

УДК 614.842

РАСЧЕТ ПОЖАРОТУШЕНИЯ РЕЗЕРВУАРА ПЕНОЙ НИЗКОЙ КРАТНОСТИ СИСТЕМЫ ВОДООХЛАЖДЕНИЯ

Шулепов Александр Сергеевич, 3 курс, ДВФУ (Дальневосточный федеральный университет, филиал в г. Находке), Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ

Научный руководитель: Куликова Виктория Викторовна, к.г.н., преподаватель ДВФУ, доцент Экологии и БЖД, Ковалёва Елена Анатольевна, к.т.н., начальник комплекса химических лабораторий, доцент

Аннотация: Объектом исследования выступило ООО «РН - Морской терминал Находка». Представлен вариант использования метода пожаротушения с применением системы высоконапорных пеногенераторов типа НВРГ-1400 для подслоного пожаротушения и системы водяного охлаждения. Рассчитаны параметры системы подслоного пожаротушения: расчётное количество высоконапорных пеногенераторов; рабочий раствор пенообразователя, необходимый для одного тушения пожара в резервуаре; фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя; объём (нормативный запас) концентрата пенообразователя, необходимого для одного тушения пожара в резервуаре; длина окружности резервуара и др. Произведя расчёты системы пожаротушения резервуарного парка дизельного топлива, было выявлено, что для эффективной работы в сфере пожарной безопасности необходима установка системы послоного пожаротушения и системы водоохлаждения.

Ключевые слова: система пожаротушения, резервуарный парк, параметр, пенообразователь, резервуар вертикальный стальной

CALCULATION OF FIRE EXTINGUISHING OF THE TANK WITH FOAM OF LOW MULTIPLICITY AND WATER COOLING SYSTEM

Shulepov Alexander Sergeevich, 3rd year, FEFU (Far Eastern Federal University, branch in Nakhodka), Construction and operation of gas and oil pipelines and gas and oil storages Scientific supervisor: Kulikova Victoria Viktorovna, Ph.D., teacher of FEFU, Associate Professor of Ecology and BDZ, Kovaleva Elena Anatolyevna, Ph.D., Head of the complex of chemical laboratories, Associate Professor

Abstract: The object of the study was LLC "RN - Nakhodka Marine Terminal". A variant of using the fire extinguishing method using a system of high-pressure foam generators of the HBPG-1400 type for sublayer fire extinguishing and a water cooling system is presented. The parameters of the sublayer fire extinguishing system are calculated: the estimated number of high-pressure foam generators; the working solution of the foaming agent required for one fire extinguishing in the tank; the actual intensity of the supply of the working solution of the foaming agent; the volume (standard stock) of the foaming agent concentrate required for one fire extinguishing in the tank; the circumference of the tank, etc. Having made calculations of the fire extinguishing system of the diesel fuel tank farm, it was revealed that for effective work in the field of fire safety, it is necessary to install a layer-by-layer fire extinguishing system and a water cooling system.

Keywords: fire extinguishing system, tank farm, parameter, foaming agent, vertical steel tank

Система подслоного пожаротушения выполняется в виде установки, где низкократная пленкообразующая пена, получаемая в высоконапорных пеногенераторах из рабочего раствора фторсинтетического пенообразователя, подаётся по пенопроводу через внутреннюю разводку и Т-образные сопла в нижний пояс резервуара.

Цель данной работы произвести расчёт расчёты системы пожаротушения резервуарного парка дизельного топлива. Объект исследования – резервуарного парк в ООО «РН – Морской терминал Находка». Предмет исследования – расчёт параметров системы пожаротушения.

