

## ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Жвакин М.В.<sup>1</sup>, Оруджова О.Н.<sup>2</sup>

ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

163002 Россия, г. Архангельск, набережная Северной Двины, д. 17

E-mail: <sup>1</sup> [madlzsprt83456217@yandex.ru](mailto:madlzsprt83456217@yandex.ru), <sup>2</sup> [o.orudjova@narfu.ru](mailto:o.orudjova@narfu.ru)

В статье рассматриваются актуальные вопросы современных систем пожаротушения, физические основы работы, их достоинства и недостатки. Приведена классификация установок пожаротушения: по конструктивному исполнению, по виду огнетушащего вещества, по способу тушения, по способу пуска, по инерционности, по продолжительности подачи средств тушения. Существует два типа автоматических систем пожаротушения: традиционные и модульные. Традиционные автоматические системы пожаротушения имеют много конструктивных решений. Модульные автоматические системы пожаротушения состоят из отдельных модулей, которые можно легко соединить для расширения системы, они быстро устанавливаются. Так же мы рассмотрим водяные установки автоматического пожаротушения (АП). Такие установки могут быть двух видов: спринклерными и дренчерными. Спринклерные системы состоят из трубопровода, который предназначен для передачи и распыления пены или воды, насосов для увеличения давления при подаче воды, водохранилищ, датчиков и детекторов звукового и светового оповещения. Дренчерные системы состоят из сети трубопроводов и расположенных по всей площади оросителей, из которых для тушения пожаров поступает вода или пена. Пенные установки автоматического пожаротушения, которые состоят из резервуара наполненного раствором пенообразователя, гидравлического трубопровода, рукавов, генераторами пены и дозаторами. Газовые установки автоматического пожаротушения, состоящие из нескольких модулей которые содержат огнетушащее вещество, трубные разводки, насадки, баллоны с газом и пусковые устройства. Порошковые установки автоматического пожаротушения, которые состоят из нескольких модулей: с централизованным источником рабочего газа и автономным источником рабочего газа. Аэрозольные установки автоматического пожаротушения, состоящие из металлического корпуса, который выдерживает внутреннее давление, аэрозольобразующего наполнителя, пускового заряда, который размещён в узле запуска, теплозащитной прокладки, охлаждающего модуля, отверстия из которого выходит аэрозоль, кронштейнов для крепления. Рассмотрены группы и классы пожаров. Огонь может наносить серьезный ущерб, выходя из-под контроля человека, образуя пожар.

Ключевые слова: давление, концентрация газа, группы пожаров, класс пожара, система автоматического пожаротушения, огнетушащее вещество, традиционная и модульная установка, токсичное соединение.

## PHYSICAL FUNDAMENTALS OF MODERN FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS

Zhvakin M.V.<sup>1</sup>, Orudzhova O.N.<sup>2</sup>

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov

Severnaya Dvina Emb. 17, Arkhangelsk, Russia; 163002

E-mail: <sup>1</sup> [madlzsprt83456217@yandex.ru](mailto:madlzsprt83456217@yandex.ru), <sup>2</sup> [o.orudjova@narfu.ru](mailto:o.orudjova@narfu.ru)

The article deals with topical issues of modern fire extinguishing systems, physical fundamentals, their advantages and disadvantages. Classification of fire extinguishing installations is given: by design, by type of fire extinguishing agent, by method of extinguishing, by method of start-up, by inertia, by the length of supply of extinguishing agents. There are two types of automatic fire extinguishing systems: traditional and modular. Traditional automatic fire extinguishing systems have many structural solutions. Modular automatic fire extinguishing systems consist of separate modules that can be easily connected to expand the system, they are quickly installed. Also we will consider water installations of automatic fire extinguishing (AP). Such installations can be of two types: sprinkler and drencher. Sprinkler systems consist of a water pipe, which is designed to transmit and spray foam or water, pumps to increase the pressure when water is supplied, reservoirs, sensors and detectors sound and light alerts. Drencher systems consist of a network of pipelines and located throughout the area of irrigators from which water or foam is supplied to extinguish fires. Foam installations of automatic fire extin-

