



**Расчет № 11-С/2**  
**параметров модульной установки газового пожаротушения**

Договор № КП-0309-2017

Объект: Ангар

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**

Площадь защищаемого помещения		sp = 354 м <sup>2</sup>
Высота помещения над полом		h = 42 м
Дополнительный объем для тушения		dopv = 0 м <sup>3</sup>
Минимальная температура в помещении		tm = 15 гр.С
Высота помещения над уровнем моря		hm = 100 м
Площадь открытых проемов в помещении		fs = 1.7 м <sup>2</sup>
Параметр П, учитывающий расположение проемов по высоте помещения		paramp = 0.65
Максимально допустимое избыточное давление в помещении		piz = 0.0012 МПа
Газовое огнетушащее вещество (ГОТВ)	-	Углекислота
Способ хранения углекислоты	-	в изотермической емкости
Плотность паров ГОТВ (20 гр.С)		r0 = 1.88 кг/м <sup>3</sup>
Нормативное время подачи ГОТВ		tp = 60 с
Класс ожидаемого пожара в помещении	-	A2
Норм. огнетушащая концентрация паров ГОТВ		cn = 34.9 % (об)
Тип модуля газового пожаротушения	-	МПЖУ-28-2.2

**РАСЧЕТ МАССЫ ГОТВ И КОЛИЧЕСТВА МОДУЛЕЙ**

Расчет массы жидкой углекислоты для тушения пожара производится в соответствии с приложением Е СП 5.13130.2009 по формуле:

$$m_p = (sp * h + dopv) * r_1 * (1 + k_2) * \ln \frac{100}{100 - cn}$$

где коэффициент k<sub>2</sub>, учитывающий потери ГОТВ через проемы помещения, составляет:

$$k_2 = \text{paramp} * \frac{fs}{sp * h + dopv} * tp * \sqrt{h} = 0.018$$

Плотность паров углекислого газа при заданной минимальной температуре в помещении и высоте над уровнем моря составляет:

$$r_1 = r_0 * k_3 * \frac{293}{273 + tm} = 1.913 \text{ кг/м}^3$$

где коэффициент k<sub>3</sub>, учитывающий высоту расположения помещения над уровнем моря 5 м, равен 1.

Таким образом количество ГОТВ, которое необходимо подать в защищаемое помещение, равно:

$$m_p = (354 * 42 + 0) * 1.913 * (1 + 0.018) * \ln \frac{100}{100 - 34.9} = 12424 \text{ кг}$$



Расчетная масса ГОТВ, которая должна храниться в установке, равна

$$m_g = k_1 * (m_p + m_{tr} + n * m_b)$$

где коэфф.  $k_1 = 1.05$  учитывает утечки ГОТВ из модулей в дежурном режиме,  $m_{tr}$  - масса остатка ГОТВ в трубах,  $n * m_b$  - масса остатка ГОТВ в модулях,  $n$  - кол. модулей,  $m_b = ob * r_1$  - масса остатка ГОТВ в модуле ( $ob$  - объем модуля,  $r_1 = 1.913$  (см. выше).

Масса остатка ГОТВ в трубах  $m_{tr} = ob_{tr} * r_1$ , где  $ob_{tr} = 2325.15$  л - объем труб (см. результаты расчета параметров трубопроводной системы).

Таким образом масса остатка ГОТВ в трубах составляет

$$m_{tr} = 2325.15 : 1000 * 1.912 = 4.45 \text{ кг}$$

Масса остатка ГОТВ в модуле  $m_b = 28000 * 1.913 / 1000 = 53.56$  кг.

