

Юр. Адрес: 423816, РТ, г. Набережные Челны, б/р Т. Кереселидзе, д.2/99, кв.167, ОГРН 1131650009655 ИНН/КПП 1650264901/165001001, Р/с 40702810262030005920, в Отделении «Банк Татарстан» № 8610 г. Казань, К/с 30101810600000000603, БИК 049205603, Тел/факс (8552) 203-410

РАСЧЕТ ПО УСТРОЙСТВУ ЛЕГКОСБРАСЫВАЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОБЪЕКТЕ «ПАО «Татнефть» «Установка ЭЛОУ- АВТ-6 (секция 1102)»

Объект защиты: «Установка ЭЛОУ- АВТ-6 (секция 1102)»

Адрес: Россия, Республика Татарстан, Нижнекамский муниципальный район, г. Нижнекамск, промышленная зона (территория АО «ТАНЕКО»)

Разработаны:

Директор

ООО «ПожСтандарт»

Разуваева С.В.

М.П.

2019

					Определение площади вскрытия ЛСК			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.					«Установка ЭЛОУ- АВТ-6 (секция 1102)»	Лит.	Лист	Листов
							1	14

Содержание

1.	Расчет	3
2.	Расчет требуемых открытых проёмов для помещения ВВК.	6
3.	Расчет количества фактических открытых проёмов длиной 1 м, шириной 1.75 м и толщиной 3 мм для помещения ВВК.....	9
4.	Расчет требуемых открытых проёмов для помещения реагентной насосной.....	10
5.	Расчет количества фактических открытых проёмов длиной 1 м, шириной 1.75 м и толщиной 3 мм для помещения реагентной насосной.	12
6.	Вывод	13
7.	Нормативные ссылки и справочные данные	14

1. Расчет

Расчет ЛСК проводится для двух помещений здания: реагентной насосной и помещения ВВК. Согласно технологии в данных помещениях обращается сырая нефть, которая в процессе переработки раскладывается на легкие и тяжелые фракции. В качестве наихудшего сценария был рассмотрен случай аварии и взрыва в защищаемых помещениях пропановоздушной взрывоопасной смеси.

ЭЛОУ-АВТ-6 — электрообессоливающая установка, атмосферно-вакуумная трубчатка, цифра в конце обозначает производительность по переработке данной установки 6 млн. тонн в год.

Поскольку вариантов схем этих установок, находящихся в эксплуатации на данный момент, на отечественных НПЗ, большое количество, мы рассмотрим наиболее распространенную и эффективную установку ЭЛОУ-АВТ-6, входящую в типовые блоки ЛК-6У большого количества заводов.

Нефть подается в насосную и поступает в виде смеси вместе с промывочной водой в специальные устройства — электродегидраторы (как правило, 4 пары для ЭЛОУ-АВТ-6), где происходит обессоливание и обезвоживание под действием электрического тока.

Прямогонные бензины с верха колон первичной перегонки К-1 и К-2 не могут быть использованы в качестве топлива напрямую. Данные фракции содержат растворенные газы C_1 — C_4 и их необходимо удалить для повышения детонационной стойкости при помощи процесса стабилизации. При прохождении бензина через колонну стабилизации поток разделяется на 2 промежуточные фракции: н.к. — $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ — $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ далее, полученные фракции подвергают процессу вторичной перегонки с разделением на более узкие фракции. н.к. — $62\text{ }^{\circ}\text{C}$ $62\text{ }^{\circ}\text{C}$ — $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ — $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ — $180\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В вакуумном блоке мазут разделяется до гудрона с получением или широкой дистиллятной фракции ($350\text{--}500\text{ }^{\circ}\text{C}$), являющейся сырьем установок каталитического крекинга, гидрокрекинга, реже термокрекинга (топливный вариант работы), или с получением узких масляных фракций (веретенное, трансформаторное, машинное, цилиндрическое) и остаточных масел (авиационное, дизельное) при работе по масляному варианту.

Рассмотрим случай расчета ЛСК при наиболее худшем сценарии взрыва - образование в производственном помещении пропановоздушной взрывоопасной смеси.

