

УДК 66.083.2:66-971:614.849

С. В. ГАРБУЗ, А. А. КОВАЛЁВ, А. В. ТИТАРЕНКО

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ВЫБРОСОВ ПАРОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕЗЕРВУАРОВ ХРАНЕНИЯ СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Рассмотрены причины и показана экологическая опасность «больших» и «малых» дыханий резервуаров хранения светлых нефтепродуктов. Представлены результаты теоретических расчетов количественной оценки выбросов паров нефтепродуктов, через дыхательную арматуру резервуара, а также данные натурального эксперимента по оценке концентраций паров бензина и дизельного топлива в приземном слое атмосферы при «большом дыхании» резервуара РВС-5000. Обоснованы организационно-технические меры, направленные на снижение экологической опасности выбросов паров нефтепродуктов из резервуаров.

Ключевые слова: экологическая опасность, светлые нефтепродукты, концентрация паров, выбросы паров.

Введение. Развитие производственного потенциала Украины невозможно без создания и внедрения современных, экологически безопасных технологий хранения светлых нефтепродуктов. Хранение нефтепродуктов организуется в резервуарах различных типов и конструкций: надземных, подземных, вертикальных, горизонтальных, стальных и железобетонных. Вертикальные цилиндрические резервуары (РВС) в свою очередь разделяются на следующие виды:

- Резервуары со стационарной конической или сферической крышей;
- Резервуары со стационарной крышей с плавающим понтоном,
- Резервуары с плавающей крышей.

Ежегодно Украина потребляет более 8 млн. т. светлых нефтепродуктов, при этом суммарный объем резервуаров хранения данного вида нефтепродуктов составляет более 1,5 млн. т. [1]. Хранение светлых нефтепродуктов организовано в резервуарных парках нефтебаз, терминалах загрузки светлых нефтепродуктов, автозаправочных станциях и т.д.

При эксплуатации резервуаров и организации хранения нефтепродуктов в атмосферный воздух поступает значительное количество паров топлив, вызывая следующие негативные последствия [2]:

- Пары топлив высокотоксичны и оказывают отравляющее действие на организм человека и прилегающие экосистемы;
- Пары топлив легковоспламеняемы, вытеснение из резервуара значительного количества данных паров повышает пожарную опасность процесса дегазации;
- Прямой экономический ущерб, вследствие потерь нефтепродукта при рассеивании паров топлив в атмосфере. Для уменьшения экономических потерь, действующие в Украине ВБН В.2.2-58.1-94, только рекомендуют применение на резервуарах, установок улавливания и рекуперации паров нефтепродуктов.

Пары топлив поступают в атмосферный воздух из внутреннего объема резервуара через дыхательные клапаны [3], ввиду следующих причин:

- «Большие дыхания резервуаров» – происходят при вытеснении паровоздушной смеси в окружающую среду в процессе заполнения резервуара нефтепродуктом, когда объем газового пространства,

уменьшается и срабатывает дыхательный клапан. Массу паров нефтепродуктов, поступающих в атмосферу при больших дыханиях можно рассчитать по объему вытесняемых паров, например, при заполнении емкости в 20 м³ в атмосферный воздух выводится до 20 кг бензина. На крупных нефтебазах с большим грузооборотом каждый резервуар может заполняться и опорожняться до нескольких десятков раз в течение года, и потери от испарения являются значительными.

- «Малые дыхания резервуаров» – происходят вследствие изменения температуры в газовом пространстве резервуара в течение суток. Днем скорость испарения нефтепродукта с ростом температуры увеличивается, возрастает и давление газовой смеси. При этом механический дыхательный клапан поддерживает избыточное давление в газовом пространстве резервуара не более предельного (2 кПа), открываясь кратковременно для выпуска паровоздушной смеси в атмосферу. Ночью температура снижается, давление в газовой части понижается, образуется разрежение. При достижении вакуума выше предельного (0,2 кПа) дыхательный клапан открывается и выпускает воздух в газовое пространство резервуара.

- Дегазации внутреннего пространства резервуара путём принудительной вентиляции (при проведении регламентных и ремонтных работ). Например, при принудительной вентиляции резервуара РВС-5000 в атмосферный воздух поступает 1,5 т. паров нефтепродуктов, при этом время вентиляции составляет 91,15 час.

