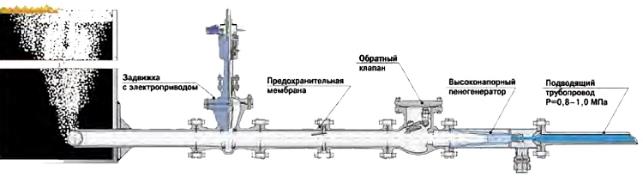
# **Расчет автоматической установки пожаротушения низкократной пеной резервуара установками АУПТ (подслойное пожаротушение)**

Таблица 1.1. – Исходные данные

| **Исходные данные** | | | **Параметры** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Тип резервуара** | **РВС** |  | |
| **Площадь пожара (зеркало пожара в резервуаре)** | S м2 |  | |
| **Нормативная интенсивность подачи рабочего раствора на поверхности горючей жидкости** | IН, дм3/(м2\*с) |  | |
| **Производительность пеногенератора по рабочему раствору пенообразователя** | **Q, дм3/с** |  | |
| **Нормативное время тушения в автоматическом режиме** | t, с | 600 | |
| **Кратность пены** | К | 4 | |

Система подслойного тушения пожаров в резервуарах РВС с легковоспламеняющимися жидкостями обеспечивает оперативное тушение пожара за счет образования на поверхности горящей жидкости огнестойкой самозатягивающейся пленки из всплывших на поверхность мелких пузырьков пены, перекрывающих доступ кислорода в зону горения. СН, % водный раствор пенообразователя вырабатывается пожарной машиной или баком-дозатором, в которых происходит процентное смешивание воды и пенообразователя. Пена, выработанная из водного раствора пенообразователя с помощью пеногенератора, подается в нижний слой легковоспламеняющейся жидкости, всплывает на ее поверхность, где образует огнестойкую и непроницаемую для воздуха пленку. При работе системы зона горения быстро локализуется от периферии резервуара к центру, и пламя подавляется в течение нескольких минут.

 Рис.1.1. – Высоконапорный пеногенератор

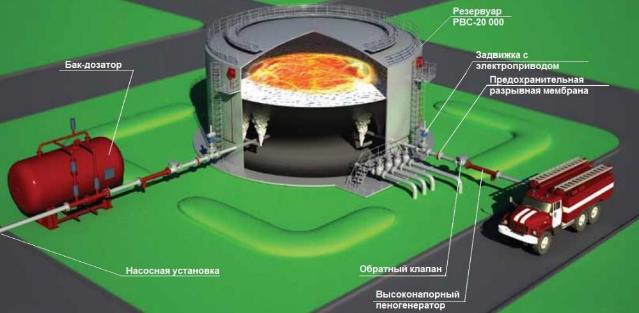


Рис. 1.2. - Система подслойного тушения в резервуаре РВС

Автоматическая установка подслойного пожаротушения получила сигнал на тушение пожара от термочувствительного кабеля, опоясывающего верхний пояс резервуара.

Рассчитать требуемое количество пены, с учетом резерва, для автоматической установки подслойного пожаротушения резервуара РВС. С нормативной интенсивностью IН, дм3/(м2\*с) для подачи рабочего раствора на поверхность горючей жидкости, имеющей температуру вспышки t ≤ 28 0С или t > 28 0С. Производительность пеногенератора по рабочему раствору пенообразователя Q, дм3/с.

1. вычислить расчетное количество высоконапорных пеногенераторов, необходимых для тушения резервуара:

, шт. (1.1)

1. полученное количество N высоконапорных пеногенераторов округлить до целого числа N' в большую сторону;
2. вычислить фактическую интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя через высоконапорные пеногенераторы:

, дм3/(м2\*с) (1.2)

1. вычислить расчетный запас рабочего раствора пенообразователя, необходимый для одного тушения пожара в резервуаре:

, м3 (1.3)

1. вычислить расчетный запас концентрата пенообразователя, необходимого для одного тушения пожара в резервуаре:

, м3 (1.4)

1. вычислить трехкратный запас пенообразователя:

, м3 (1.5)

**Сделать вывод**.

# **Расчет системы охлаждения резервуаров АУПТ (расчет гидромониторов)**

Таблица 2.1. – Исходные данные

| **Исходные данные** | | **Параметры** |
| --- | --- | --- |
| **Диаметр резервуара** | **D, м** |  |
| **Количество в каре резервуаров** | **n, шт.** |  |
| **Производительность (расход) гидромонитора** ЛСД-С50У | **Q, дм3/с** | 50 |
| Нормативное время тушения АУПТ наземных резервуаров | t, с | 14400 |
| Нормативное время тушения АУПТ подземных резервуаров | t1, с | 7200 |
| Интенсивность подачи воды на один метр длины окружности горящего резервуара | IН, дм3/(м2\*с) |  |
| Интенсивность подачи воды половины окружности соседнего резервуара | IН1, дм3/(м2\*с) |  |

Рассчитать систему охлаждения резервуара РВС со стационарной крышей. В каре расположено одинаковых n, шт. резервуаров. Тушение осуществляется гидромониторами от автоматической установки пожаротушения. Диаметр резервуара – D, м, высота – H, м.