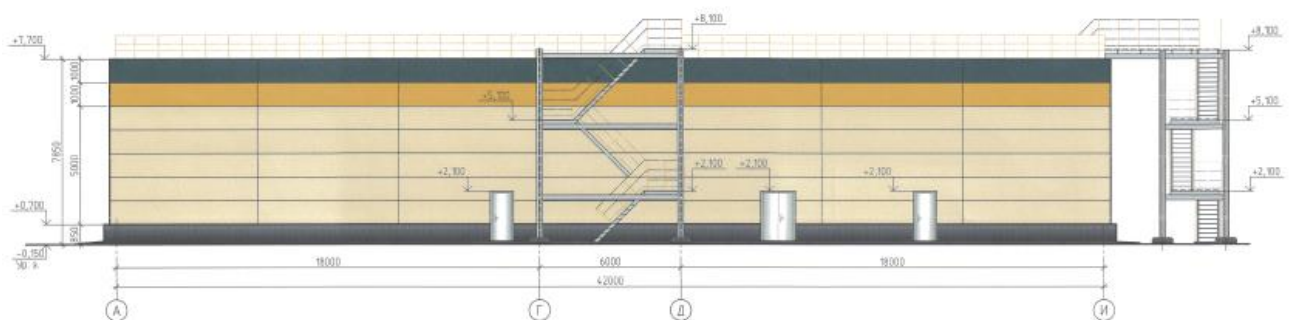


Рис.1 Фасад объекта защиты

					Определение площади вскрытия ЛСК. «Установка ЭЛОУ- АВТ-6 (секция 1102)»	Лист 3
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