Для повышения экологической безопасности населения в районах размещения резервуаров хранения светлых нефтепродуктов, необходимо установить концентрацию вредных веществ (паров топлив) в атмосферном воздухе при «больших» и «малых» дыханиях резервуаров, а также обосновать организационно-технические меры, направленные на снижение экологической опасности «больших» и «малых» дыханий.

Анализ литературных данных та постановка проблеми. Несмотря на отсутствие залпового выброса паров топлив в атмосферный воздух при «малых» дыханиях резервуаров, опасность для здоровья человека и прилегающих экосистем обусловлена продолжительным временем воздействия относительно ма-

© С. В. Гарбуз, А. А. Ковалёв, А. В. Титаренко . 2015

лых выбросов. Например, в Европейском союзе (ЕС), согласно директиве 94/63/ЕС введены нормативы на улавливание паров углеводородов. К 2000 году все АЗС, а к 2004 г. все резервуарные парки нефтебаз, терминалы загрузки светлых нефтепродуктов (в том числе и автоцистерны) эксплуатируемые в странах ЕС были оснащены системами улавливания паров, обеспечивающих полную улавливания от 98 % углеводородов [4].

В странах Европейского союза, США, Канаде и Японии законодательно ограничены выбросы паров углеводородов из резервуаров на уровне 98-99 %. Эксплуатируемые в данных странах резервуары оснащены различными типами установок для улавливания паров углеводородов. Наибольшее распространение, в данных странах, получили следующие технологии улавливания и рекуперации паров [5-8] (рис. 1).

1. Технология углеродно-вакуумной адсорбции (CVA по международной классификации), является самой популярной технологией в мире, благодаря простоте в эксплуатации и эффективности улавливания (рис. 1). Узел улавливания паров состоит из двух одинаковых емкостей, наполненных активированным углем. Каждая емкость может работать в двух режимах: «режим адсорбции» и режим вакуумной регенерации. В емкость, готовую к режиму адсорбции, подают воздушную смесь, насыщенную парами углеводородов. Углеводороды адсорбируются на поверхности активированного угля, а очищенный воздух выбрасывается в атмосферу. После насыщения угля емкость переводится в режим вакуумной регенерации, во время которого насыщенный углеводородный пар выкачивается вакуумными насосами из активированного угля и направляется в абсорбционную колонну, в которой большая часть углеводородов абсорбируется встречным потоком подходящего жидкого абсорбента из резервуарного парка или трубопровода. Присутствующий при этом незначительный объем воздуха, попавший во время воздушной продувки на стадии регенерации, выходит через верхнюю часть абсорбционной колонны, что приводит к уносу незначительной части углеводородов, подлежащих в дальнейшем возврату в угольный адсорбер, находящийся в стадии адсорбции.

Попеременно используя емкости в режимах адсорбции и регенерации, получают систему, работающую непрерывно.

К преимуществам технологии углеродно-вакуумной адсорбции относятся: высокая эффективность и надежность (низкий уровень выбросов, исключая метан); низкое энергопотребление; малые перепады давления; широкие режимы работы.

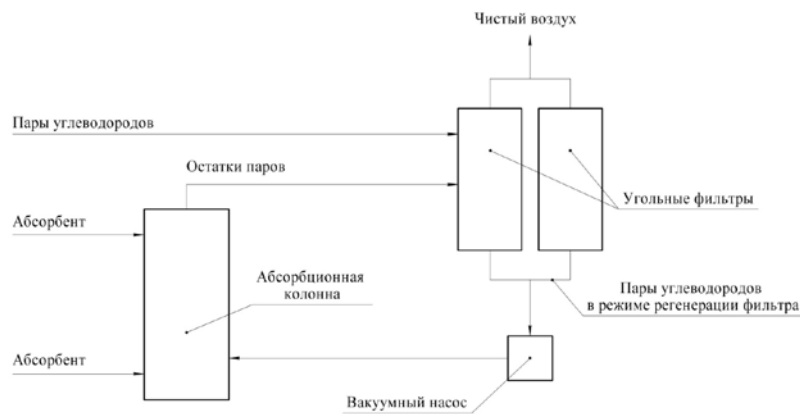


Рис. 1 – Технологическая схема углеродно-вакуумной адсорбции

К недостаткам технологии углеродно-вакуумной адсорбции относятся: неоправданно завышенное соотношение «цена/качество» при высоких концентрациях углеводородов; чувствительность к загрязняющим веществам (сера и т.п.); ограниченный ресурс угольных адсорберов.