Рис. 2.1 – дистанционный универсальный ствол пожарный лафетный ЛСД-С50У (гидромонитор)

Производительность (расход) гидромонитора по воде – Q дм3/с (дистанционный универсальный ствол пожарный лафетный ЛСД-С50У). Нормативное время тушения в автоматическом режиме составляет t, с. Интенсивность подачи воды IН, дм3/(м2\*с) на один метр длины окружности горящего резервуара. Интенсивность подачи воды IН1, дм3/(м2\*с) половины окружности соседнею резервуара.

Автоматическая установка охлаждения резервуара получила сигнал на тушение пожара от тепловых пожарных извещателей, расположенных в верхней части резервуара.

1. вычислить длину окружности горящего резервуара:

*,* м (2.1)

1. вычислить расчетное количество гидромониторов, необходимых для охлаждения горящего резервуара:

*,* шт. (2.2)

1. полученное количество N гидромониторов округлить до целого числа в большую сторону;
2. расчетное количество гидромониторов, необходимых для охлаждения соседних резервуаров N1, шт., определяем по формуле:

, шт. (2.3)

1. полученное количество N1 гидромониторов необходимых для охлаждения соседних резервуаров округлить до целого числа в большую сторону;
2. общий расход воды Qобщ, дм3/с определить как сумму расходов на охлаждение горящего резервуара и резервуаров, соседних с ним в группе:

, дм3/с (2.4)

1. общий объем воды для охлаждения резервуаров (горящего и соседних с ним) составляет:
   * для наземных резервуаров при тушении АУПТ

, м3 (2.5)

* + для подземных резервуаров при тушении АУПТ

, м3 (2.6)

Для орошения резервуаров гидромониторы должны располагаться так, чтобы на каждую точку резервуара осуществлялась подача воды не менее чем двумя гидромониторами.

**Сделать вывод**.

# **Расчет автоматической установки пожаротушения высокократной пеной помещения нефтеперекачивающей станции**

Таблица 3.1. – Исходные данные

| **Исходные данные** | | | **Параметры** |
| --- | --- | --- | --- |
| Площадь пола помещения | | S, м2 |  | |
| Высота помещения | | Н, м |  | |
| Высота технологического оборудования | | h, м |  | |
| Коэффициент герметичности помещения | | k2 | 1,2 | |
| Коэффициент влияния дымовых газов на разрушение пены при горении углеводородных жидкостей | | k3 | 1,5 | |
| Производительность одного пеногенератора | | q, дм3/мин |  | |
| Максимальное время заполнения пеной объема защищаемого помещения | | t, с | 600 | |
| Кратность пены | | К |  | |
| Коэффициент учитывает усадку пены | при высоте помещения до 4 м | k1, | 1,2 | |
| высоте помещения от 4 м до 10 м | 1,5 | |

Помещение нефтеперекачивающей станции (НПС), которая подлежит оборудованию АУПТ, в соответствии с требованиями, изложенными в **СП 5.13130.2009**. АУПТ высокократной пены включает в себя:

* резервуары для хранения противопожарного запаса воды и емкости для хранения запаса пенообразователя (бак-дозатор для хранения конденсата пенообразователя и приготовления его рабочего раствора с заданной концентрацией);
* пеногенераторы высокократной пены;
* синтетический пенообразователь, как правило, углеводородный;
* систему дозирования и смешения пенообразователя с водой;
* магистральные водопровод и растворопровод, запорная арматура;
* пожарные извещатели, устройства дистанционного пуска;
* приборы и устройства контроля и управления**;**
* устройства звуковой и световой сигнализации и оповещения о срабатывании установки;
* кабельные линии.