Количество модулей типа МПЖУ-28-2.2 вместимостью  $ob = 28000$  л с учетом коэффициента загрузки для ГОТВ типа Углекислота  $k_z = 0.95$  кг/л, составляет  $n = (m_p + m_{tr}) : [(k_z * ob) : k_1 - m_b]$  или

$$n = (12424 + 4.45) : (0.95 * 28000 : 1.05 - 53.56) = 1$$

Таким образом, расчетная масса огнетушащего газа составляет:

$$m_g = 1.05 * (12424 + 4.45 + 1 * 53.56) = 13106.09 \text{ кг}$$

Заряд каждого модуля  $z_r = m_g : n = 13106.09 : 1 = 13106.09$  кг

### Расчет площади дополнительного проема в помещении для сброса избыточного давления

Площадь дополнительного проема для сброса избыточного давления определяется по приложению 3 СП 5.13130.2009 по формуле:

$$F_c \geq \frac{1.2 * k_3 * m_p}{0.7 * 1.05 * t_{pd} * r_1} * \sqrt{\frac{r_v}{7 * 10^6 * p_a * \left[ \left( \frac{p_{iz} + p_a}{p_a} \right)^{0.2857} - 1 \right]}} - f_s$$

При этом коэффициент, учитывающий изменение давления при подаче огнетушащего газа типа Углекислота  $k_3 = 1$ , плотность воздуха  $r_v = 1.2 * k_2 = 1.2$  кг/м<sup>3</sup>, время подачи ГОТВ  $t_{pd} = 60$  с и атмосферное давление  $p_a = 0.1 * k_2 = 0.099$  МПа (с учетом высоты над уровнем моря).

Коэффициент  $k_2$ , учитывающий высоту расположения помещения над уровнем моря 5 м, равен 1.

Таким образом, расчетная площадь проема составляет:

$$F_c \geq \frac{1.2 * 1 * 12424}{0.7 * 1.05 * 60 * 1.913} * \sqrt{\frac{1.2}{7 * 10^6 * 0.1 * \left[ \left( \frac{0.0012 + 0.1}{0.1} \right)^{0.2857} - 1 \right]}} - 1.7 = 2.262 \text{ м}^2$$



## РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ТРУБОПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ

### Исходные данные:

Расчетная масса углекислоты в модулях, кг:	13106.09
Количество модулей с углекислотой:	1
Избыточное давление в модуле при -18 град.С, МПа	2.07
Трубы по:	ГОСТ 8734-75
Насадки типа	А-Н-001-002
Данные труб, соединяющих баллоны модулей тушения с остальной трубной системой:	
длина, м	2
перепад высот, м	0
диаметр, мм	200x10

### Расчетные значения трубной разводки и насадков

Номер участка	Труба участка			Сумм. площадь отв. насадка в конце участка, мм <sup>2</sup>	Усредненный расход газа через насадок, кг
	Номин. диаметр, мм	Длина, м	Перепад высот, м		
1	200x10	8	0		
2	200x10	8.5	8.5		
3	200x10	12	0		
4	200x10	5.2	5.2		
5	200x10	3.5	0		
6	190x8	6	0		
7	180x8	6	0		
8	160x8	6	0		
9	140x7	6	0		
10	120x4.5	6	0		
11	100x4	6	0		
12	76x5.5	1.2	0		
13	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
14	76x5.5	4.8	-0.87		
15	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
16	76x5.5	6	-3.1		
17	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
18	60x5	5.9	-4.6		
19	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
20	48x4	4.8	-4.6		
21	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
22	76x5.5	1.2	0		
23	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
24	76x5.5	4.8	-0.87		
25	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
26	76x5.5	6	-3.1		
27	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
28	60x5	5.9	-4.6		
29	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
30	48x4	4.8	-4.6		
31	34x4	0.1	-0.1	335	177.48


