

но не исключается возможность образования в надпонтонном пространстве взрывоопасных концентраций при нарушении герметичности уплотняющих затворов кольцевых зазоров. При пожаре могут иметь место взрывы в надпонтонном пространстве резервуара, сброс или подрыв крыши, затопление понтона и крыши с образованием закрытых карманов.

Но даже если произойдет затопление или значительное повреждение алюминиевого понтона, что маловероятно, в надпонтонном пространстве образуется взрывоопасная концентрация паров нефтепродукта и произойдет взрыв, то часть тонких алюминиевых панелей настила сферической крыши разорвется и отлетит в сторону, выполнив роль легкосбрасываемых конструкций. При этом давление взрыва будет недостаточным для сброса или подрыва крыши и повреждения диафрагм камер пеногенераторов, а также для выхода из строя самих пеногенераторов (при их наличии). То есть будут созданы условия для успешного тушения пожара автоматической или стационарной установкой пенотушения.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что РВС с алюминиевыми понтонами и вентилируемой сферической крышей из алюминия являются резервуарами пониженной пожарной опасности и именно им следует отдавать предпочтение при проектировании и строительстве нефтебаз и резервуарных парков для хранения ЛВЖ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ПБ 03-605–03. Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов.
2. СНиП 2.11.03–93. Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы.
3. Ведомственные нормы по реконструкции и эксплуатации ЖБР и РВС с устройством купольной крыши и понтона из алюминиевых сплавов. – Уфа: ЗАО «Нефтемонтаждиагностика», 2003.
4. ВППБ 01-03–2007. Правила пожарной безопасности для предприятий ОАО «АК "Транснефтепродукт"».

УДК 351.86

В. Н. Шульгин

доктор технических наук, доцент, профессор кафедры
защиты населения и территорий Академии ГПС МЧС России

V. Shulgin

РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ УБЕЖИЩ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ НА ПРОГРЕВ ПРИ ПОЖАРАХ

В статье рассмотрены исходные данные для определения температуры при прогреве внутренних поверхностей убежищ при воздействии массовых пожаров. Приведены методики расчета на кратковременное тепловое воздействие, упрощенный метод расчета перекрытий убежища на тепловое воздействие и расчет на длительные тепловые воздействия.

Ключевые слова: убежища гражданской обороны (ГО), массовый пожар, расчетные тепловые воздействия, температура нагрева, упрощенный метод расчета.

CALCULATION OF PROTECTING CONSTRUCTIONS OF REFUGES OF A CIVIL DEFENCE ON WARMING UP AT FIRES

In clause initial data for definition of temperature are considered at warming up of internal surfaces of refuges at influence of mass fires. Design procedures on the short-term thermal influence, the simplified method of calculation of overlappings of a refuge on thermal influence and calculation on long thermal influences are resulted.

Keywords: refuges of a civil defence, a mass fire, settlement thermal influences, temperature of heating, the simplified method of calculation.

При массовых пожарах задача расчета ограждений убежищ на прогрев заключается в определении температуры их внутренних поверхностей.

Искомая температура в общем виде может быть представлена как функция многих параметров:

$$t = f(t_{\text{вн.в}}; h; a; B; H; t_{\text{нач}}^{\text{огр}}; t_{\text{нач}}^{\text{гр}}; \alpha_{\text{н}}; \alpha_{\text{вн}}; \dots), \quad (1)$$

где $t_{\text{вн.в}}$ – внешнее тепловое воздействие;

h – толщина рассчитываемой конструкции;

a – коэффициент температуропроводности материала ограждения;

B – ширина защитного сооружения;

H – высота защитного сооружения;

$t_{\text{нач}}^{\text{огр}}$ – начальная температура рассчитываемого ограждения;

$t_{\text{нач}}^{\text{гр}}$ – начальная температура грунта, окружающего защитное сооружение;

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплообмена для наружной поверхности ограждения;

$\alpha_{\text{вн}}$ – коэффициент теплообмена для внутренней поверхности ограждения.