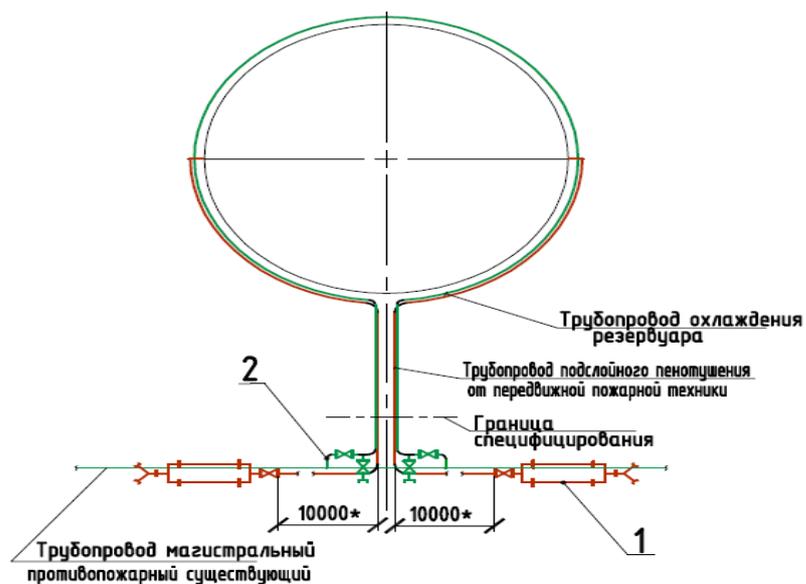
Система пожаротушения резервуарного парка №№24-26 выполнена в соответствии с «Техническими решениями по проектированию систем противопожарной защиты ООО «РН - Морской терминал Находка».

В качестве пенообразующего средства используется фторсинтетический пленкообразующий пенообразователь, хранящийся в баках дозаторах МХС-I-8000 с 6% раствором.

В компании ООО«РН – Морской терминал Находка» для РВС (резервуар вертикальный стальной) со светлыми нефтепродуктами используется метод пожаротушения с применением системы высоконапорных пеногенераторов типа НВРГ-1400 для подслоного пожаротушения и системы водяного охлаждения. Принципиальная схема пожаротушения РВС представлена на рисунке 1.

Расчёт системы подслоного пожаротушения состоит из определения числа высоконапорных пеногенераторов и пенопроводов, диаметра пенопроводов, объёма (нормативного запаса) рабочего раствора и концентрату пенообразователя. Включает следующие параметры:

- 1) типа резервуара и площадь его поперечного сечения;
- 2) температуру вспышки горючей жидкости;
- 3) расход рабочего раствора пенообразователя через высоконапорный пеногенератор;
- 4) нормативное время тушения;
- 5) концентрация рабочего раствора пенообразователя;
- 6) количество резервуаров, находящихся в одном обваловании [2].



1 – пеногенераторНВРГ-1400, 2-ручная задвижка

Рисунок 1 - Принципиальная схема пожаротушения РВС

Расчётное количество высоконапорных пеногенераторов, необходимых для тушения резервуара (N_n , шт.), рассчитывается по формуле (1):

$$N_n = \frac{I_n \cdot S}{Q} \quad (1)$$

где I_n – нормативная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, таблица 1; S – площадь горизонтального сечения резервуара, m^2 ; Q – расход рабочего раствора пенообразователя через высоконапорный пеногенератор, для пеногенераторов НВРГ-1400, $Q = 20$ л/с соответственно.

Для резервуара РВС-5000:

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 20,92^2}{4} = 343 \text{ м}^2,$$

$$N_n = \frac{0,10 \cdot 343}{20} = 1,715 \text{ шт.}$$

Исходя из расчёта принимаем количество пеногенераторов равное 2 НВРГ-1400, соединённых параллельно.

Таблица 1 – Нормативная интенсивность подачи рабочего синтетического фторуглеродного пенообразователя под слой горючей жидкости

Горючая жидкость	$I_n, \frac{\text{л}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$
Для нефти и нефтепродуктов с температурой вспышки 28°C и ниже	0,10
Для нефти и нефтепродуктов с температурой вспышки выше 28°C	0,08
Бензин, керосин, дизельное топливо, газовый конденсат	0,10

Источник: [1]

Количество линий пенопроводов должно быть не менее двух, что связано с тактикой пожаротушения.

Диаметр пенопровода (D , мм) выбирается по номограмме, согласно рисунка 1, из условия обеспечения заданной скорости ввода пены в резервуар не более 4 м/с.

Объём рабочего раствора пенообразователя, необходимый для одного тушения пожара в резервуаре (V , л), выполняется по формуле (2):

$$V = I_\phi \cdot S \cdot T \quad (2)$$

где T – нормативное время тушения 900 спи при применении передвижной техники; I_{ϕ} – фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя определяется по формуле (3):

$$I_{\phi} = \frac{N_n \cdot Q}{S} \quad (3)$$

где Q – расход рабочего раствора пенообразователя.