**Расчетные значения трубной разводки и насадков (продолжение)**

Номер участка	Труба участка			Сумм. площадь отв. насадка в конце участка, мм <sup>2</sup>	Расчетный расход газа через насадок, кг
	Номинальный диаметр, мм	Длина, м	Перепад высот, м		
32	76x5.5	1.2	0		
33	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
34	76x5.5	4.8	-0.87		
35	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
36	76x5.5	6	-3.1		
37	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
38	60x5	5.9	-4.6		
39	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
40	42x4	4.8	-4.6		
41	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
42	76x5.5	1.2	0		
43	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
44	76x5.5	4.8	-0.87		
45	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
46	76x5.5	6	-3.1		
47	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
48	60x5	5.9	-4.6		
49	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
50	42x4	4.8	-4.6		
51	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
52	76x5.5	1.2	0		
53	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
54	76x5.5	4.8	-0.87		
55	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
56	76x5.5	6	-3.1		
57	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
58	60x5	5.9	-4.6		
59	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
60	42x4	4.8	-4.6		
61	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
62	76x5.5	1.2	0		
63	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
64	76x5.5	4.8	-0.87		
65	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
66	76x5.5	6	-3.1		
67	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
68	60x5	5.9	-4.6		
69	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
70	42x4	4.8	-4.6		
71	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
72	76x5.5	1.2	0		
73	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
74	76x5.5	4.8	-0.87		
75	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
76	76x5.5	6	-3.1		
77	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
78	60x5	5.9	-4.6		


**Расчетные значения трубной разводки и насадков (продолжение)**

Номер участка	Труба участка			Сумм. площадь отв. насадка в конце участка, мм <sup>2</sup>	Расчетный расход газа через насадок, кг
	Номин. диаметр, мм	Длина, м	Перепад высот, м		
79	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
80	42x4	4.8	-4.6		
81	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
82	76x5.5	1.2	0		
83	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
84	76x5.5	4.8	-0.87		
85	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
86	76x5.5	6	-3.1		
87	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
88	60x5	5.9	-4.6		
89	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
90	42x4	4.8	-4.6		
91	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
92	76x5.5	1.2	0		
93	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
94	76x5.5	4.8	-0.87		
95	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
96	76x5.5	6	-3.1		
97	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
98	60x5	5.9	-4.6		
99	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
100	42x4	4.8	-4.6		
101	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
102	76x5.5	1.2	0		
103	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
104	76x5.5	4.8	-0.87		
105	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
106	76x5.5	6	-3.1		
107	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
108	60x5	5.9	-4.6		
109	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
110	42x4	4.8	-4.6		
111	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
112	76x5.5	1.2	0		
113	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
114	76x5.5	4.8	-0.87		
115	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
116	76x5.5	6	-3.1		
117	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
118	60x5	5.9	-4.6		
119	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
120	42x4	4.8	-4.6		
121	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
122	76x5.5	1.2	0		
123	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
124	76x5.5	4.8	-0.087		
125	34x4	0.1	0	335	177.48

**Расчетные значения трубной разводки и насадков (продолжение)**

Номер участка	Труба участка			Сумм. площадь отв. насадка в конце участка, мм <sup>2</sup>	Расчетный расход газа через насадок, кг
	Номинальный диаметр, мм	Длина, м	Перепад высот, м		
126	76x5.5	6	-3.1		
127	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
128	60x5	5.9	-4.6		
129	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
130	42x4	4.8	-4.6		
131	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
132	76x5.5	1.2	0		
133	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
134	76x5.5	4.8	-0.87		
135	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
136	76x5.5	6	-3.1		
137	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
138	60x5	5.9	-4.6		
139	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
140	42x4	4.8	-4.6		
141	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
142	76x5.5	1.2	0		
143	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
144	76x5.5	4.8	-0.87		
145	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
146	76x5.5	6	-3.1		
147	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
148	60x5	5.9	-4.6		
149	34x4	0.1	-0.1	335	177.48
150	42x4	4.8	-4.6		
151	34x4	0.1	-0.1	335	177.48

**Указанные значения диаметров труб и площадей выпускных отверстий насадков рассчитаны, исходя из необходимости обеспечения времени подачи углекислоты в помещение, с - 60**

**Суммарное количество труб:**

Диаметр, мм	Кол, м
34x4	7
42x4	57.6
48x4	9.6
60x5	82.6
76x5.5	168
100x4	6
120x4.5	6
140x7	6
160x8	6
180x8	6
190x8	6
200x10	39.2



Суммарный объем труб - 2325.15 л

**Суммарное количество насадков:**

<b>Обозначение</b>	<b>Кол, шт.</b>
C-*-*-335-1"-А	70

Расчет подготовил

Соколов В.П.



### РАСЧЕТНАЯ СХЕМА