Расчет ограждающих конструкций убежищ ГО на кратковременное тепловое воздействие производится из условия:

$$t_{\text{макс}} \leq t_{\text{пред}}, \quad (2)$$

где $t_{\text{пред}}$ – предельная температура, °С, на внутренней поверхности конструкции сооружения, величина которой для убежищ принимается 30 °С (при устройстве у внутренней поверхности ограждения двойных экранов значение $t_{\text{пред}}$ увеличивается на 10 °С);

$t_{\text{макс}}$ – максимальная температура, °С, на внутренней поверхности конструкции убежищ ГО, определяемая по формуле:

$$t_{\text{макс}} = A \frac{a^{1,3}}{h^2} \cdot \frac{1}{\varphi\psi} + t_{\text{нач}}, \quad (3)$$

где A – коэффициент, характеризующий общее количество тепла, действующего на ограждение, принимаемый по табл. 1 в зависимости от типа расчетного теплового воздействия;

Таблица 1

Таблица коэффициентов A и K

Тепловое воздействие	КВ-I	КВ-II	КВ-III	КВ-IV	КВ-V
$A \cdot 10^{-3}$	16,7	11,8	11	7,2	13,9
$K \cdot 10^{-3}$	13	17,2	17,8	21	15,4
<i>Примечание.</i> K – коэффициент, характеризующий общее количество тепла, действующего на ограждение.					

h – полная толщина рассчитываемой конструкции, м:

$$h = \sum_{i=1}^m h_i, \quad (4)$$

h_i – толщина отдельных слоев многослойной конструкции, м;

m – число слоев;

a – коэффициент температуропроводности конструкции, м²/ч:

$$a = \frac{\left(\sum_{i=1}^m h_i \right)^2}{\sum_{i=1}^m \frac{h_i}{\lambda_i} \sum_{i=1}^m c_i \gamma_i h_i}, \quad (5)$$

где λ_i , γ_i , c_i – соответственно, коэффициент теплопроводности, объемная масса и теплоемкость i -го слоя, принимаемые в соответствии со СНиП II – А. 7-62;

φ – коэффициент, учитывающий влияние размера убежища ГО на температуру внутренней поверхности конструкции; при расчете стен убежища ГО коэффициент φ во всех случаях принимается равным единице, а при расчете перекрытия определяется по формуле:

$$\varphi = 1 + \frac{5,46 - B/H}{\tau_{\max}^{1,45}}, \quad (6)$$

где B – ширина помещения (расстояние между наружными стенами, примыкающими к грунту, или внутренними бетонными стенами, толщиной не менее 0,4 м), м;

H – высота помещения (расстояние от поверхности пола до высшей точки внутренней поверхности перекрытия), м;

$\tau_{\max}$ – время наступления, сут., максимальной температуры на внутренней поверхности конструкции убежища ГО при кратковременном тепловом воздействии, принимаемое равным:

$$\tau_{\max} = 0,15 \text{ сут.}, \text{ при } \tau \leq 0,15; \quad (7)$$

$$\tau_{\max} = \tau \text{ сут.}, \text{ при } \tau > 0,15.$$

Здесь

$$\tau = K \frac{h^2}{a^{0,5}} \text{ сут.}, \quad (8)$$

где K – коэффициент, характеризующий общее количество тепла, действующего на ограждение; принимается по табл. 1 в зависимости от типа расчетного теплового воздействия;

ψ – коэффициент, учитывающий влияние величины теплообмена на температуру внутренней поверхности ограждения, определяемый по формуле:

$$\psi = 1 - \frac{\tau_{\max}^{0,182}}{3,31} (1 - 0,1\alpha), \quad (9)$$

где α – коэффициент теплообмена на внутренней поверхности ограждения, ккал/м²·ч·град;

$t_{\text{нач}}$ – начальная температура рассчитываемой конструкции, принимаемая равной максимальной температуре грунта для данной местности, но не менее 15 °С.

При расчете ограждения с внутренней теплоизоляцией предельная температура материала теплоизоляции должна быть выше температуры внутренней, соприкасающейся с теплоизоляционным слоем, поверхности ограждения, определяемой по формуле (3) при условии, что $\alpha = 0$, а $\varphi = 1$.