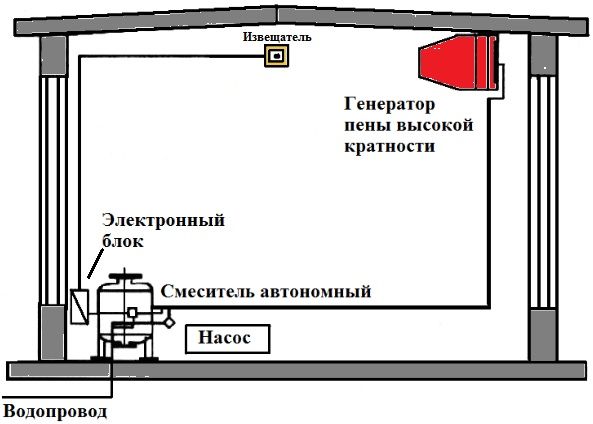


Рис.3.1 – Размещение оборудования в помещение нефтеперекачивающей станции

Расчет сводится к определению количества пеногенераторов, их размещению в защищаемом помещении и объеме (нормативного запаса) концентрата пенообразователя. Тушение пожара в задымленном помещении пеной высокой кратности происходит в два этапа:

* в первое время пена практически не образуется и через пеногенератор проходят продукты горения, которые скопились в помещении в результате горения пролива нефтепродукта;
* после снижения концентрации дыма в воздухе помещения до максимально допустимой величины процесс образования пены происходит с меньшей интенсивностью, чем на свежем воздухе.

По принятым международным нормам период индукции не должен превышать 30 с. Количество генераторов пены определяют из двух вариантов расчета:

* возможности пропустить за это время половину объема воздуха в помещении насосной.
* обеспечении процесса тушения пламени в насосной за время не более 60 с.

Площадь пола помещения S, м2; высота помещения Н, м; высота технологического оборудования h, м. Помещение условно герметичное, коэффициент герметичности k2; коэффициент учитывающий влияние дымовых газов на разрушение пены при горении углеводородных жидкостей k3. Производительность одного генератора пены q, дм3/мин (**в**ысокократная пена **на основе пенообразователя ПО-1С получается при помощи пеногенераторов ГВП-50 - ГВП-2000 "ФЕНИКС"**). Максимальное время заполнения пеной объема защищаемого помещения, t с. Кратность пены, К. Коэффициент, учитывает усадку пены при различных высотах помещения k1.

1. вычислить расчетный объем заполнения пены:

, м3 (3.1)

1. вычислить значение обобщенного коэффициента по формуле:

(3.2)

1. определить расчетное количество генераторов высокократной пены:

, шт. (3.3)

1. округлить n до целого вверх и принять далее в расчетах n'(если n' ≤ 2 то принять n' = 2, т.к. в помещении требуется устанавливать не менее двух пеногенераторов);
2. вычислить производительность пеногенератора по раствору пенообразователя:

, м3/с (3.4)

1. вычислить расчетное количество пенообразователя:

, м3 (3.5)

**Сделать вывод**

# **Расчет уникальных модулей газового пожаротушения без применения трубной разводки**

Таблица 4.1. – Исходные данные

| **Исходные данные** | | | **Параметры** |
| --- | --- | --- | --- |
| Площадь помещения | S, м2 |  | |
| Высота помещения | h, м |  | |
| Вероятностный класс пожара | Кпож | А2, Е | |
| Минимальная температура в помещении | tmin, 0С, | 18 | |
| Нормативное время подачи ГОТВ | tпод, с | 10 | |
| Высота помещения над уровнем моря | hур, м | 1000 | |
| Коэффициент, учитывающий высоту над уровнем моря | k3 | 0,885 | |
| Коэффициент утечки газа из модулей | k1 | 1,05 | |
| Параметр, учитывающий расположение проемов по высоте защищаемого помещения | П, м0,5/с. |  | |
| Суммарная площадь постоянно открытых проемов в помещении | ΣFН, м2 | 1,7 | |
| Массу остатка ГОТВ после выпуска по паспортным данным | Mδ, кг; |  | |
| Максимальное заполнение модулей ГОТВ паспортным данным | kZ, кг |  | |
| Параметр негермитичности в соответствии с табличными данными Д17 | δТАБЛ |  | |
| Плотность газа ГОТВ при температуре То=293 К и атмосферном давлении 101,3 кПа | ρО, кг/м3 |  | |
| Нормативная объемная концентрация в зависимости от горючего материала Н-гептан | СН, % (об.) |  | |
| Тип модуля МГП |  | | |
| **Тип ГОТВ** |  | | |

Помещение серверной представляет собой некоторую прямоугольную форму S, м2 х h, м (площадь х высота), внутри которой расположено технологическое телекоммуникационное оборудование с вероятностным классом пожара Кпож*.* Минимальная температура в помещении tmin 0С, нормативное время подачи ГОТВ tпод, c.