Таким образом: $I_{\phi} = \frac{4 \cdot 20}{343} = 0,233 \frac{\text{дм}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$,

$$V = 0,233 \cdot 343 \cdot 900 = 71,92 \text{ л.}$$

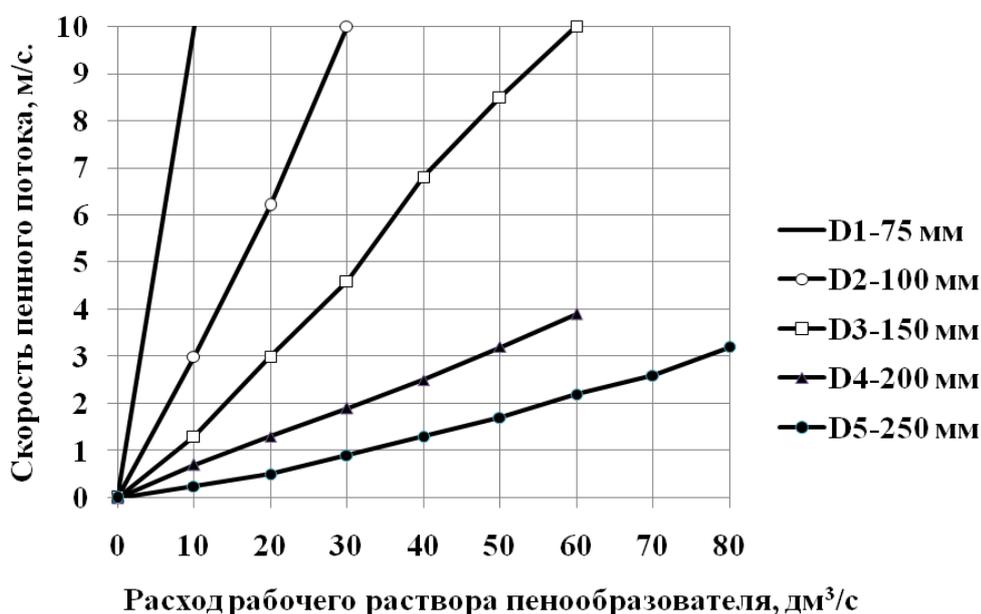


Рисунок 2 – Номограмма для определения диаметра пенопровода

Объём (нормативный запас) концентрата пенообразователя, необходимого для одного тушения пожара в резервуаре (v , л), используем формулу (4):

$$v = \frac{V \cdot C}{100} \quad (4)$$

где C – концентрация рабочего раствора пенообразователя, 6%.

Таким образом: $v = \frac{71,96 \cdot 6}{100} = 4,3176 \text{ л}$

Предусматривается трехкратный запас пенообразователя: $v_1 = v \cdot 3 = 4,3176 \cdot 3 = 12,9528 \text{ л.}$

При наличии в одном обваловании 2-х и более резервуаров запас увеличивают еще в 1,5 раза.

Система водяного охлаждения – комплекс устройств, оборудования и трубопроводов, предназначенных для подачи воды на охлаждение всей поверхности стенки горящего резервуара и половины (четверти) стенки (считая по периметру) соседнего резервуара в зависимости от расположения резервуаров в группе.

Исходными данными для проведения расчёта системы водяного охлаждения явились:

- номинальный объём резервуара - РВС – 5000 м³;
- диаметр резервуара – 20,92 м;
- высота стенки резервуара – 15 м;
- количество секций системы водяного охлаждения резервуара – 2 (принимается = 2 или 4 в зависимости от расположения резервуаров в группе).

Нормативная интенсивность орошения на один метр длины $I=0,75 \frac{\text{л}}{\text{с}\cdot\text{м}}$.

Длина окружности резервуара L , м определим по формуле (5):

$$L = \frac{2 \cdot \pi \cdot d}{2} \quad (5)$$

где d – диаметр резервуара, м.

$$\text{Таким образом: } L = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 20,92}{2} = 65,68 \text{ м}$$

Выполним расчёт расхода воды для системы водяного охлаждения резервуаров Q , л/с, по формуле (6):

$$Q = I \cdot L \quad (6)$$

где I – нормативная интенсивность подачи воды на 1 метр расчетной длины, л/(с·м); L – длина окружности резервуара, м.

$$\text{Таким образом: } Q = 0,75 \cdot 65,68 = 49,26 \text{ л/с.}$$

Рассчитаем расчётный расход воды для одной секции системы водяного охлаждения резервуаров $Q_{\text{секц}}$, л/с, по формуле (7):

$$Q_{\text{секц}} = \frac{Q}{n} \quad (7)$$

где Q – расход воды для системы водяного охлаждения резервуаров, л/с;

n – количество секций, шт.