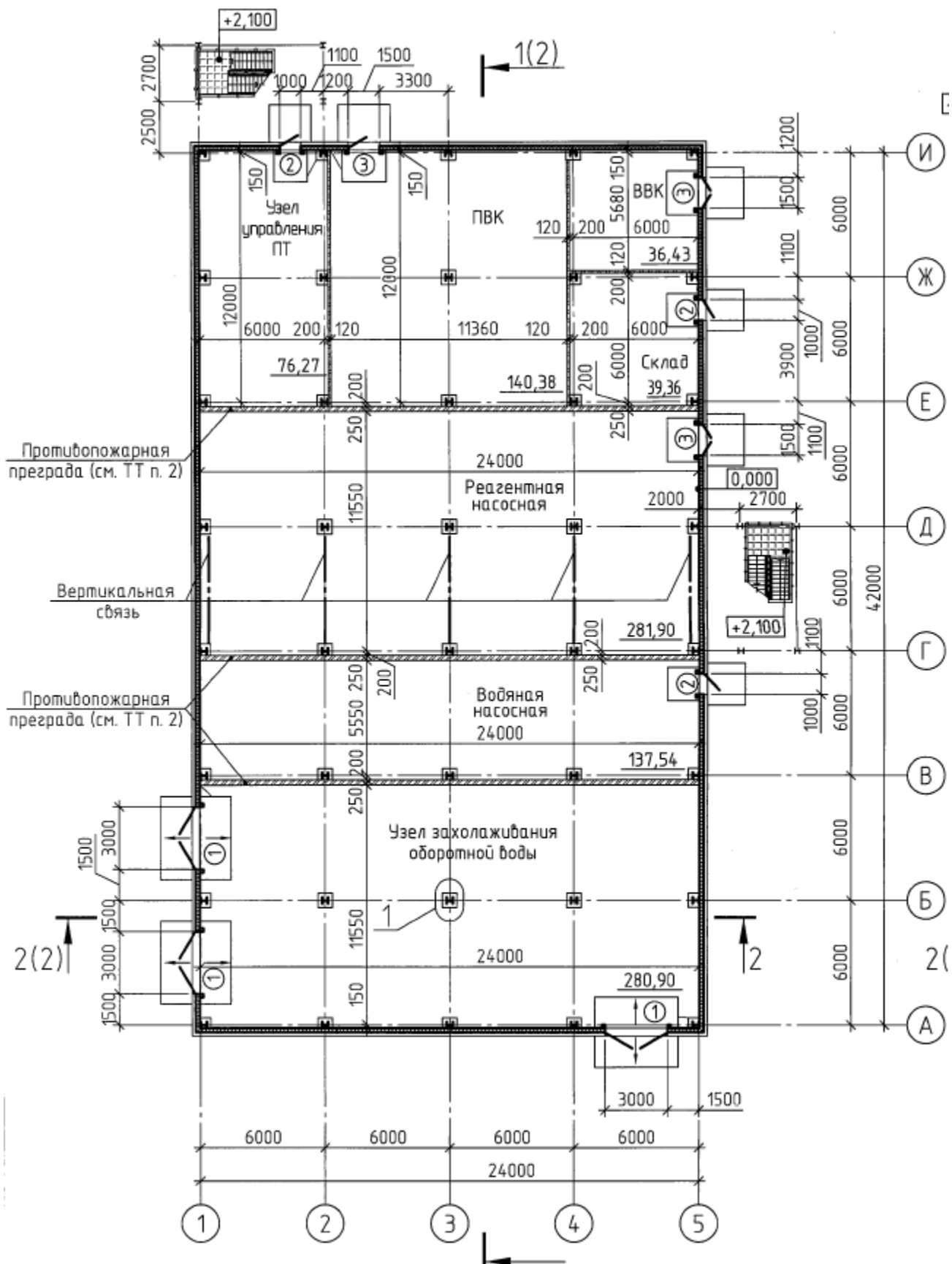


Рис.2 План объекта на отм. 0,000

Длина $a_{\text{п}}$ и ширина $b_{\text{п}}$ помещения составляют соответственно 42,0 м и 24,0 м. Согласно рис.1 расчетная высота помещения $h_{\text{п}} = 7,7$ м.

В качестве ЛСК для снижения избыточного давления взрыва в помещениях рассматривается оконные блоки размером **1*1.75 м**.

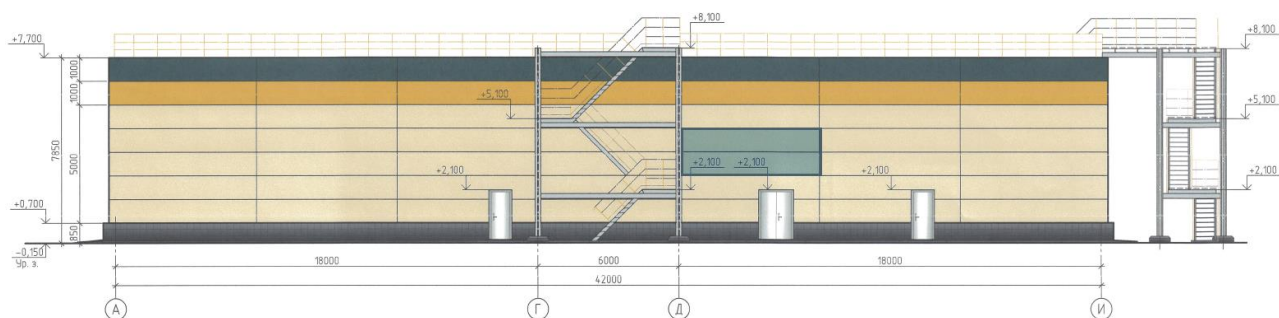


Рис.3 Предполагаемое место размещения ЛСК в помещении реагентной насосной

На рис.3 представлено примерное рекомендуемое место размещения ЛСК в осях Д-Е, на отметке не более +5,000 м и не менее отметки +3,000 м.

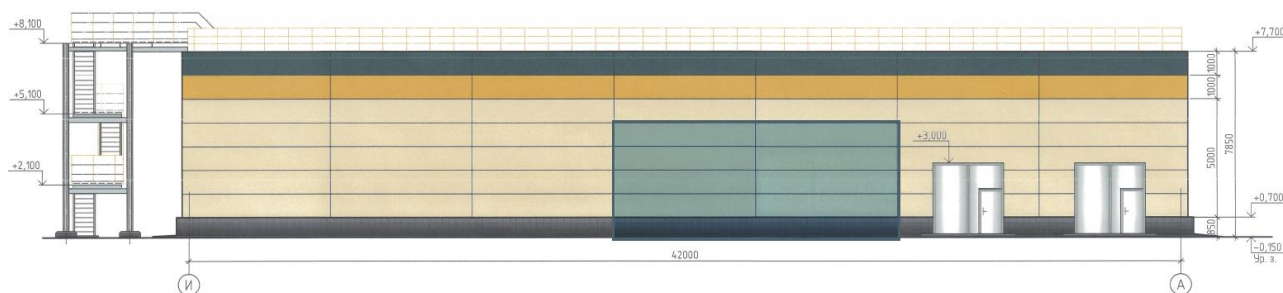


Рис.4 Предполагаемое место размещения ЛСК в помещении реагентной насосной

На рис.4 представлено рекомендуемое место размещения ЛСК в осях Е-Д, на отметке не более +5,000 м и не менее отметки +0,850 м.