Исходя из определенных условий эксплуатаций и достижения эффекта тушения ГОТВ, в помещении, примем: высоту помещения над уровнем моря hур, м; коэффициент учитывающий высоту над уровнем моря k3; коэффициент утечки газа из модулей k1; суммарную площадь постоянно открытых проемов в помещении принять ΣFН, м2 с параметром учитывающим расположение проемов по высоте защищаемого помещения П, м0,5/с.

Применяемый ГОТВ для тушения в данном помещении с модулями МГП предназначен для тушения пожаров класса А, В, С и электрооборудования до 1000В. **Из паспортных данных на ГОТВ "Заря"**, принять: массу остатка ГОТВ после выпуска Mδ, кг; максимальное заполнение модулей ГОТВ kZ, кг.



Рис. 4.1 – Помещение серверной

1. вычислить расчетный объем помещения

, м3 (4.1)

1. рассчитать параметр негермитичности помещения:

, м-1 (4.2)

где суммарная площадь открытых проемов

, м2 (4.3)

1. проверить полученный параметр негермитичности δ с табличными данными Д17 по СП5.13130.2009 и дадть заключение:
   * если полученное δ > δТАБЛ (больше табличного значения), то рекомендовать уменьшить отверстия, проемы и далее в расчетах принимать табличное значение параметра негермитичности δТАБЛ;
   * если δ < δТАБЛ (меньше табличного значения), то уменьшать проемы, отверстия не требуется и в расчетах применять полученное значение δ.
2. выбрать для типа ГОТВ плотностью газа ρО, кг/м3 при температуре То = 293 К и атмосферном давлении 101,3 кПа;
3. рассчитть плотность ГОТВ с учетом высоты защищаемого объекта относительно уровня моря для минимальной температуры в помещении, кг/м3, где То = 293 К, а Тм = (273,15+tmin), К:

, К (4.4)

, кг/м3 (4.5)

1. вычислить коэффициент, учитывающий потери ГОТВ через проемы помещения. В качестве δ принимать δ или δТАБЛ:

(4.6)

1. для типа ГОТВ определить нормативную объемную концентрацию СН % (об.) в зависимости от горючего материала Н-гептан;
2. рассчитать массу ГОТВ Мр, кг по формуле:

, кг (4.7)

1. определить количество модулей необходимых для выполнения тушения:

, шт. (4.8)

1. округлить вверх до целого количество модулей необходимых для выполнения тушения n’ шт.

**Сделать вывод**

# **Расчет установок порошкового пожаротушения модульного типа**

Таблица 5.1. – Исходные данные

| **Исходные данные** | | | **Параметры** | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Длина помещения | а, м |  | |
| Ширина помещения | b, м |  | |
| Высота помещения | h, м |  | |
| Класс вероятного пожара | Кпож |  | |
| Горючий материал Г в помещении для порошков класса Кпож А, В, С | k3 |  | |
| Модуль МПП |  | | |
| **Выполнить расчет (**для S - по площади, V - по объему помещения, Sл - локально по площади, Vл - локально по объему**)** | Вписать свое | |  |
| **Площадь затенённости** | Sзат***, м2*** |  | |
| **Площадь негерметичности помещения** | Fнег**, м2** |  | |

В соответствии с требованиями, изложенными в **СП 5.13130.2009**, необходимо оборудовать помещение автоматической установкой порошкового пожаротушения (АУПП). Размер помещения a х b х h, м (длина х ширина х высота). Класс вероятного пожара Кпож. Горючий материал в помещении Г.

1. определить расчетный объем помещения при тушении по объему или по площади помещения:

, м3 , м2 (5.1)

1. из документации на модуль МПП принять данные для дальнейшего расчета коэффициента неравномерности распыления порошка *k1* ;
2. по паспортным данным на свой модуль МПП определить:
   * для тушения по площади S или Sл, для классов пожара Кпож принять площадь распыла порошка S, м2;
   * для тушения по объему V или Vл, для классов пожара Кпож принять объем распыла порошка V, м2;
3. рассчитать коэффициент запаса, учитывающий затененность возможного очага загорания k2, зависящий от отношения площади, затененной оборудованием Sзат, к защищаемой площади помещения S:

(5.2)

1. в зависимости от горючего материала в помещении Г принять значения коэффициента учитывающий изменение огнетушащей эффективности используемого порошка по отношению к горючему веществу в защищаемой зоне по сравнении с бензином АИ-92 (второго класса) k3;
2. определить коэффициент, учитывающий степень негерметичности помещения (для локального пожаротушения Sл и Vл коэффициент k4 *=* 1,3):

(5.3)

1. рассчитаеть количество модулей МПП (**не округлять до целого**):

, шт. (5.4)

где А – площадь помещения S, м2 или объем V, м3 помещения в зависимости от варианта. К5 – поправочный коэффициент: при тушении Sл локально по площади K5 = 1,1; при тушении локально Vл по объему К5 = 1,15 во всех остальных случаях К5 = 1. В – площадь и объем распыла (в зависимости от варианта) модулем МПП в зависимости от класса пожара (по паспортным данным на модуль) Кпож.

