

Серьезную экологическую и пожарную опасность представляют выбросы паров нефтепродуктов из дыхательных систем резервуаров нефтебаз, которые классифицируют как «малые» и «большие» дыхания. Чтобы оценить массу паров бензина при выбросах от «больших дыханий», необходимо знать вытесняемый объем и концентрацию паров бензина в газовом пространстве в момент «большого дыхания». При каждом «большом дыхании» в атмосферу может вытесняться объем бензино-воздушной смеси равный освободившемуся объему резервуара. Остаток бензина в опорожненном резервуаре составляет не менее 20% от полного объема резервуара.

Для прогнозирования концентрации паров бензина в газовой полости резервуара достаточно оценить минимальные и максимальные ее значения. По закону Дальтона общее давление в замкнутом газовом объеме резервуара будет суммироваться из парциального давления воздуха (атмосферное давление 101,3 кПа) и парциального давления паров бензина (давление насыщения). Зная отношение парциального давления паров бензина к общему давлению, можно определить концентрацию паров бензина в бензовоздушной смеси (БВС) в газовой полости резервуара [1]. Данные о давлении насыщения приняты по Н.Б. Варгафтику [2], а также могут быть получены по уравнению Антуана [3].

Концентрация паров бензина в замкнутой (герметичной) газовой полости резервуара повышается за счет упругости паров и при длительном хранении достигает своего наибольшего значения, при этом в газовой полости устанавливается давление равное ( $p_n + p_o$ ). В соответствии с законом Дальтона отношение объемов двух газов (воздуха и паров бензина) будет определяться их парциальными давлениями. Парциальное давление паров бензина при этом равно давлению насыщения, а парциальное давление воздуха – атмосферному давлению воздуха. С учетом изложенного, концентрацию паров бензина в газовом объеме можно определить по формуле (табл 1):

$$c_n = 100 p_n / (p_n + p_o), \% \text{ об.},$$

где:  $p_n$  – давление состояния насыщения при температуре хранения, кПа;  
 $p_o$  – атмосферное давление воздуха, кПа.

Максимальные значения концентрации паров бензина в газовой полости резервуара будут значительно выше табличных значений по причине того, что при постоянном испарении бензина в резервуаре будут многочисленны «малые дыхания» (из дыхательного клапана), при каждом из них будет вытесняться порция более бедной смеси, находящаяся в верхней части газовой полости резервуара. Количество «малых дыханий» летом в дневное время в период между «большими дыханиями» будет измеряться сотнями, а объем каждого выброса будет составлять до 2% объема газовой полости.

Таблица 1.

Давление (кПа) насыщения бензина и концентрация (% об.) паров бензина в зависимости от температуры хранения бензина, устанавливающиеся в газовой полости абсолютно герметичного резервуара

Температура хранения бензина, °С	+30 (лето)	+5 (осень-весна, или при подземном хранении зимой)	-25(при наземном хранении зимой)
Давление насыщения бензина, кПа	16,8	5,3	2
Концентрация паров бензина в газовой полости резервуара, % об.	15	5	2

По данным, приведенным в СНиП 2.04.05–91, объемная концентрация в БВС может в 2 – 3 раза превышать значения (табл. 1), которые могут установиться в абсолютно герметичном резервуаре. На крупных нефтебазах с большим грузооборотом каждый резервуар может заполняться и опорожняться до нескольких десятков раз в течение года, и потери от испарения могут стать весьма значительными.

Плотность паров бензина  $\rho_p$  может быть определена из закона Авогадро с учетом поправки на температуру хранения:

$$\rho_i = \frac{i \mu}{V\mu} \cdot \frac{T_0}{T}, \text{ кг/м}^3$$

где:  $i \mu = 97$  – молярная среднефракционная масса паров бензина, кг/кмоль;  
 $V\mu = 22,4$  – молярный объем паров бензина, м<sup>3</sup>/кмоль;  $T_0$  = стандартная температура (273), К;  $T = (273+1)$  – температура хранения бензина, К;  
 $t$  – температура хранения, °С.

Масса паров бензина в газовом пространстве резервуара  $M_{\Gamma}$  будет пропорциональна объемной концентрации  $C_{\Pi}$ , объему газового пространства  $V_{\Pi}$  и плотности  $\rho_{\Pi}$ , т. е.:

$$M_{\Gamma} = (\rho_{\Pi} \cdot V_{\Pi} \cdot C_{\Pi}) / 100, \text{ кг}$$

где:  $V_{\Gamma} = 0,8V$ ;  $V$  – объем резервуара, м<sup>3</sup>.

Результаты расчетов потерь бензина от одного «большого дыхания» резервуара приведены в табл. 2.

Таблица 2. Потери бензина от одного «большого дыхания» резервуаров

Емкость резервуара, м <sup>3</sup>	Лето	Весна-осень	Зима	Лето (при использовании холодильной установки)

15	9-16	2,5-7,4	1,1-6,7	0,4-0,5
20	12-21	3,3-10	1,5-8,9	0,5-0,7
30	18-32	4,9-15	2,2-13	0,7-1,1
40	24-42	6,6-20	3,0-18	1,0-1,5
500	302-529	82-247	37-222	12-18

## ЛИТЕРАТУРА

1. Глинка Н. Л. Общая химия: Учебное пособие Под ред. А.И. Ермакова.- М.: Интеграл-Пресс, 2002.-728 с.
2. Варгафтик Н. Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей.-М.: Наука, 1972.-720 с.
3. Сборник нормативных документов, регламентирующих нормы и правила пожарной безопасности.– М.:Альфа-ПРЕСС, 2003. 545 с.