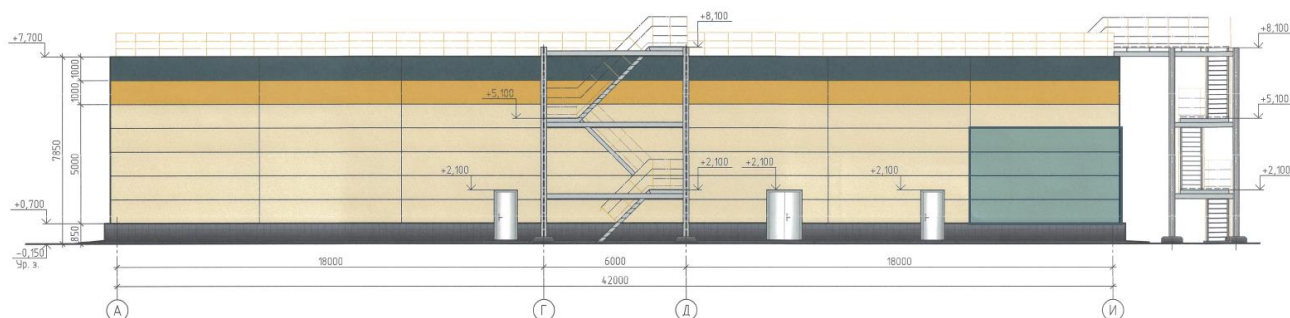


Рис.5 Предполагаемое место размещения ЛСК в помещении ВВК

На рис.5 представлено примерное рекомендуемое место размещения ЛСК в осях Ж-И, на отметке не более +5,000 м и не менее отметки +0,850 м.

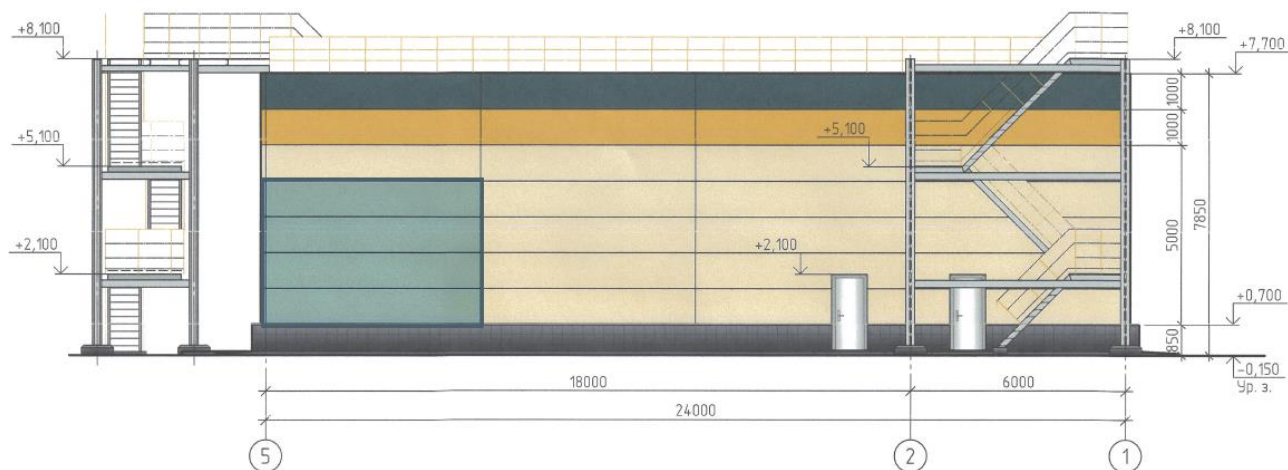


Рис.6 Предполагаемое место размещения ЛСК в помещении ВВК

На рис.6 представлено примерное рекомендуемое место размещения ЛСК в осях 5-4, на отметке не более +5,000 м и не менее отметки +0,850 м.

2. Расчет требуемых открытых проёмов для помещения ВВК.