guishing, which consist of a tank filled with a solution of foam, hydraulic piping, hoses, foam generators and dispensers. Gas installations of automatic fire extinguishing, consisting of several modules that contain a fire extinguishing agent, pipe wiring, nozzles, gas cylinders and starting devices. Powder automatic fire extinguishing installations, which consist of several modules: with a centralized source of working gas and an Autonomous source of working gas. Aerosol automatic fire extinguishing installations are made of a metal housing that can withstand internal pressure, an aerosol-forming filler, a starting charge, which is placed in the start-up unit, a heat-shielding gasket, a cooling module, the holes from which the aerosol comes out, and mounting brackets. Groups and classes of fires are considered. Fire can cause serious damage, getting out of human control, forming a fire.

**Keywords:** pressure, gas concentration, fire groups, fire class, automatic fire extinguishing system, fire extinguishing agent, traditional and modular installation, toxic compound.

Пожар – неконтролируемый процесс горения и опасное для жизни людей явление, которое обычно появляется от рискованных действий людей [10].

При пожаре, когда происходит процесс горения, образуется около 100 видов химических соединений. Особо токсичными соединениями являются оксид углерода, угарный газ, диоксид углерода, хлористый водород, цианистый водород, диоксид азота, аммиак, сероводород. Оксид углерода находится на первом месте по токсичности, так как он активнее кислорода вступает в реакцию с гемоглобином крови, вызывая кислородное голодание. Человек, вдыхая эти продукты горения, теряет сознание и уже через 2-3 минуты наступает смерть. Образуется плотный дым, который снижает видимость, препятствует эвакуации людей. Мгновенно дым вызывает раздражение слизистой оболочки глаза, что ухудшает видимость. Опасным при пожаре является вдыхание горячего воздуха с температурой свыше 100 градусов. Этот горячий воздух приводит к омертвлению дыхательных путей, удушью, потере сознания и гибели через несколько минут. Низкое содержание кислорода ухудшает двигательные функции и нарушает координацию движений человека [6].

Главной ошибкой людей во время пожара является паника. Из-за неё количество жертв резко возрастает. Особенно когда во время пожара в помещениях большое количество людей. Такого типа чрезвычайные ситуации были и остаются очень опасными, так как огню свойственно быстро распространяться в зданиях с деревянным покрытием и хорошей вентиляцией. Поэтому во время пожара главное не паниковать и помнить, что хорошо обдуманное действие позволит избежать большого количества жертв. И очень важно знать, где находятся эвакуационные выходы, так как, услышав звуки пожарной сигнализации, почувствовав запах дыма или другие признаки возгорания, следует уйти из помещения, а также нужно изучить план эвакуации, чтобы во время чрезвычайной ситуации спокойно и быстро среагировать, избежав чрезмерной гибели людей [7].

Существует два типа автоматических систем пожаротушения (АСПТ): традиционные и модульные.

Традиционные АСПТ имеют много конструкционных решений. Для их обслуживания необходимы высококвалифицированные специалисты. При перепроектировании помещений приходится изменять всю структуру системы пожаротушения. Тем не менее они справляются с пожарами класса – от А1 до D3. Но ликвидировать пожары класса Е и F не смогут.

Модульные АСПТ – состоят из отдельных модулей, которые можно легко соединить для расширения системы. Они очень быстро устанавливаются, но эти установки подходят для тушения возгораний только в небольших помещениях. Их стоит применять для пожаров класса А, В, С [9]. Ниже представлена классификация установок пожаротушения, а также общая классификация пожаров.