**Сделать вывод**

# **Расчет автоматических установок аэрозольного пожаротушения для технического помещения**

Таблица 6.1. – Исходные данные

| **Исходные данные** | | | **Параметры** |
| --- | --- | --- | --- |
| Длина помещения | | а, м |  |
| Ширина помещения | | b, м |  |
| Высота помещения | | h, м |  |
| Коэффициент неравномерности распределения аэрозоля по высоте помещения | не более 3,0 м; | k1 | 1 |
| от 3,0 до 5,0 м | 1,15 |
| от 5,0 до 8,0 м | 1,25 |
| от 8,0 до 10 м включительно | 1,4 |
| Коэффициент негерметичности защищаемого помещения | | k2 | 1,007 |
| Коэффициент тушения кабелей в аварийном режиме эксплуатации | | k3 | 1 |
| Коэффициент тушения кабелей при различной их ориентации в пространстве | | k4 | 1 |
| Огнетушащая способность генератора | | qн*,* кг/м3 |  |
| Масса заряда АОС в одном генераторе, (целое значение без ±) | | mГОА*, кг* |  |
| Время работы установки (целое значение без ±) | | tАУАП, с |  |
| Выделяемое тепло ГОА | | q*,* кДж |  |
| Модуль ГОА | |  | |

В соответствии с требованиями, изложенными в **СП 5.13130.2009**, техническое помещение размером a х b х h, м (длина х ширина х высота) требуется оборудовать АУПТ.



Рис. 6.1. – Техническое помещение

Коэффициент, учитывающий влияние негерметичности защищаемого помещения k2; коэффициент, учитывающий особенности тушения кабелей в аварийном режиме эксплуатации k3; коэффициент, учитывающий особенности тушения кабелей при различной их ориентации в пространстве k4.

1. вычислить расчетный объем помещения:

, м3 (6.1)

1. определить коэффициент, учитывающий неравномерность распределения аэрозоля по высоте помещения k1;
2. из паспортных данных на модуль ГОА для дальнейшего расчета ввзять: qн - огнетушащая способность генератора (для класса пожара **А2**), кг/м3; mГОА - масса заряда АОС в одном генераторе, кг; tАУАП - время работы установки, с; q - выделяемое тепло ГОА, кДж.
3. рассчитать выделяемое Q, кДж/кг тепло ГОА на килограмм массы:

, кДж/кг (6.2)

1. рассчитать суммарную массу заряда АОС необходимого для ликвидации пожара объемным способом:

, кг (6.3)

1. общее количество ГОА N, определить по формуле:

, шт. (6.4)

При работе модуля ГОА в помещении может создаваться избыточное давление. По таблице А.4 **ГОСТ Р 12.3.047-2012** предельно допустимое избыточное давление при сгорании газо-, паро- или пылевоздушных смесей в помещениях или в открытом пространстве. Для этого применяется клапан сброса избыточного давления (КИД).

Необходимость применения КИД в составе оборудования установки газового пожаротушения (аэрозольное пожаротушение относится к газовому пожаротушению) подтверждается расчетом по методике, приведенной в **приложении Л** **СП 5.13130.2009**.

1. рассчитать площадь ограниченной поверхности помещения:

, м2 (6.5)

Рассмотреть две ситуации: для условно **герметичного помещения и негерметичного помещения.**

1. рассчитать величину избыточного давления Рm, кПа, при подаче огнетушащего аэрозоля **в условно герметичное помещение при** δ = 0,м-1

, кПа (6.6)

1. рассчитать избыточное давление **Рm'**, кПа, при подаче огнетушащего аэрозоля **в негерметичное помещение** δ = 0,001 м-1 для этого:

* определим безразмерный параметр А:

(6.7)

* избыточное давление рассчитаем по формуле:

кПа (6.8)

где k*,* n - коэффициенты, составляющие:

при **0,01 ≤** А **≤ 1,2** k = 20 кПа, n = 1,7;

при А **> 1,2** k = 32 кПа, n = 0,2.

при А **< 0,01**, расчет давления не проводится и считается, что Рm *<* Рпред.

**Сделать вывод**