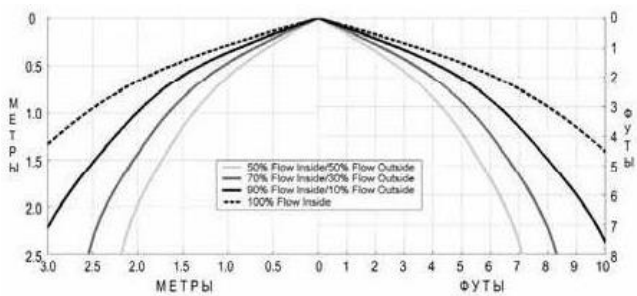
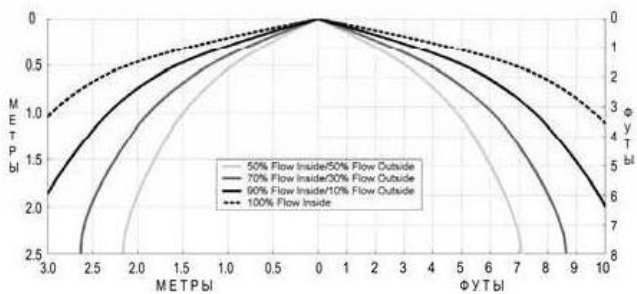


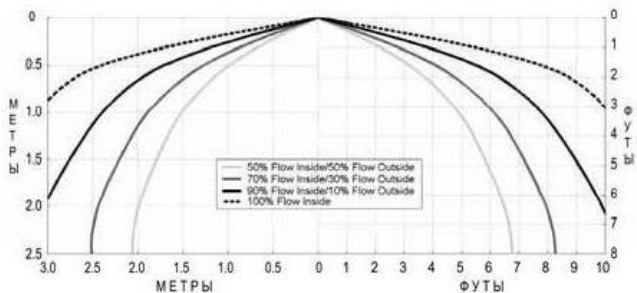
Рис. П.3. Эпюры орошения дренчерных оросителей типа T-ZSTX