$a_{\Pi} := 6$ Длина помещения, м
 $b_{\Pi} := 6$ Ширина помещения, м
 $h_{\Pi} := 6.75$ Высота помещения, м

Геометрический объем помещения V_{Π} равен:

$V_{\Pi} := 242.94$ Объем помещения, м³

Согласно примечанию 2 и 4 к табл.1 принимается, что строительные конструкции и оборудование занимают 20% геометрического объема помещения, причем 60% занимают крупногабаритные строительные конструкции и оборудование, а 40% - малогабаритные. Свободный объем помещения $V_{св}$ рассчитывается по формуле:

$V_{св} := V_{\Pi} \cdot (1 - 0.01 \cdot 20) = 194.352$ Свободный объем помещения, м³

В помещении в аварийной ситуации может образовываться пропановоздушная горючая смесь. Давление и температура в помещении до воспламенения горючей смеси принимаются равными

$p_0 := 101.3$ Начальное давление, кПа

$T_0 := 20$ Начальная температура, С

Коэффициент степени заполнения объема помещения горючей смесью и участия ее во взрыве

$\mu_v := 1$

Характеристики горючей смеси принимаются по данным таблицы прил. 2:

$$\epsilon_{p\max} := 8.1 \quad U_{n\max} := 0.45 \text{ м/с} \quad \rho_{\text{НКПР}} := 1.2 \text{ кг/м}^3$$

$$\epsilon_{p\text{нкпр}} := 5.1 \quad \rho_{\max} := 1.21 \text{ кг/м}^3$$

$$\epsilon_{\text{снкпр}} := 6.1 \quad \text{степень сжатия продуктов горения при взрыве в замкнутом объеме с концентрацией горючего, соответствующей НКПР}$$

$$\epsilon_{\text{сmax}} := 9.7 \quad \text{степень сжатия продуктов горения при взрыве в замкнутом объеме с концентрацией горючего, соответствующей } U_{n\max}$$

Расчетные характеристики ГС вычисляются по соответствующим формулам.

Расчетная нормальная скорость распространения пламени определяется по формуле:

$$U_{\text{нр}} := U_{n\max} \cdot 0.55 = 0.248 \text{ м/с}$$

Расчетная плотность газа в помещении перед воспламенением смеси определяется по формуле:

$$\rho_0 := \frac{0.5367 \cdot \mu_v \cdot (\rho_{\text{НКПР}} + \rho_{\max}) + (1 - \mu_v) \cdot 1.294}{1 + 0.00367 \cdot T_0} = 1.203 \text{ кг/м}^3$$

					Определение площади вскрытия ЛСК. «Установка ЭЛОУ- АВТ-6 (секция 1102)»	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

Расчетная степень сжатия продуктов горения при взрыве в замкнутом объеме определяется по формуле:

$$\epsilon_c := 0.5 \cdot (\epsilon_{сmax} + \epsilon_{снкпр}) = 7.9$$

Исходя из условий (10)-(12) определяем, что

$$V_{пл} := 0.5 \cdot \mu_v \cdot V_{п} \cdot (\epsilon_{рнкпр} + \epsilon_{рmax}) = 1.603 \times 10^3 \text{ объем пламени, м}^3$$

Так как $V_{пл} > V_{п}$, значит $V = V_{п}$

$$V_{ww} := 242.94 \text{ м}^3$$

Показатель интенсификации взрывного горения α определяется линейной интерполяцией по табл. 1 в зависимости от степени загроможденности помещения строительными конструкциями и оборудованием Θ_z и объема V , в котором происходит горение взрывоопасной смеси.

Для малогабаритных строительных конструкций и оборудования при $\Theta_z = 20\%$

$$\alpha_M := 6 + \frac{(10 - 6) \cdot (242.94 - 100)}{1000 - 100} = 6.635$$

Для крупногабаритных строительных конструкций и оборудования при $\Theta_z = 20\%$

$$\alpha_K := 4 + \frac{(6 - 4) \cdot (242.94 - 100)}{1000 - 100} = 4.318$$

Для 60% крупногабаритных и 40% малогабаритных строительных конструкций и оборудования:

$$\alpha := 0.6 \cdot \alpha_K + 0.4 \cdot \alpha_M = 5.245$$

Допустимое избыточное давление в помещении принимается равным

$$\Delta P_{доп} := 5 \text{ кПа}$$

В соответствии с формулами (14)-(16) коэффициент $\beta_{\mu} := 1$

Коэффициент K_{ϕ} , учитывающий влияние формы помещения и эффект истечения продуктов горения взрывоопасной смеси определяется по формуле (16):