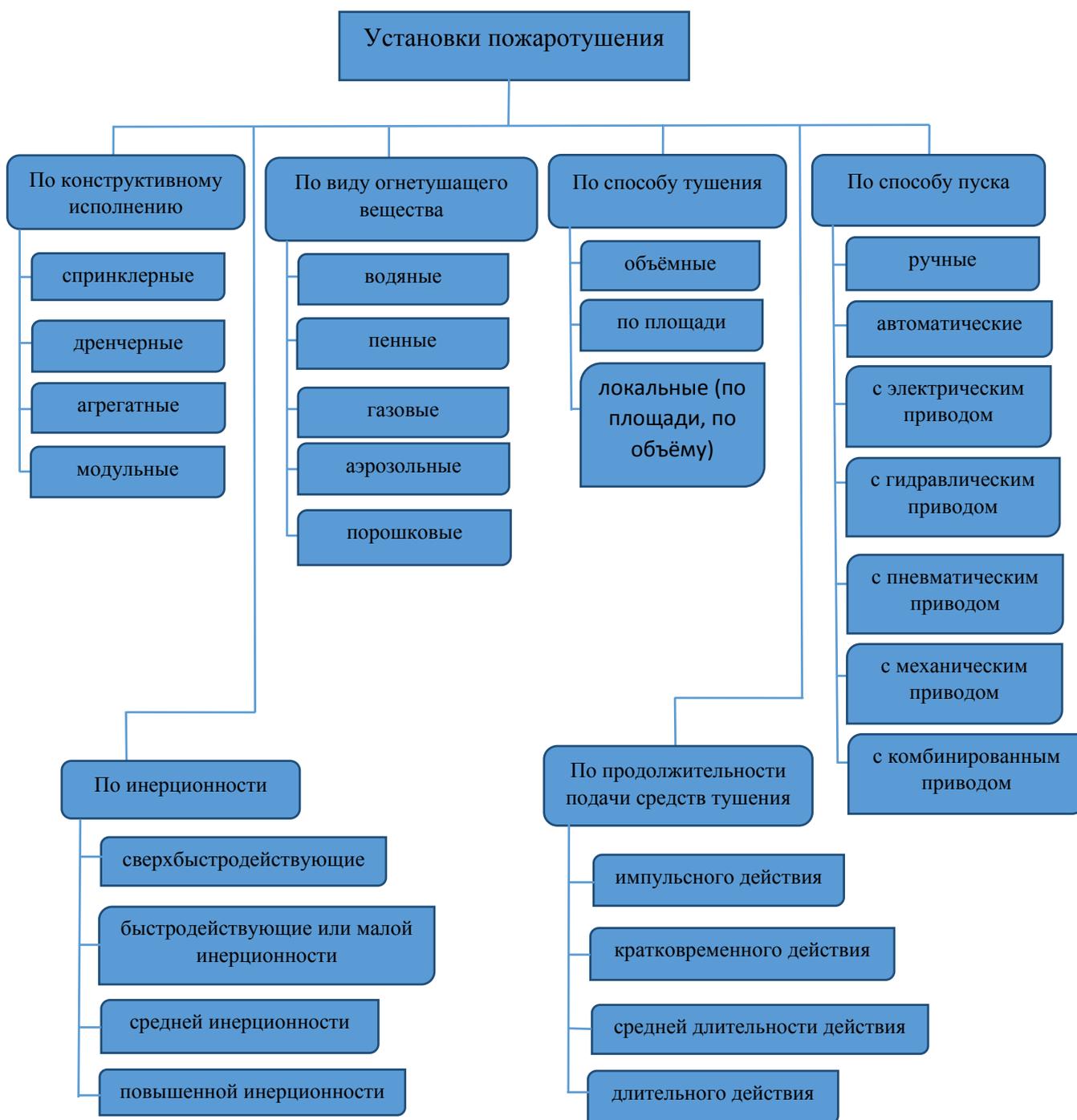


Рисунок 1

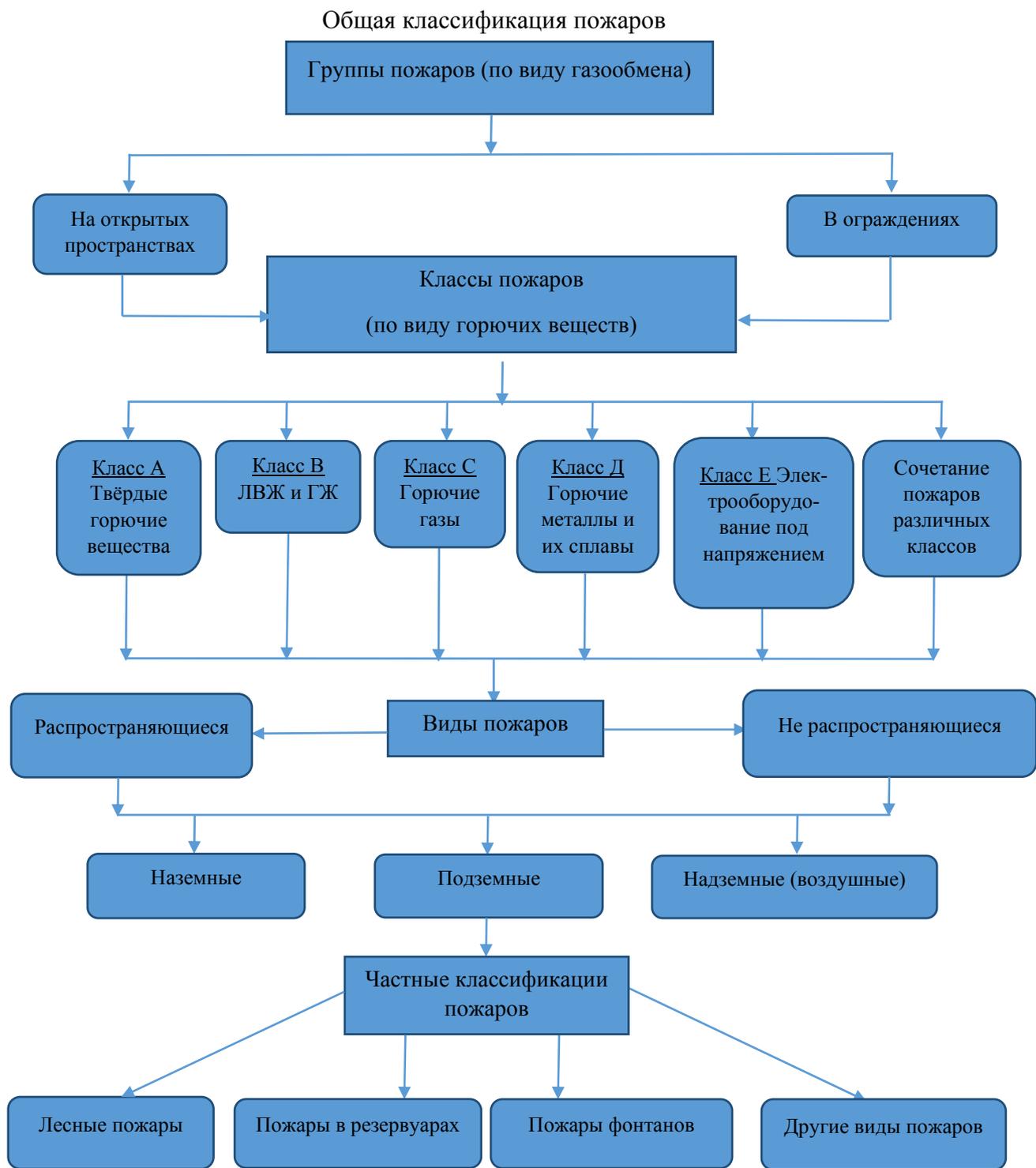


Рисунок 2

Водяные установки автоматического пожаротушения (АП) являются самыми популярными. В качестве огнетушащего вещества используется вода. Такие установки могут быть двух видов: спринклерными и дренчерными.

Спринклерные системы состоят из трубопровода, который предназначен для передачи и распыления пены или воды, насосов для увеличения давления при подаче воды, водохранилищ,

датчиков и детекторов звукового и светового оповещения, реагирующих на воспламенение. Принцип работы заключается в подавлении огня путём разбрызгивания огнегасящих веществ. Эти системы используют пену, газ, водно-газовые смеси. Спринклеры одновременно отвечают за распыление и за датчики и когда на них действуют высокие температуры, клапаны открываются и под давлением вода поступает в помещение. Они полностью самостоятельная система.