**7 PSI**  
**15 GPM**  
 (0.5 Bar)  
 ( 58 LPM)



**15 PSI**  
**22 GPM**  
 (1.0 Bar)  
 ( 82 LPM)



**30 PSI**  
**31 GPM**  
 (2.1 Bar)  
 (120 LPM)

**Рис. П.4. Эпюры орошения дренчерных оросителей типа TY**

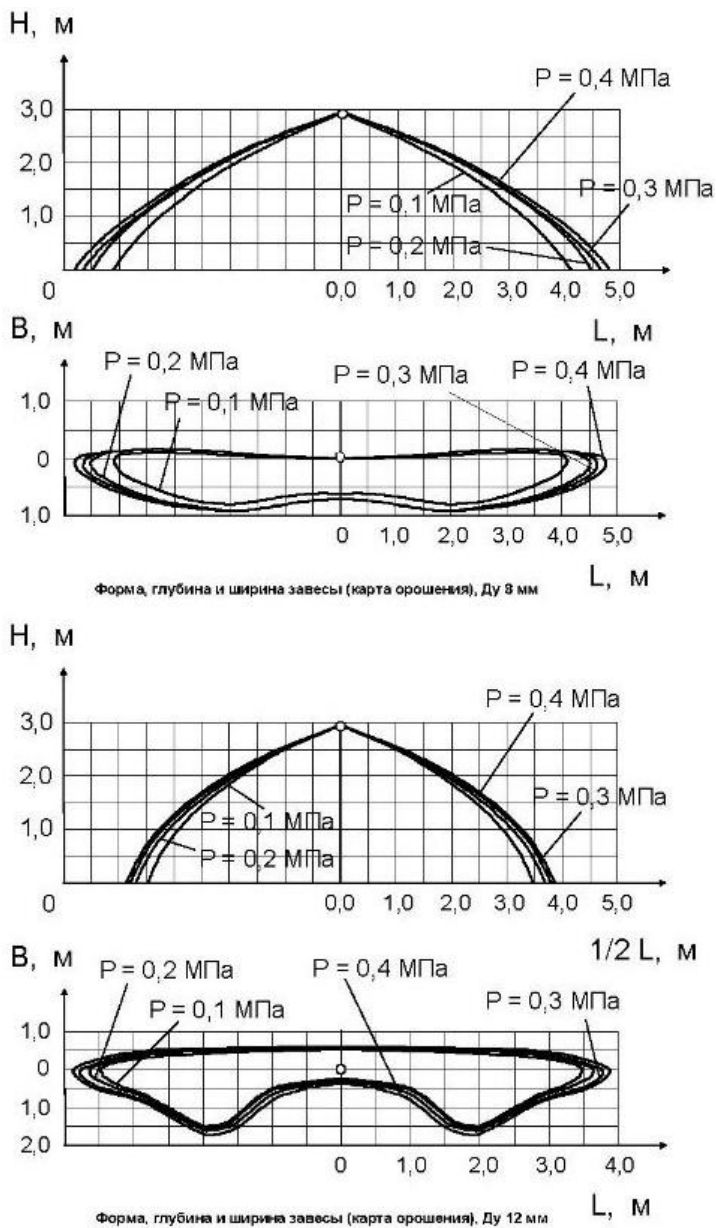
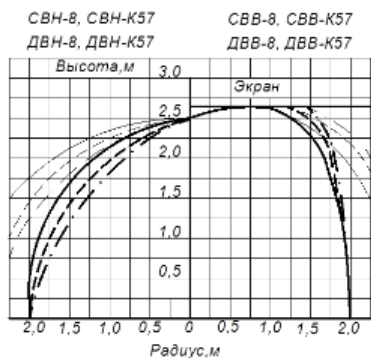
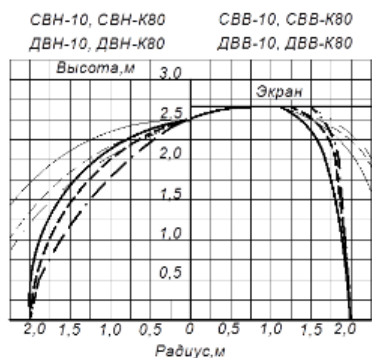


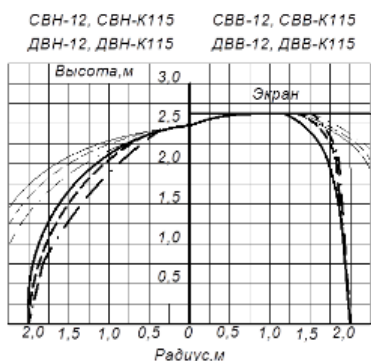
Рис. П.5. Эпоры орошения дренчерных оросителей «ЗАВЕСА»



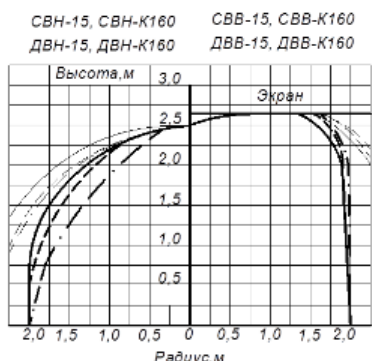
—  $P=0,1$  МПа  
- - -  $P=0,2$  МПа  
- · -  $P=0,3 - 0,4$  МПа



—  $P=0,1$  МПа  
- - -  $P=0,2$  МПа  
- · -  $P=0,3 - 0,4$  МПа



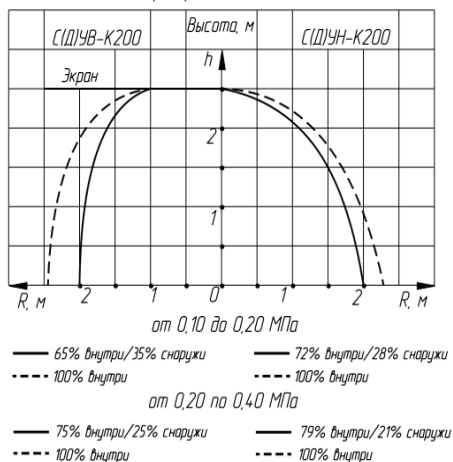
—  $P=0,1$  МПа  
- - -  $P=0,2$  МПа  
- · -  $P=0,3 - 0,4$  МПа