$$K_{\phi} := \frac{0.5 \cdot (b_{п}^2 + h_{п}^2)}{\sqrt[3]{V_{п}^2}} = 1.047$$

Требуемая площадь открытых проемов в наружном ограждении взрывоопасного помещения, при которой избыточное давление в нем при взрывном горении ГС не превысит $\Delta P_{доп}$, определяется по формуле (2):

$$S_{откр.тр} := \frac{0.105 \cdot U_{нр} \cdot \alpha \cdot (\epsilon_c - 1) \cdot \beta_{\mu} \cdot K_{\phi} \cdot \sqrt{\rho_0} \cdot \sqrt[3]{V_{св}^2}}{\sqrt{\Delta P_{доп}}} = 16.225 \text{ м}^2$$

					Определение площади вскрытия ЛСК. «Установка ЭЛОУ- АВТ-6 (секция 1102)»	Лист 8
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

3. Расчет количества фактических открытых проёмов длиной 1 м, шириной 1.75 м и толщиной 3 мм для помещения ВВК.

В качестве ЛСК для снижения избыточного давления взрыва в помещении рассматривается оконный проёмы.

Принимается, что для застекления оконных проёмов используется стекло толщиной 3мм. Остекление одинарное

Расчетные размеры стекол рассчитываются по следующим формулам:

$$a_{\text{СТ}} := 1 + 3 \cdot 0.003 = 1.009 \text{ , м}$$

$$b_{\text{СТ}} := 1.75 + 3 \cdot 0.003 = 1.759 \text{ , м}$$

Площадь стекла рассчитывается по следующей формуле:

$$S_{\text{СТ}} := a_{\text{СТ}} \cdot b_{\text{СТ}} = 1.775 \text{ , м}^2$$

Коэффициент $\lambda_{\text{СТ}}$ рассчитывается по следующей формуле:

$$\lambda_{\text{СТ}} := \frac{a_{\text{СТ}}}{b_{\text{СТ}}} = 0.574$$

Коэффициенты K_{sh} и K_{λ} рассчитываются линейной интерполяцией с помощью табл.4 и табл.5 рекомендации расчет параметров легкосбрасываемых конструкций.

$$K_{\text{sh}} := 0.255 + \left[\frac{(0.235 - 0.255) \cdot (1.775 - 1.6)}{1.8 - 1.6} \right] = 0.238$$

$$K_{\lambda} := 1.04 + \left[\frac{(1.01 - 1.04) \cdot (0.574 - 0.5)}{0.6 - 0.5} \right] = 1.018$$

Значение приведенного давления вскрытия оконного остекления $\Delta P_{\text{доп}}$ рассчитывается по формуле:

$$\Delta P_{\text{доп}} := 5 \text{ , кПа}$$

$$\Delta P_{\text{доп.прив.}} := \frac{\Delta P_{\text{доп}}}{K_{\text{sh}} \cdot K_{\lambda}} = 20.684$$

Так как значение приведённого давления больше чем 20 кПа, коэффициент вскрытия принимается равным 0.94

$$K_{\text{вскр1ост.}} := 0.94$$

Таким образом, площадь ЛСК в наружном ограждении помещения определяется по следующей формуле:

$$S_{\text{ЛСК}} := \frac{S_{\text{откр.тр}}}{K_{\text{вскр1ост.}}} = 17.261 \text{ , м}^2$$

Фактическая площадь ЛСК должна быть больше, чем значение $S_{\text{лск}}$.

4. Расчет требуемых открытых проёмов для помещения реагентной насосной.

$a_{\Pi} := 24$ Длина помещения, м

$b_{\Pi} := 11.75$ Ширина помещения, м

$h_{\Pi} := 7.7$ Высота помещения, м

Геометрический объем помещения V_{Π} равен:

$V_{\Pi} := 2170.6$ Объем помещения, м³

Согласно примечанию 2 и 4 к табл.1 принимается, что строительные конструкции и оборудование занимают 20% геометрического объема помещения, причем 60% занимают крупногабаритные строительные конструкции и оборудование, а 40% - малогабаритные. Свободный объем помещения $V_{св}$ рассчитывается по формуле:

$V_{св} := V_{\Pi} \cdot (1 - 0.01 \cdot 20) = 1.736 \times 10^3$ Свободный объем помещения, м³