Дренчерные системы состоят из сети трубопроводов и расположенных по всей площади оросителей из которых для тушения пожаров поступает вода или пена. Так же у этой системы есть дополнительный источник воды, чтобы тушение пожара могло длиться около часа. Принцип работы строится поэтапно. При возгорании в помещении быстро повышается температура и задымлённость, срабатывают тепловые и дымовые датчики которые передают сигнал в блок управления, от этой системы управления идёт сигнал, который приводит в действие привод, открывающий подачу воды, трубопровод заполняется водой, которая подаётся на спринклеры. Система включается оператором или по команде пожарной сигнализации [9].

Таблица 1 Достоинства и недостатки водной установки АП

Достоинства	Недостатки
Маленькая цена на огнетушащее вещество	Большой расход воды
Маленькая цена на эксплуатацию	Обязательное водоснабжение
Большая огнетушащая способность воды	Обязательная защита от электрического тока, так как вода проводит электричество
Пожаротушение площади, а не объёма	Пассивность срабатывания ниже, чем у других систем пожаротушения
Охлаждение опорных конструкций при пожаре	
Возможность соединения с внутренним противопожарным водопроводом	
Возможность подключения от передвижной пожарной техники	

Пенные установки автоматического пожаротушения – огнетушащее вещество пена. Это система, которая состоит из резервуара наполненного раствором пенообразователя, гидравлического трубопровода, рукавов, генераторами пены и дозаторами, которые способны увеличивать бьём огнетушащего вещества в два и более раза. Принцип работы заключается в том, что по трубопроводу подаётся сжатый воздух, который попадает в резервуар вытесняя водный раствор, который поступает в генератор пены. После чего образуется воздушно-

механическая пена. Она способна покрыть огромную площадь, перекрывая огню доступ к кислороду. Отличие их от водяных систем в том, что у них есть генераторы пены и дозаторы [8].

Таблица 2 Достоинства и недостатки пенной установки АП

Достоинства	Недостатки
Способность увеличивать в несколько раз объём огнетушащего вещества	Обязательное водоснабжение
Тушение как маленьких, так и больших пожаров	Затруднение ликвидации пожара с электрическими приборами
Маленький расход огнетушащего вещества	Трудность в техническом обслуживании
Допустимость выбора способа тушения	Огромный ущерб очищаемому от пожара зданию

В газовых установках автоматического пожаротушения применяются сжатые газы. Это система, состоит из нескольких модулей которые содержат огнетушащее вещество, трубные разводки, насадки, баллоны с газом и пусковые устройства. Это газовая система объединена при помощи коллекторов. Основной принцип работы этой системы основан на обмене местами газовой смеси и воздуха в помещении, потому что при выходе огнетушащих газов, снижается концентрация воздуха, который нужен для горения [8].

Таблица 3 Достоинства и недостатки газовой установки АП

Достоинства	Недостатки
Нулевой ущерб помещению	Использование различных смесей углекислых газов и азота
Безопасность для человека и экологии	Недопустимо использовать газовые установки в местах хранения сырья
Газовые системы не зависят от температур в здании	
Экономная установка сигнализации	

Порошковые установки автоматического пожаротушения применяют в качестве огнетушащего вещества мелкий порошок. Эти установки состоят из нескольких модулей: с централизованным источником рабочего газа и автономным источником рабочего газа. Централизованный источник рабочего газа состоит из модулей ёмкостью до ста литров, предохранительной арматурой, приборами контроля, коллектора, содержащего трубопровод для подачи рабочего газа, распределительных устройств, дымовыми и тепловыми датчиками. Автономный источник рабочего газа состоит из модулей ёмкостью различной вместимости, дымовыми и тепловыми датчиками, кабельную сеть для подачи сигнала. Тушение огня происходит

за счёт подачи в зону возгорания мелкого порошка. В результате часть тепла забирается порошком. Лучше использовать для тушения материалов, у которых нет доступа к кислороду. Принцип действия таких систем основан на снижении концентрации кислорода за счет поступления в соответствующую зону негорючего газа [9].