—  $P=0,1$  МПа  
- - -  $P=0,2$  МПа  
- · -  $P=0,3 - 0,4$  МПа

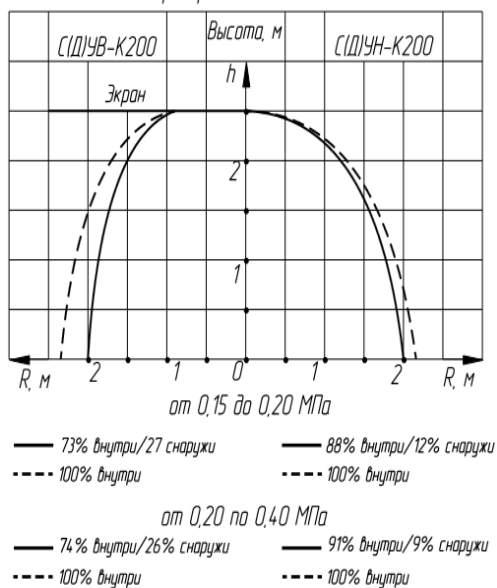
**Рис. П.6. Эюры орошения дренчерных оросителей типа СВН, СВВ, ДВН, ДВВ**

Эпюры орошения на воде

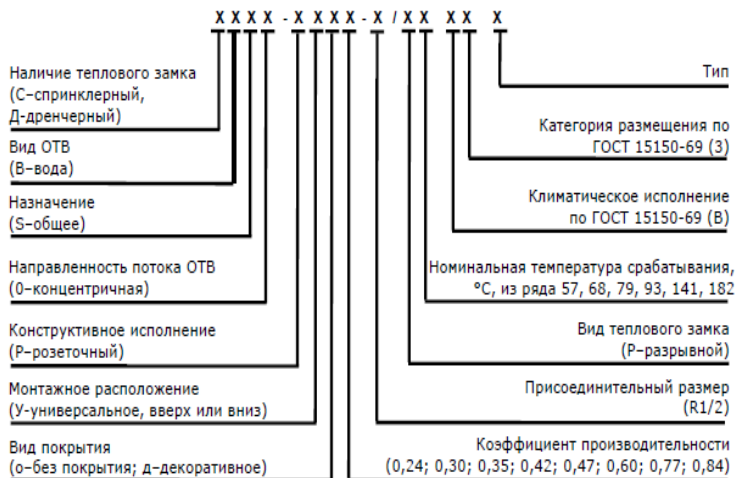


**Рис. П.7. Эпюры орошения водой оросителей типа С(Д)УВ-К200, С(Д)УН-К200**

Эпюры орошения на пене



**Рис. П.8. Эпюры орошения пеной оросителей типа С(Д)УВ-К200, С(Д)УН-К200**



### Обозначение и маркировка спринклерных оросителей по ГОСТ Р 51043-2002

Обозначение	Маркировка	Покрытие
CBS0-РУо(д)0,24-R1/2/P57(68,79,93,141,182).В3-«СВУ-8М»	CS-Y - 0,24 - t°C	
CBS0-РУо(д)0,30-R1/2/P57(68,79,93,141,182).В3-«СВУ-К57М»	CS-Y - 0,30 - t°C	
CBS0-РУо(д)0,35-R1/2/P57(68,79,93,141,182).В3-«СВУ-10М»	CS-Y - 0,35 - t°C	
CBS0-РУо(д)0,42-R1/2/P57(68,79,93,141,182).В3-«СВУ-К80М»	CS-Y - 0,42 - t°C	
CBS0-РУо(д)0,47-R1/2/P57(68,79,93,141,182).В3-«СВУ-12М»	CS-Y - 0,47 - t°C	о - без покрытия
CBS0-РУо(д)0,60-R1/2/P57(68,79,93,141,182).В3-«СВУ-К115М»	CS-Y - 0,60 - t°C	д - декоративное
CBS0-РУо(д)0,77-R1/2/P57(68,79,93,141,182).В3-«СВУ-15М»	CS-Y - 0,77 - t°C	полиэфирное
CBS0-РУо(д)0,84-R1/2/P57(68,79,93,141,182).В3-«СВУ-К160М»	CS-Y - 0,84 - t°C	(полиэстеровое)

