Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

Оценка степени опасности цеха азотоснабжения химически опасного объекта

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 441 группы

направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»

код и наименование направления, специальности

Института химии

Войко Александра Владимировича

Научный руководитель

доцент, к.воен.н. _____ М.И. Иванюков

должность, уч. ст., уч. зв. подпись, дата инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор _____ Р.И. Кузьмина

должность, уч. ст., уч. зв. подпись, дата инициалы, фамилия

Саратов 2016 год

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность выпускной квалификационной работы заключается в выработке рекомендаций по повышению степени безопасности цеха азотоснабжения.

Основной целью выпускной квалификационной работы является анализ и оценка возможных чрезвычайных ситуаций во вспомогательном структурном подразделении химически опасного объекта и выработки предложений по повышению безопасности цеха.

Для выполнения поставленных целей, были решены следующие задачи:

- анализ возможных чрезвычайных ситуаций;
- построение «Древо событий»;
- разработка сценариев чрезвычайных ситуаций;
- расчет интенсивность теплового излучения при образовании пожара и зоны поражения;
- расчет индивидуального и коллективного рисков;
- разработка предложений по уменьшению опасностей в цехе.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрена актуальность выработки предложений по повышению безопасности цеха и необходимость расчетов интенсивности теплового излучения, зон поражения, индивидуального и количесственного рисков.

Содержание 1 главы: в разделе приводятся общие сведения о цехе и о производстве его продукта. Описана технологическая схема получения азота. Приводятся физико-химические свойства некоторых видов сырья,

материалов, готовой продукции применяемых в технологическом процессе, таких как: азот, компрессионное масло, жидкий кислород.

Содержание 2 главы: в данном разделе рассматривается «древа событий» и прослеживание самого вероятного сценария развития чрезвычайной ситуации. После переходим к расчету максимально вероятного развития чрезвычайной ситуации. В него входят:

- Расчет интенсивности теплового излучения при воспламенении разлива масла;
- Расчет индивидуального и коллективного рисков.

Содержание 3 главы: в разделе предложен метод, а также предложены мероприятия по снижению индивидуального и коллективного рисков.

1. Общие сведения о цехе и производимой продукции

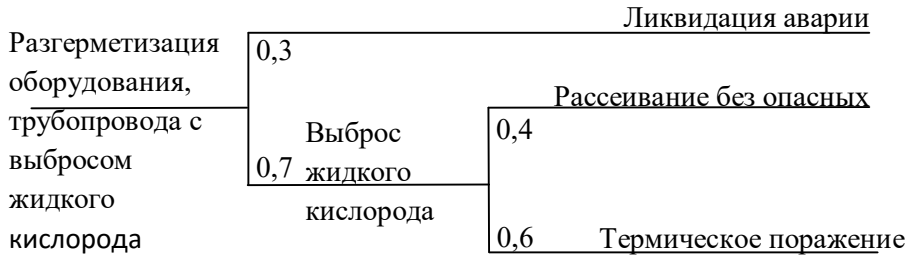
Цех получения азота методом глубокого охлаждения воздуха введен в эксплуатацию в 1952 году. Мощность производства составляет 3500 $м^3$/ч. Цех производит азот двух марок, азот марки А (99,9 %об) используется в качестве газ-носителя при проведении хроматографических в лабораториях предприятия и азот марки марки Б (99,0 %об) используется для продувок и опресовок оборудования перед подготовкой их к ремонту и включением в работу, для создания азотных подушек в емкостях с горючими взрывоопасными продуктами, для поддавливания горючих жидкостей и газов при передаче в другое оборудование.