Таблица 4 Достоинства и недостатки порошковой установки АП

Достоинства	Недостатки
Маленькая стоимость порошковых систем	Сохранение свойств порошка пять лет
Несложность установки	Большой риск неисправности системы
Большой диапазон применения	Опасны для здоровья человека
Не зависят от температур в здании	Высокая химическая активность

В аэрозольных установках автоматического пожаротушения за огнетушащие вещества здесь принимают твёрдотопливные, аэрозолеобразующие составы, которые при горении образуют порошок. Эта установка состоит из металлического корпуса, который выдерживает внутреннее давление, аэрозолеобразующего наполнителя, пускового заряда, который размещён в узле запуска, теплозащитной прокладки, охлаждающего модуля, отверстия из которого выходит аэрозоль, кронштейнов для крепления устройства. Принцип действия заключается в том, что частицы газовой смеси падают на поверхность предметов под воздействием высоких температур образуя плёнку, которая закрывает доступ кислорода к месту горения. В последующих тридцати минутах возгорание произойти не сможет [9].

Таблица 5 Достоинства и недостатки аэрозольной установки АП

Достоинства	Недостатки
Не замерзает	Одноразово в использовании
Безопасно для здоровья	Вероятность ложного срабатывания при подключении не высококвалифицированными специалистами
Срабатывает автоматически по сигналу детектора	Применяется только в закрытых помещениях
Не зависит от температуры в здании	
Полностью заполняет помещение	
Система пуска подключается через электрический кабель	

Установки пожаротушения должны соответствовать требованиям НПБ 88-2001, ГОСТ 12.3.046 и других нормативных документов [1,2].

Выбор типа установки пожаротушения должен проводиться на основании данных по физико-химическим и огнетушащим свойствам предполагаемых для применения огнетушащих

веществ, конструктивных и объёмно-планировочных особенностей защищаемых зданий, помещений и сооружений, свойств находящихся в них материальных ценностей, оборудования, веществ и материалов, возможности и условия применения огнетушащих веществ, характера технологического процесса производства.

Система пожаротушения выбирается исходя из категории пожаробезопасности защищаемого объекта, его важности.

При расчете установки пожаротушения определяется максимальное необходимое давление, которое должны создавать насосы. Выбор системы пожаротушения зависит от условий работы установки, объекта (офисное или административное здание, магазин или складское помещение, жилые дома и объекты народного хозяйства).

#### Список литературы

1. ГОСТ 19681-2016 Арматура санитарно-техническая водоразборная. Общие технические условия / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Введ. 01.07.2017. – М.: Стандартинформ, 2017. – 15 с.
2. ГОСТ Р 51017-2009 Техника пожарная. Огнетушители передвижные. Общие технические требования. Методы испытаний / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Введ. 01.01.2010. – М.: Стандартинформ, 2009. – 15 с.
3. ГОСТ 12.3.046-91 ССБТ. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования / Межгосударственный стандарт. Введ. 01.01.1993. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1993. – 3 с.
4. НПБ 88-2001. Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования / Госстрой России. Введ. 01.01.2002. – М.: , 2001. – 54 с.
5. Применение огнетушителей в производственных, складских и общественных зданиях и сооружениях: Рекомендации/ Навценя Н.В., Исавнин Н.В., Матюшин А В. и др. - М.: ВНИИПО, 1986. - 31 с.
6. Смирнов, С.Н. Противопожарная безопасность / С.Н. Смирнов. — М.: ДиС, 2010. — 144 с.
7. Соломин, В.П. Пожарная безопасность: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Л.А. Михайлов, В.П. Соломин, О.Н. Русак; Под ред. Л.А. Михайлов. — М.: ИЦ Академия, 2013. — 224 с.
8. Собурь С. В. Огнетушители: учеб. - справ. пособие. – 5-е изд. (с изм.) / Собурь С.В. – Москва: ПожКнига, 2008. – 79 с.
9. Собурь С. В. Установки пожаротушения автоматические: учеб. - справ. пособие. – 5-е изд. перераб. / Собурь С.В. – Москва: ПожКнига, 2008. – 309 с.
10. Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21 декабря 1994 года №69-ФЗ.