В помещении в аварийной ситуации может образовываться пропановоздушная горючая смесь. Давление и температура в помещении до воспламенения горючей смеси принимаются равными

$p_0 := 101.3$ Начальное давление, кПа

$T_0 := 20$ Начальная температура, С

Коэффициент степени заполнения объема помещения горючей смесью и участия ее во взрыве

$\mu_v := 1$

Характеристики горючей смеси принимаются по данным таблицы прил. 2:

$$\epsilon_{pmax} := 8.1 \quad U_{nmax} := 0.45 \text{ м/с} \quad \rho_{НКПР} := 1.2 \text{ кг/м}^3$$

$$\epsilon_{рнкпр} := 5.1 \quad \rho_{max} := 1.21 \text{ кг/м}^3$$

$$\epsilon_{снкпр} := 6.1 \text{ степень сжатия продуктов горения при взрыве в замкнутом объеме с концентрацией горючего, соответствующей НКПР}$$

$$\epsilon_{сmax} := 9.7 \text{ степень сжатия продуктов горения при взрыве в замкнутом объеме с концентрацией горючего, соответствующей } U_{nmax}$$

Расчетные характеристики ГС вычисляются по соответствующим формулам.

Расчетная нормальная скорость распространения пламени определяется по формуле:

$$U_{нр} := U_{nmax} \cdot 0.55 = 0.248 \text{ м/с}$$

Расчетная плотность газа в помещении перед воспламенением смеси определяется по формуле:

$$\rho_0 := \frac{0.5367 \cdot \mu_v \cdot (\rho_{НКПР} + \rho_{max}) + (1 - \mu_v) \cdot 1.294}{1 + 0.00367 \cdot T_0} = 1.203 \text{ кг/м}^3$$

Расчетная степень сжатия продуктов горения при взрыве в замкнутом объеме определяется по формуле:

$$\epsilon_c := 0.5 \cdot (\epsilon_{сmax} + \epsilon_{снкпр}) = 7.9$$

Исходя из условий (10)-(12) определяем, что

$$V_{пл} := 0.5 \cdot \mu_v \cdot V_{п} \cdot (\epsilon_{рнкпр} + \epsilon_{pmax}) = 1.433 \times 10^4 \text{ объем пламени, м}^3$$

Так как $V_{пл} > V_{п}$, значит $V = V_{п}$

$$V_{\text{вз}} := 2170.6 \text{ м}^3$$

Показатель интенсификации взрывного горения α определяется линейной интерполяцией по табл. 1 в зависимости от степени загроможденности помещения строительными конструкциями и оборудованием Θ_z и объема V , в котором происходит горение взрывоопасной смеси.

Для малогабаритных строительных конструкций и оборудования при $\Theta_z = 20\%$

$$\alpha_M := 10 + \frac{(18 - 10) \cdot (2170.6 - 1000)}{10000 - 1000} = 11.041$$

Для крупногабаритных строительных конструкций и оборудования при $\Theta_z = 20\%$

$$\alpha_K := 6 + \frac{(10 - 6) \cdot (2170.6 - 1000)}{10000 - 1000} = 6.52$$

Для 60% крупногабаритных и 40% малогабаритных строительных конструкций и оборудования:

$$\alpha := 0.6 \cdot \alpha_K + 0.4 \cdot \alpha_M = 8.328$$

Допустимое избыточное давление в помещении принимается равным

$$\Delta P_{\text{доп}} := 5 \text{ кПа}$$

В соответствии с формулами (14)-(16) коэффициент $\beta_\mu := 1$

Коэффициент K_Φ , учитывающий влияние формы помещения и эффект истечения продуктов горения взрывоопасной смеси определяется по формуле (16):

$$K_\Phi := \frac{0.5 \cdot (b_{\text{п}}^2 + h_{\text{п}}^2)}{\sqrt[3]{V_{\text{п}}^2}} = 0.589$$

Требуемая площадь открытых проемов в наружном ограждении взрывоопасного помещения, при которой избыточное давление в нем при взрывном горении ГС не превысит $\Delta P_{\text{доп}}$, определяется по формуле (2):

$$S_{\text{откр.тр}} := \frac{0.105 \cdot U_{\text{нр}} \cdot \alpha \cdot (\varepsilon_c - 1) \cdot \beta_\mu \cdot K_\Phi \cdot \sqrt{\rho_0} \cdot \sqrt[3]{V_{\text{св}}^2}}{\sqrt{\Delta P_{\text{доп}}}} = 62.343 \text{ м}^2$$

5. Расчет количества фактических открытых проёмов длиной 1 м, шириной 1.75 м и толщиной 3 мм для помещения реагентной насосной.