Расчет теплоизоляции наружной двери убежища ГО (например, в тамбур шлюзе) производится в соответствии с изложенным методом теплового расчета перекрытий; разница состоит лишь в том, что при определении коэффициента φ за H принимается не высота помещения, как при расчете перекрытия, а длина тамбура; соответственно B равна высоте тамбура.

В убежище ГО, где теплопритоком через входные устройства можно пренебречь, расчет теплоизоляции наружной двери не производится.

Для проектирования убежища ГО при пожарах наибольший интерес, безусловно, представляют пожары в завалах (IV вид массовых пожаров). Поэтому наряду с рассмотренным методом расчета ограждений на кратковременное тепловое воздействие типа КВ приведем так же его упрощенный вариант.

Минимальная толщина однослойной железобетонной конструкции, обеспечивающей защиту от прогрева при пожарах IV вида, не должна быть меньше 0,6 м. Толщина двухслойных конструкций может приниматься по табл. 2.

Таблица 2

**Таблица теплоизоляционного слоя, обеспечивающая защиту
от прогрева двухслойных конструкций**

Материал теплоизоляционного слоя	Толщина теплоизоляционного слоя, м, при толщине несущего слоя железобетона, м					
	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2	0,15
Асбест листовой	0,05	0,06	0,08	0,09	0,1	0,11
Асбестоцементные плиты	0,09	0,11	0,13	0,16	0,18	0,2
Бетон с каменным щебнем (гравием)	0,21	0,26	0,31	0,35	0,4	0,45
Бетон с кирпичным щебнем	0,17	0,21	0,25	0,29	0,33	0,37
Грунт растительный	0,23	0,28	0,34	0,39	0,45	0,5
Глина песчаная (влажная)	0,3	0,38	0,45	0,52	0,59	0,67
Кирпичная кладка и керамзитовый гравий	0,12	0,14	0,17	0,2	0,23	0,25
Керамзитовый бетон, сухой песок и шлакобетон	0,13	0,16	0,19	0,23	0,26	0,29
Шлак котельный	0,11	0,13	0,16	0,19	0,21	0,24
Шлак доменный	0,1	0,12	0,14	0,17	0,19	0,21

При устройстве теплоизоляции из материала, не представленного в табл. 2, толщину слоя можно определить по формуле:

$$h_{из} = A_1 a_{из}, \quad (10)$$

где $h_{из}$ – искомая толщина теплоизоляционного слоя, м;

A_1 – коэффициент, определяемый по табл. 3, в зависимости от фактической толщины несущей железобетонной конструкции;

$a_{из}$ – коэффициент температуропроводности теплоизоляционного материала, м²/ч.

Таблица 3

Значение коэффициента A_1

Конструкция	Значение A_1 для толщины железобетонных конструкций, м					
	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2	0,15
Без экрана	82,5	102,5	122	141	160	180
С экраном	27,5	47	66,7	86,3	106	125

Особый интерес вызывает расчет перекрытий убежища ГО на длительное тепловое воздействие. Данный расчет производится также из условия выполнения неравенства (3), в котором $t_{\text{макс}}$ – наибольшая температура, °С, нижней поверхности перекрытия, достигаемая за время пребывания людей в убежище ГО, равная:

$$t_{\text{макс}} = f(\tau_{\text{экс}}), \text{ при } \tau_{\text{экс}} \leq \tau_{\text{пред}}; \quad (11)$$

$$t_{\text{макс}} = f(\tau_{\text{пред}}), \text{ при } \tau_{\text{экс}} > \tau_{\text{пред}},$$

где $\tau_{\text{пред}}$ – предельное время пребывания людей в убежище ГО, сут.;

$\tau_{\text{экс}}$ – время достижения на нижней поверхности перекрытия максимального (экстремального) значения температуры, определяемое по графику функции $f(\tau)$, сут.,