2. Углеродно-вакуумное конденсирование под давлением (CVPC по международной классификации). Данная технология представляет собой углеродно-вакуумную адсорбцию (CVA), дополненную узлом циркуляции и компрессии абсорбента внутри установки (рис. 2). Используется в случае отсутствия возможности подачи свежего абсорбента из резервуарного парка.

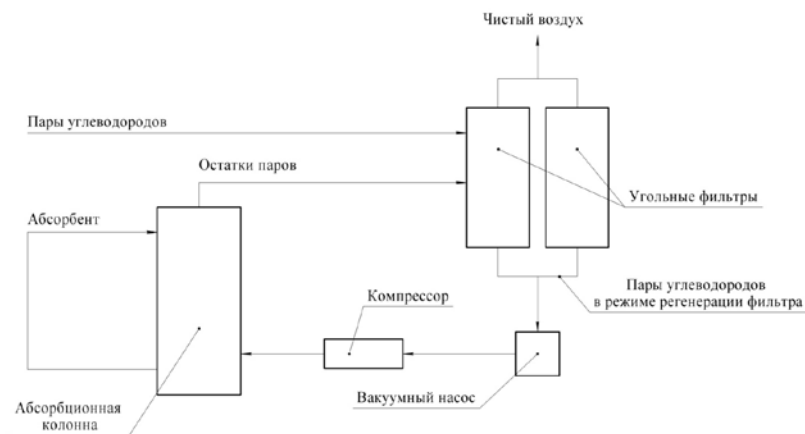


Рис. 2 – Технологическая схема углеродно-вакуумного конденсирования под давлением

К преимуществам технологии углеродно-вакуумного конденсирования под давлением относятся: высокая эффективность и надежность; малые перепады давления; широкие режимы работы; отсутствие необходимости в абсорбенте.

К недостаткам технологии углеродно-вакуумного конденсирования под давлением относятся: ограниченная эффективность при интенсивной подаче паров углеводородов; чувствительность к загрязняющим веществам (сера и т.п.); постоянный контроль жидкого продукта; высокое энергопотребление; ограниченный ресурс угольных адсорберов.

3. Мембранная фильтрация (рис. 3). Данная

технологія широко розповсюджена на невеликих резервуарах (автозаправочні станції і т.д.) і обмежено використовується на нафтобазах, із-за необхідності забезпечення постійного потоку парів на установку, а також низької продуктивності.

При надходженні парів нафтопродукту в установку, відбувається їх компресія, після чого суміш поступає в конденсатор, де відбувається частинна конденсація. Далі суміш перекачується в сепаратор, де відокремлюється від конденсованого продукту, який після сепаратора одразу ж повертається до установки в резервуар зберігання, а залишкова частина паровоздушної суміші проходить через мембрану, яка уловлює більшу частину вуглеводородів. Після проходження мембрани чистий повітря виводиться в атмосферу, а частина паровоздушної суміші в вигляді загущеного пермеату повертається в резервуар, де конденсація відбувається природним шляхом, і абсорбентом є продукт, знаходячись в резервуарах.

К перевагам технології мембранної фільтрації відносять: невелике енергопотреблення; єдиний етап технологічного процесу.

К недолікам технології мембранної фільтрації відносять: необхідність в постійному потоці парів; обмежена пропускна здатність.

Також, для зменшення викидів парів нафтопродуктів із резервуарів застосовують різні організаційно-технічні заходи [9-10]:

окраска резервуарів білими емальми; розміщення резервуарів в ґрунті; водяне зрошення; застосування понтонів і плаваючих кришок, пріоритетніше використовують вертикальні резервуари (для зменшення площі випаровування).

Ціль і завдання дослідження. Об'єкт дослідження – викиди парів нафтопродуктів, що відбуваються внаслідок «великих» і «малих» дихань резервуарів зберігання світлої нафтопродукту.