2 «Древо событий» при аварии

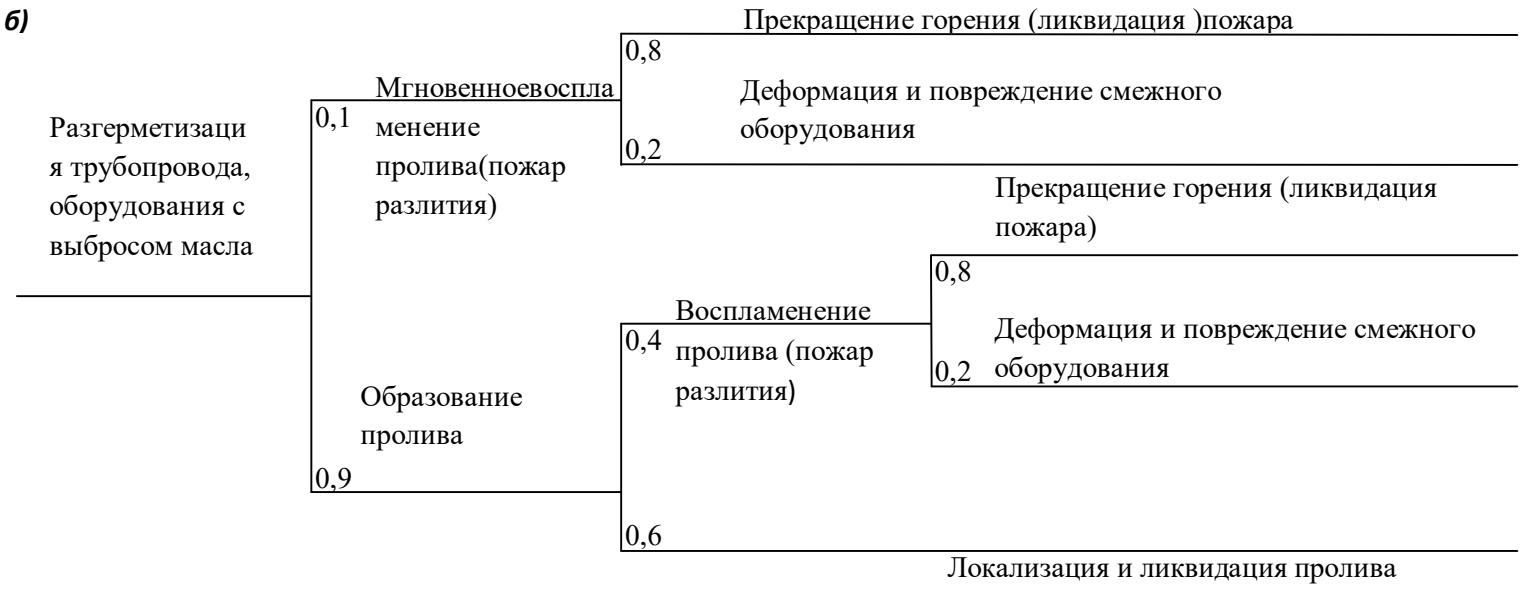
Для того чтобы оценить степень опасности аварии, потребуется составить «древо событий», проследить самый вероятный сценарий развития аварии и далее отталкиваясь от этого сценария проводить соответствующие расчеты.

Исходя из данных полученных на производстве, составлено вероятное «древо событий»:

а)



б)



На основании наиболее опасного сценария возникновения аварии, а именно, разгерметизация трубопровода, оборудования с выбросом масла, рассчитывается интенсивность теплового излучения и зоны термического поражения.

2.1 Расчет интенсивности теплового излучения и зон термического поражения

Интенсивность теплового излучения *q,* кВт/м^2, рассчитывают по формуле:

$$q = E_f F_q t \quad , \ (1)$$

где E_f - среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м^2;

F_q - угловой коэффициент облученности;

t - коэффициент пропускания атмосферы.

Значение E_f принимают на основе имеющихся экспериментальных данных. Для некоторых жидких углеводородных топлив указанные данные приведены в таблица 1.

Таблица 1. Среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени в зависимости от диаметра очага и удельная массовая скорость выгорания для некоторых жидких углеводородных топлив

Топливо	E_f, кВт/м^2, при d,					m, кг/(м^2 с)
	10	20	30	40	50	
СПГ (метан)	220	180	150	130	120	0.08
СУГ (пропан-бутан)	80	63	50	43	40	0,1
Бензин	60	47	35	28	25	0,06
Дизельное топливо	40	32	25	21	18	0,04
Нефть	25	19	15	12	10	0,04

Примечание: для диаметров очага менее 10 м или более 50 м следует принимать E_f такой же, как и для очагов диаметром 10 м и 50 м соответственно.

При отсутствии данных допускается E_f принимать равной 100 кВт/м^2 для сниженных углеводородных газов и 40 кВт/м^2 для нефтепродуктов.

Эффективный диаметр пролива *d,* м рассчитывают, по формуле :

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}, \qquad (2)$$

где *S* - площадь пролива, м^2.

π – принимаем как 3.14

Высоту пламени *H,* м рассчитывают, по формуле :

$$H = 42d\left(\frac{m}{r_в\sqrt{gd}}\right), \qquad (3)$$

где *m* - удельная массовая скорость выгорания топлива, кг/(м^2·с);

$r_в$ - плотность окружающего воздуха, кг/м^3;

g - ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с^2.

Угловой коэффициент облученности F_q определяют по формуле :

$$F_q = \sqrt{F_v^2 + F_H^2}, \qquad (4)$$

Где $$F_v = \frac{1}{\pi}\left[\frac{1}{S_1} arctg\left(\frac{h}{\sqrt{S_1^2 - 1}}\right) + \frac{h}{S_1}\left\{arctg\left(\sqrt{\frac{S_1 - 1}{S_{1+1}}}\right) - \frac{A}{\sqrt{A^2 - 1}} arctg\left(\sqrt{\frac{(A+1)(S_1 - 1)}{(A-1)(S_1 + 1)}}\right)\right\}\right],$$
(5)

где $$A = \frac{(h^2 S_1^2 + 1)}{2S_1}, \qquad (6)$$

$S_1 = \frac{2r}{d}$, (7) (*r* - расстояние от геометрического центра пролива до облучаемого объекта),

$$h = \frac{2H}{d}, \qquad (8)$$

$$F_H = \frac{1}{\pi}\left[\frac{\left(B - \frac{1}{S_1}\right)}{\sqrt{B^2 - 1}} arctg\left(\sqrt{\frac{(B+1)(S_1-1)}{(B-1)(S_1+1)}}\right) - \frac{\left(A - \frac{1}{S_1}\right)}{\sqrt{A^2 - 1}} arctg\left(\sqrt{\frac{(A+1)(S_1-1)}{(A-1)(S_1+1)}}\right)\right], \qquad (9)$$

$$B = \frac{(1 + S^2)}{(2S)}, \qquad (10)$$

коэффициент пропускания атмосферы *t* определяют по формуле:

$$t = exp[-7.0 * 10^{-4}(r - 0.5d)], \qquad (11)$$

Все приведённые формулы необходимы для проведения конкретных расчётов.