### Обозначение и маркировка дренчерных оросителей по ГОСТ Р 51043-2002

Обозначение	Маркировка	Покрытие
ДBS0-РУо(д)0,24-R1/2/В3-«ДВУ-8М»	ДС-Y - 0,24	
ДBS0-РУо(д)0,30-R1/2/В3-«ДВУ-К57М»	ДС-Y - 0,30	
ДBS0-РУо(д)0,35-R1/2/В3-«ДВУ-10М»	ДС-Y - 0,35	о - без покрытия
ДBS0-РУо(д)0,42-R1/2/В3-«ДВУ-К80М»	ДС-Y - 0,42	д - декоративное
ДBS0-РУо(д)0,47-R1/2/В3-«ДВУ-12М»	ДС-Y - 0,47	полиэфирное
ДBS0-РУо(д)0,60-R1/2/В3-«ДВУ-К115М»	ДС-Y - 0,60	(полиэстеровое)
ДBS0-РУо(д)0,77-R1/2/В3-«ДВУ-15М»	ДС-Y - 0,77	
ДBS0-РУо(д)0,84-R1/2/В3-«ДВУ- К160М»	ДС-Y - 0,84	

Рис. П.9 Маркировка оросителей производства  
ЗАО «ПО Спецавтоматика»



## ОГЛАВЛЕНИЕ

---

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. ОСНОВНАЯ ТЕРМИНОГОЛИЯ ПО СИСТЕМАМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ .....	5
2. ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА ПО СИСТЕМАМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ .....	11
3. КЛАССИФИКАЦИЯ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ .....	15
3.1. ОБЩАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ .....	15
3.2. КЛАССИФИКАЦИЯ УСТАНОВОК .....	16
4. КОНСТРУКЦИЯ ДРЕНЧЕРНОЙ УСТАНОВКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ .....	19
5. РАСЧЕТ ДРЕНЧЕРНОЙ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ .....	26
5.1. Общий алгоритм расчета дренчерной системы пожаротушения .....	26
5.2. Выбор и определение параметров оросителей .....	28
5.3. Определение гидравлического сопротивления трубопроводной системы .....	34
5.4. Основные требования к монтажу дренчерной системы пожаротушения .....	39
6. ПРИМЕР РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА СКЛАДЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ .....	44
6.1. Анализ схемы «Дерево отказов» .....	46
6.2. Анализ схемы «Дерево событий» .....	49
7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ДЕМОСТРАЦИОННЫЙ СТЕНД .....	53
7.1. Описание стенда .....	53
7.2. Порядок выполнения работ на стенде .....	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	57
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	59
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	61
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	64

Учебное электронное издание

ПАХОМОВ Андрей Николаевич  
ГАТАПОВА Наталия Цибиковна  
ПАХОМОВА Юлия Владимировна

# ДРЕНЧЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Учебное пособие

Редактор Л. В. Комбарова  
Графический и мультимедийный дизайнер Т. Ю. Зотова  
Обложка, упаковка, тиражирование Л. В. Комбаровой

**ISBN 978-5-8265-2593-7**



9 785826 525937

Подписано к использованию 03.06.2023.  
Тираж 50 шт. Заказ № 50

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»  
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14  
Телефон (4752) 63-81-08  
E-mail: izdatelstvo@tstu.ru