Ціль дослідження – оцінка екологічної небезпеки викидів парів нафтопродуктів із резервуарів зберігання світлої нафтопродукту з метою розробки технічних рішень і рекомендацій, спрямованих на зменшення рівня екологічної небезпеки.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

1. Дослідити причини і фактори, що впливають

на інтенсивність «великих» і «малих» дихань резервуарів зберігання світлої нафтопродукту;

2. Оцінити екологічну небезпеку «великих» і «малих» дихань резервуарів зберігання світлої нафтопродукту, визначив концентрації парів палива в атмосферному повітрі;

3. Обґрунтувати організаційно-технічні заходи, спрямовані на зменшення екологічної небезпеки «великих» і «малих» дихань резервуарів зберігання світлої нафтопродукту.

Результати дослідження екологічної небезпеки «великих» і «малих» дихань резервуарів зберігання світлої нафтопродукту. Легкі нафтопродукти, наприклад бензин, інтенсивно випаровуються, їх пари насичують газову простору резервуара і поступають в атмосферу при спрацюванні дихального клапана при «малих диханнях» резервуара. Маса парів нафтопродуктів, що поступають в атмосферу *раховується за формулою:*

$$m = w \cdot F_u \cdot T \tag{1}$$

де: w – інтенсивність випаровування, $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$; F_u – площа випаровування, м^2 ; T – час випаровування, с (приймається 1 год = 3600 с .)

Інтенсивність випаровування рідини визначається за наступною формулою [11, 12]:

$$w_E = 10^{-6} \eta \sqrt{M} \rho_f, \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}) \tag{2}$$

де: η – коефіцієнт, що враховує рухливість повітря (при відсутності руху повітря $\eta = 1$); M – молярна маса речовини (для бензину середнє вміст вуглецю і водню визначається формулою C_7H_{13} , відповідно $M=97$ $\text{кг}/\text{кмоль}$); ρ_f – тиск насичення бензину, кПа , є характеристикою бензину, що залежить від температури зберігання, приймається із довідкової літератури [13]

або обчислюється за рівнянням Антуана [14]:

$$P_n = 0,133 \cdot 10^{A - B/(C+t)}, \text{ кПа}, \tag{3}$$

де: A, B, C – коефіцієнти Антуана; t – температура зберігання бензину, $^{\circ}\text{C}$.

Площа дзеркала випаровування змінюється в широких межах в залежності від типу резервуара, наприклад, для резервуара РВС-5000 площа дзеркала випаровування становить 320 м^2 , а для вертикальних і горизонтальних заглублених і напозаглублених резервуарів на АЗС площа дзеркала випаровування становить від 4 до 10 м^2 .

Інтенсивність витіснення парів нафтопродукту при «малих диханнях» в літній період, отримана з урахування процесів випаровування бензину за формулами (2-3) становить від 0,1 до 0,15 $\text{м}^3/\text{ч}$ на 1 м^3 об'єму резервуара, при цьому маса парів нафтопродукту, що поступає в атмосферу буде залежати від площі дзеркала випаровування. Наприклад, маса парів нафтопродукту, що поступає при «малому» диханні

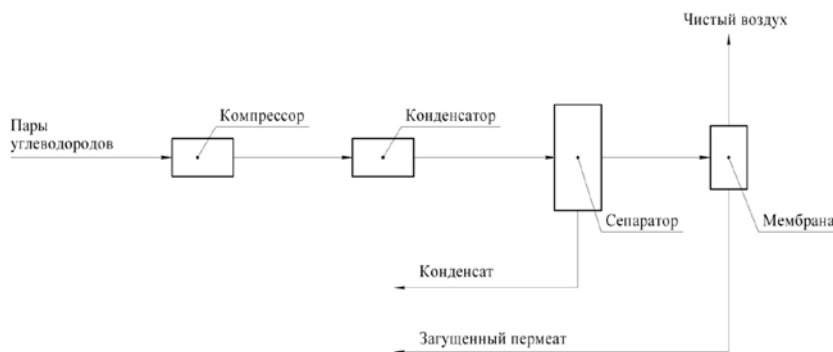


Рис. 3 – Технологічна схема мембранної фільтрації

нии резервуара РВС-5000 в атмосферу составляет от 10 до 32 кг/ч.