В качестве ЛСК для снижения избыточного давления взрыва в помещении рассматривается оконный проёмы, показанные на рис.2.

Принимается, что для застекления оконных проёмов используется стекло толщиной 3мм. Остекление одинарное

Расчетные размеры стекол рассчитываются по следующим формулам:

$$a_{\text{ст}} := 1 + 3 \cdot 0.003 = 1.009 \text{ , м}$$

$$b_{\text{ст}} := 1.75 + 3 \cdot 0.003 = 1.759 \text{ , м}$$

Площадь стекла рассчитывается по следующей формуле:

$$S_{\text{ст}} := a_{\text{ст}} \cdot b_{\text{ст}} = 1.775 \text{ , м}^2$$

Коэффициент $\lambda_{\text{ст}}$ рассчитывается по следующей формуле:

$$\lambda_{\text{ст}} := \frac{a_{\text{ст}}}{b_{\text{ст}}} = 0.574$$

Коэффициенты K_{sh} и K_λ рассчитываются линейной интерполяцией с помощью табл.4 и табл.5 рекомендации расчет параметров легкобрасываемых конструкций.

$$K_{\text{sh}} := 0.255 + \left[\frac{(0.235 - 0.255) \cdot (1.775 - 1.6)}{1.8 - 1.6} \right] = 0.238$$

					Определение площади вскрытия ЛСК. «Установка ЭЛОУ- АВТ-6 (секция 1102)»	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

$$K_{\lambda} := 1.04 + \left[\frac{(1.01 - 1.04) \cdot (0.574 - 0.5)}{0.6 - 0.5} \right] = 1.018$$

Значение приведенного давления вскрытия оконного остекления $\Delta P_{\text{доп}}$ рассчитывается по формуле:

$$\Delta P_{\text{доп}} := 5 \text{ , кПа}$$

$$\Delta P_{\text{доп.прив.}} := \frac{\Delta P_{\text{доп}}}{K_{sh} \cdot K_{\lambda}} = 20.684$$

Так как значение приведённого давления больше чем 20 кПа, коэффициент вскрытия принимается равным 0.94

$$K_{\text{вскр1ост.}} := 0.94$$

Таким образом, площадь ЛСК в наружном ограждении помещения определяется по следующей формуле:

$$S_{\text{ЛСК}} := \frac{S_{\text{откр.тр}}}{K_{\text{вскр1ост.}}} = 66.322 \text{ , м}^2$$

Фактическая площадь ЛСК должна быть больше, чем значение $S_{\text{лск}}$.

6. Вывод

- 6.1. Помещение ВВК. Чтобы обеспечить взрывопожарную безопасность данного здания, в наружных ограждениях помещения ВВК суммарная площадь легкобрасываемых конструкций, при использовании окон длиной 1 м, шириной 1.75 м и толщиной 3 мм, одинарного остекления, фактическая площадь легкобрасываемых конструкций должна быть более **17,261 м²**.
- 6.2. Помещение реагентной насосной. Чтобы обеспечить взрывопожарную безопасность данного здания, в наружных ограждениях помещения реагентной насосной суммарная площадь легкобрасываемых конструкций, при использовании окон длиной 1 м, шириной 1.75 м и толщиной 3 мм, одинарного остекления, фактическая площадь легкобрасываемых конструкций должна быть более **66.322 м²**.
- 6.3. Примечание: Расчет справедлив только в том случае, когда все легкобрасываемые конструкции выполнены в одном типоразмере согласно расчету.

7. Нормативные ссылки и справочные данные

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ред. от 13.07.2015).
2. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с изм., утв. приказом МЧС России от 9 декабря 2010 г. № 643).
3. Расчет параметров легкобрасываемых конструкций для взрывопожароопасных помещений промышленных объектов: рекомендации. М.: ВНИИПО, 2015. 48 с.

					Определение площади вскрытия ЛСК. «Установка ЭЛОУ- АВТ-6 (секция 1102)»	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		14