2.2. Результаты расчетов

Результаты расчетов по приведенной методике, расписанной в пункте 2.1, приведены в виде итоговой таблице.

<table>
<tr><td colspan="4">Величины</td><td colspan="4">Результаты расчета</td></tr>
<tr><td colspan="8">r_1=2.3 м</td></tr>
<tr><td>A_1</td><td>B_1</td><td colspan="2">S_1</td><td>6.24</td><td colspan="2">1</td><td colspan="2">1.01</td></tr>
<tr><td>F_v</td><td>$F_н$</td><td>F_q</td><td>F_f</td><td>1.12</td><td>-0.02</td><td colspan="2">1.11</td><td>40</td></tr>
<tr><td colspan="4">t</td><td colspan="4">1</td></tr>
<tr><td colspan="4">q(кВт/м^2)</td><td colspan="4">45</td></tr>
<tr><td colspan="8">r_2=3.3 м</td></tr>
<tr><td colspan="2">A_2</td><td colspan="2">B_2</td><td>S_2</td><td>6.05</td><td colspan="2">1.07</td><td colspan="2">1.46</td></tr>
<tr><td>F_v</td><td>$F_н$</td><td>F_q</td><td>F_f</td><td>-0.71</td><td>0.47</td><td colspan="2">0.9</td><td>40</td></tr>
</table>

q(кВт/м^2)				36			
r_3=4.8 м							
A_3	B_3		S_3	3.81	1.29		2.12
F_v	$F_н$	F_q	F_f	0.5	0.3	0.6	40
q(кВт/м^2)				24			
r_4=10 м							
A_4	B_4		S_4	3.53	2.32		4.43
F_v	$F_н$	F_q	F_f	0.0033	0.03	0.03	40
q(кВт/м^2)				1.2			

2.3 Расчет индивидуального и коллективного рисков

2.3.1 Индивидуальный риск

Уровень обеспечения безопасности людей при пожарах отвечает требуемому, если:

$$Q_в \le Q^н_в, \tag{12}$$

где $Q^н_в$ - нормируемый индивидуальный риск, $Q^н_в$ -= 10^{-6} год$^{-1}$

Расчетный индивидуальный риск $Q_в$ в каждом здании рассчитывают по формуле

$$Q_в=Q_n P_{пр}(1-P_э)(1-P_{п.з}), \tag{13}$$

где Q_n - вероятность пожара в здании в год;

$P_{пр}$ - вероятность присутствия людей в здании, при работе:

0,33 - в одну смену;

0,67 - в две смены;

1,00 - в три смены;

$P_Э$ - вероятность эвакуации людей;

$P_{п.з}$ - вероятность эффективной работы технических решений противопожарной защиты.

Вероятность эвакуации $P_э$ рассчитывают по формуле

$$P_з=1-(1-P_{э.п})(1-P_{д.в}), \quad (14)$$

где $P_{э.п}$ - вероятность эвакуации по эвакуационным путям;

$P_{д.в}$ - вероятность эвакуации по наружным эвакуационным лестницам, переходам в смежные секции здания.

Вероятность $P_{э.п}$ рассчитывают по формуле

(15)

где $t_{бл}$ - время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения, мин;

$t_р$ - расчетное время эвакуации людей, мин;

$t_{н.э}$ - интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей, мин.

После проведения предварительных расчетов и подстановки исходных данных, определяем индивидуальный риск по формуле (13)

$$Q_в=1.6\cdot10^{-4}$$

2.3.2 Расчет коллективного риска

$$R_{колл} \quad (16)$$

где:

Pi -- количество погибших при реализации i-того сценария аварии;

Ni -- вероятность реализации i-того сценария аварии в течение года;

$R_{колл} = 1.6 \cdot 10^{-3}$

Вывод

По результатам расчета установлено, что при интенсивности теплового излучения равного 45 кВт/м^2 зона термического поражения открытым пламенем составляет 2.3 метра. При интенсивности теплового излучения равного 36 кВт/м^2 внешняя граница зоны разрушений металлических конструкций составляет 3.3 метра. При интенсивности теплового излучения равного 24 кВт/м^2 внешняя граница зоны смертельного поражения составляет 4.8 метра. Предельно безопасное эвакуационное расстояние при тепловом изучении 1.4 кВт/м^2, составляет 10 метров.

В результате расчета индивидуального риска установили, что нормы риска превышены($1.6 \cdot 10^{-4}$ при допустимом 10^{-6}), из этого следует, что цех является потенциально опасным для обслуживающего персонала.