«Большие дыхания» происходят при заполнении опорожненного резервуара, когда весь газовый объем резервуара вытесняется через дыхательный клапан в атмосферу. Интенсивность вытеснения паров нефтепродуктов, в основном, зависит от длительности заполнения резервуара, которая определяется производительностью насосов нефтебазы. Длительность заполнения резервуара зависит от его емкости и времени слива-налива бензина. Интенсивность вытеснения паров нефтепродуктов при «больших дыханиях» для резервуаров емкостью от 10 до 40 м³ составляет от 15 до 60 м³/ч., для резервуаров емкостью от 40 м³ от 60 до 100 м³/ч.

С учетом большой интенсивности и сравнительно малого времени «большие дыхания» можно рассматривать как залповые выбросы паров нефтепродуктов, резко повышающие экологическую и пожарную опасности резервуаров.

Объем и масса паров бензина, выбрасываемая при «больших дыханиях» зависит от объема, поступившего в резервуар нефтепродукта и концентрации паров бензина в газовом пространстве в момент «большого дыхания». 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) и парциального давления паров бензина (давление насыщения). Зная отношение парциального давления паров бензина к общему давлению, можно определить концентрацию паров бензина в газовой смеси в газовой полости резервуара. Данные о давлении насыщения приняты по Н. Б. Варгафтику

[13], а также могут быть получены по уравнению Антуана [14].

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_н+p_о). 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:

$$c_{п} = 100 p_{н} / (p_{н} + p_{о}), \% \text{ об.}, \quad (4)$$

где: p_н – давление состояния насыщения при температуре хранения, кПа; p_о – атмосферное давление воздуха, кПа (101,3 кПа).

Давление насыщения бензина и концентрация паров бензина в герметичной емкости, полученные для разных температур его хранения, представлены в табл. 1.

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 / подземное хранение зимой)	-25(зима)
Давление насыщения бензина, кПа	16,8	5,3	2
Концентрация паров бензина в газовой полости резервуара, % об.	15	5	2

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

$$\rho_{п} = \frac{\dot{I} \mu}{V \mu} \cdot \frac{T_0}{T}, \text{ кг/м}^3 \quad (5)$$

где: $\dot{I} \mu = 97$ – молярная среднефракционная масса паров бензина, кг/кмоль; $V \mu = 22,4$ – молярный объем паров бензина, м³/кмоль; T₀ – стандартная температура (273), К; T = (273+t) – температура хранения бензина, К; t – температура хранения, °С.

При 30⁰С плотность бензина равна:

$$\rho_{п} = \frac{M \mu}{V \mu} \cdot \frac{T_0}{T} = \frac{97}{22,4} \cdot \frac{273}{303} = 3,9 \text{ кг/м}^3$$

Масса паров бензина в газовом пространстве резервуара M_Г будет пропорциональна объемной концентрации C_п, объему газового пространства V_п и плотности ρ_п, т. е.:

$$M_{Г} = (\rho_{п} \cdot V_{п} \cdot C_{п}) / 100, \text{ кг} \quad (6)$$

где: V_п – 0,8·V; V – объем резервуара, м³.

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 ³	Лето	Весна-осень	Зима
15	9-16	2,5-7,4	1,1-6,7
20	12-21	3,3-10	1,5-8,9
30	18-32	4,9-15	2,2-13
40	24-42	6,6-20	3,0-18
5000	3020-5290	820-2470	370-2220

Для определения границ зоны загазованности в открытом воздушном пространстве при неподвижной воздушной среде с концентрацией, соответствующей нижнему концентрационному пределу распространения пламени, предложена следующая формула [15]:

$$R = 3,2 \cdot K^{1/2} \cdot (p_H/c_{НКПР})^{0,8} \cdot (m_{П} / (\rho_{П} \cdot \rho_H))^{0,33} \quad (5)$$

где: R – радиус зоны загазованности, м; m_П – масса поступивших при дыхании паров бензина, кг; ρ_П – плотность паров бензина, кг/м³; ρ_Н – давление насыщенных паров бензина при расчетной температуре, кПа; c_{НКПР} – нижний концентрационный предел распространения пламени, % об. (для паров бензина c_{НКПР} = 0,75% об.); K – коэффициент (K = T/3600); T – продолжительность поступления паров в открытое пространство, с.