Таким образом: $Q_{секц} = \frac{49,26}{2} = 24,63$ л/с.

Определим площадь сечения отверстия ω , м², по формуле (8):

$$\omega = \frac{\pi \cdot d_{отв}^2}{4} \quad (8)$$

где $d_{отв}$ – диаметр отверстия, (перфорации), м.

Таким образом: $\omega = \frac{3,14 \cdot 6^2}{4} = 2,826 \cdot 10^{-5}$ м²

Расчетный расход воды через одно отверстие Q_0 , л/с, выполним по формуле (9):

$$Q_0 = 1000 \cdot \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad (9)$$

где μ – коэффициент расхода, $\mu = 0,62$; ω – площадь сечения отверстия, м²; g – ускорение свободного падения, м/с², $g = 9,81$ м/с²; H – давление на входе наиболее удаленного отверстия, м, принимается не менее 10 м.

Таким образом: $Q_0 = 1000 \cdot 0,62 \cdot 2,826 \cdot 10^{-5} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 10} = 0,245$ л/с

Количество отверстий в секции, равномерно распределенных по её длине $N_{отв}$, шт., по формуле (10):

$$N_{отв} = \frac{Q_{секц}}{Q_0} \quad (10)$$

где $Q_{секц}$ – расчетный расход воды для одной секции системы водяного охлаждения резервуаров, л/с; Q_0 – расчетный расход для одного отверстия, л/с.

Таким образом: $N_{отв} = \frac{24,63}{0,245} = 101$ шт.

При равномерном распределении количества отверстий расстояние между ними должно быть не более 200 мм, в противном случае необходимо выбрать меньший диаметр отверстия. Потери напора h , м, определяются по формуле (11):

$$h = A \cdot L_{секц} \cdot \left(Q_{секц}^2 - Q_{секц} \cdot Q_0 + \frac{Q_0^2}{3} \right) \quad (11)$$

где A – расчётное значение удельного сопротивления для стальных и чугунных труб (определяется по справочному пособию и принимается для электросварных труб с диаметром условного прохода 80 мм равным 0,00005); $Q_{секц}$ – расчетный расход воды по секции для системы водяного охлаждения резервуаров, л/с; Q_0 – расчетный расход воды через одно отверстие, л/с; $L_{секц}$ – длина секции, м, определяется по формуле (12):

$$L_{секц} = \frac{L}{2} \quad (12)$$

Таким образом:

$$h = 0,000052 \cdot 32,845 \cdot \left(24,63^2 - 24,63 \cdot 0,245 + \frac{0,245^2}{3} \right) = 1,02 \text{ м}$$

$$L_{секц} = \frac{65,69}{2} = 32,845 \text{ м}$$

Напор, необходимый для обеспечения на уровне перфорированного кольца орошения в месте присоединения питающего водопровода $H_{в.охл}$, м, определим по формуле (13):

$$H_{в.охл} = h + H \quad (13)$$

где h – потери напора в секции кольца орошения, м;

H – напор на входе наиболее удаленного отверстия, м.

Таким образом: $H_{в.охл} = 1,02 + 10 = 11,02 \text{ м}$

Таким образом, произведя расчёты системы пожаротушения резервуарного парка дизельного топлива, было выявлено, что для эффективной работы в сфере пожарной безопасности необходима установка системы послыного пожаротушения и системы водоохлаждения.

Список литературы

1. ГОСТ 31385-2016. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия. [Электронный ресурс] // БД КонсультантПлюс. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 21.10.2021)
2. Колесник, О.А. Расчёт систем пожаротушения [Текст]:метод.указания по выполнению практической работы/ О. А. Колесник, А. Г. Бердник. – Ухта: УГТУ, 2012. – 27 с.– Режим доступа:<http://docplayer.ru/43970687-Raschyot-sistem-pozharotusheniya.html> (дата обращения 24.10.2021)