$f(\tau)$ – функция изменения температуры на нижней поверхности перекрытия в зависимости от времени τ ;

$$t = f(\tau) = \frac{230 e^{-\xi \tau^\delta}}{\varphi \psi} + t_{\text{нач}} \quad (0,5 \leq \tau \leq 10 \text{ сут.}), \quad (12)$$

где τ – время с момента начала пожара, сут.;

ξ, δ – эмпирические коэффициенты, равные:

$$\xi = 1,1 \frac{\tau}{n} + \frac{\delta h}{\tau} + 0,05 \cdot \frac{h}{a^{0,66}} - 0,25, \quad \delta = \frac{0,112 h}{a^{0,41}}, \quad (13)$$

где n – этажность здания, расположенного над защитным сооружением;

h, a – вычисляются по формулам (4) и (5);

φ, ψ – коэффициенты, определяемые по формулам (6) и (9) для любого момента времени в пределах от 0,5 до 10 сут.;

$t_{\text{нач}}$ – начальная температура рассчитываемой конструкции, определяемая так же, как и при расчете на кратковременное тепловое воздействие.

При устройстве внутренней теплоизоляции температура поверхности ограждения, соприкасающейся с теплоизоляционным слоем, так же, как и при кратковременном тепловом воздействии, не должна превышать предельную температуру применения выбранного теплоизоляционного материала в соответствии со СНиП I-B. 26-62.

Температура внутренней поверхности ограждения, соприкасающейся с теплоизоляционным слоем, определяется по формуле (12) при условии, что $\alpha = 0$, а $\varphi = 1$.

Таким образом, при расчете ограждающих конструкций убежищ ГО на нагрев при пожарах определяется температура при нагреве внутренних конструкций, производится расчет на кратковременное тепловое воздействие с использованием упрощенного метода расчета, а также расчета на длительное тепловое воздействие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шульгин В. Н.* Теоретические основы инженерной защиты населения: Монография. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. – 556 с.
2. *Боданский М. Д.* и др. Расчет конструкций убежищ. – М.: Стройиздат, 1974.

УДК 614.8:665.6

С. В. Молчанов

доцент кафедры пожарной безопасности технологических процессов
Академии ГПС МЧС России

В. С. Клубань

профессор кафедры пожарной безопасности технологических процессов
Академии ГПС МЧС России

С. И. Толовский

начальник ведомственной пожарной охраны ГУФСИН
по Новосибирской области

S. Molchanov, V. Kluban, S. Tolovskiy

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕЗЕРВУАРОВ СО СТАЦИОНАРНОЙ КРЫШЕЙ МАЗУТНЫХ ХОЗЯЙСТВ ТЭК

В процессе деятельности по обеспечению пожарной безопасности объектов топливно-энергетического комплекса (ТЭК), использующих в своей работе в качестве основного или резервного топлива мазут, возникает большое число локальных и системных технических и информационных проблем. Основным фактором пожарной опасности является сосредоточение на сравнительно небольшой территории крупного энергозапаса, хранящегося постоянно и требующего по технологическому регламенту поддержания определенного температурного режима в целях обеспечения его необходимой вязкости. В настоящей статье рассмотрены эти и другие вопросы, связанные с обеспечением пожарной безопасности и повышением эффективности деятельности котельных, работающих на сжигании мазута.

Ключевые слова: мазут, пожаровзрывоопасные свойства, температура вспышки, горючая жидкость, давление насыщенных паров.

SOME PROBLEMS OF MAINTENANCE OF FIRE SAFETY OF TANKS WITH A STATIONARY ROOF OF BLACK OIL ECONOMY OF A FUEL AND ENERGY COMPLEX

Activity on maintenance of fire safety of objects of the fuel and energy complex using in the work as the basic or reserve fuel black oil, faces a great number of local and system technical and information problems. A major factor of fire danger is the concentration in rather small territory of the large power stock stored constantly and demanding on production schedules maintenance of a certain temperature mode for the purpose of maintenance of its necessary viscosity. These and other questions connected with maintenance of fire safety and increase of efficiency of activity of work of boiler-houses, carrying out the activity on black oil burning are considered in the present article.

Keywords: fuel oil, properties, flashpoint, flammable liquid, vapor pressure.