Расчет по предложенной в формуле 5 показал, что для резервуара автозаправочной станции, емкостью 50 м³, заправка которого проходит 1800 с, радиус распространения паров бензина при безветрии составит:

$$R_{НКПР} = 3,2 (1800/3600)^{1/2} \cdot (16,8/0,75)^{0,8} \cdot (50/(4 \cdot 16,7))^{0,33} \approx 25 \text{ м.}$$

Радиус распространения паров бензина, при аналогичных условиях, для резервуара РВС-5000 составит:

$$R_{НКПР} = 3,2 (1800/3600)^{1/2} \cdot (16,8/0,75)^{0,8} \cdot (5000/(4 \cdot 16,7))^{0,33} \approx 2000 \text{ м.}$$

Для проверки адекватности формулы 5 и натурной оценки экологической опасности «большого дыхания» резервуаров был проведен натурный эксперимент при сливо-наливных операциях на двух резервуарах РВС-5000 объемом 5000 м³. Эксперимент проводился в светлое время суток при отсутствии грозových и предгрозовых метеоусловий, температура наружного воздуха находилась в пределах 20-27 °С. Концентрация паров нефтепродуктов в приземном слое атмосферы измерялась при помощи газоанализатора «ГАНК-4». Принцип действия данного газоанализатора со встроенными датчиками основан на электрохимическом, термодаталитическом и полупроводниковом методах измерений.

Для оценки концентраций паров нефтепродуктов в приземном слое атмосферы, прилегающую к резервуару территорию, находящуюся в пределах каре резервуара, условно разбили на плоскости сечения (рис. 4).

Измерения проводили в 30 метровой зоне от резервуаров, при заполнении первого резервуара бензином АИ-92 и заполнении второго резервуара ди-

зельным топливом. Средние значения концентрации паров топлив представлены на рисунке 5, где также показаны предельно допустимые концентрации содержания в воздухе паров авиационных топлив, дизельного топлива и бензина АИ-92 действующие в Украине и США.

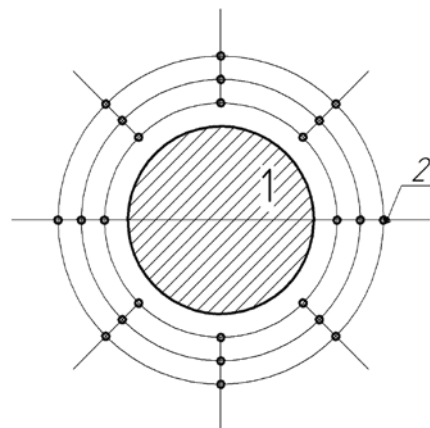


Рис. 4 – Точки измерения концентраций паров нефтепродуктов и плоскости сечений представлены

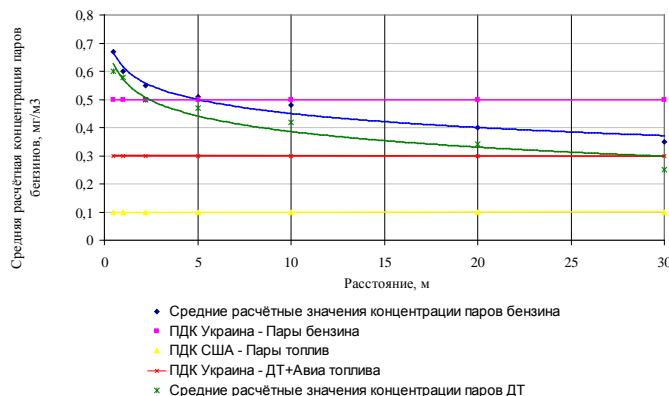


Рис. 5 – Усреднённые значения концентрации паров топлив при «большом» дыхании резервуара РВС-5000

5. Обсуждение результатов исследования экологической опасности выбросов из резервуаров паров светлых нефтепродуктов. При совершенствовании действующих в Украине правил и регламентов технической эксплуатации резервуаров хранения нефтепродуктов в соответствии с общеевропейскими и мировыми стандартами необходимо учитывать экологическую опасность и экономический ущерб от выбросов паров нефтепродуктов из дыхательной арматуры резервуаров. Результаты расчетов и натурного эксперимента показывают экологическую и пожарную опасность выбросов паров нефтепродуктов из ре-

зервуаров, например, при «большом» дыхании резервуара РВС-5000 в его 5 метровой зоне концентрации паров бензина и дизельного топлива превышают допустимые значения, при этом высокие концентрации паров сохраняются на расстоянии до 30 метров. Пары бензина тяжелее воздуха, поэтому, при слабом ветре возможно сосредоточение паров нефтепродуктов в низинах, технологических колодцах и зоне каре резервуара [16].

Для снижения выбросов паров нефтепродуктов из резервуаров хранения, наиболее экономически и технологически обоснованным решением является использование систем улавливания паров сорбционного типа (адсорбция, абсорбция) с последующей рекуперации уловленных паров. Да крупных нефтебаз целесобразно применять стационарные системы углеродно-вакуумной адсорбции совместно с газоуравнительной системой, также возможно использование мягких резервуаров-газгольдеров. На мелких резервуарах целесобразно использовать сменные фильтра адсорбционного типа, устанавливаемые на дыхательную арматуру резервуара, регенерация которых осуществляется на стационарной установке рекуперации паров нефтепродуктов крупной нефтебазы.

6. Выводы

1. Рассмотрены механизмы поступления в атмосферный воздух паров нефтепродуктов при эксплуатации резервуаров, а также проведен анализ современных систем улавливания данных паров;

2. Установлено, что при «большом» дыхании резервуаров при наиболее неблагоприятных погодных условиях радиус распространения паров бензина для резервуара объемом 50 м³ и 5000 м³ составляют 25 м. и 2000 м. соответственно;

3. Результаты натурального эксперимента показывают что при «большом» дыхании резервуаров РВС-5000 в их 5 метровой зоне, концентрации паров бензина и дизельного топлива превышают допустимые значения, при этом высокие концентрации паров топлива сохраняются на расстоянии до 30 метров;

4. Для повышения экологической безопасности эксплуатации резервуаров хранения нефтепродуктов, обоснована необходимость применения фильтрующих систем, устанавливаемых на дыхательную арматуру резервуаров.

Список литературы: 1. Статистический ежегодник «Украина в цифрах» [Текст]. – Государственный комитет статистики Украины. – Изд. офиц. – К., 2014. – 600 с. 2. Ларионов, В. И. Оценка и обеспечение безопасности объектов хранения и транспортировки углеводородного сырья [Текст] / В. И. Ларионов. – СПб.: ООО «Недра», 2004. – 190 с. 3. Бесчастнов, М. В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение [Текст] / М. В. Бесчастнов. – М.: Химия, 1991. – 430 с. 4. EU (1994). European Parliament and Council Directive 94/63/EC of 20 December 1994 on the control of volatile organic compound (VOC) emissions resulting from the storage of petrol and its distribution from terminals to service stations [Text] // Official Journal. – 1994. – L. 365. 5. Выбор технических средств для сокращения потерь нефтепродуктов от испарения из резервуаров и транспортных емкостей [Текст]: методическое пособие / И. С. Бронштейн, В. Ф. Вохмин, В. Е. Губин, П. П. Ривкин. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1969. –

182 с. 6. European Commission (2006). Integrated Pollution Prevention and Control Best Available Techniques on Emissions from Storage, July 2006. 7. AEAT (2001). Measures to reduce emissions of VOCs during loading and unloading of ships in the EU [Text] // Report No AEAT/ENV/R/0469. – Is. 2. – AEA Technology, Abingdon, 2001. 8. CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). Environmental Code of Practice for Vapour Recovery in Gasoline Distribution Networks. Prepared by the National Task Force on Vapour Recovery in Gasoline Distribution Networks [Text] // CCME. – Canada, 1991. 9. Yinchang, Li. Experimental study on inert replacement ventilation of oil vapor in oil tank [Text] / Li. Yinchang, Du. Yang, Zhang Peili // Department of Petroleum Supply Engineering, Logistical Engineering University, Chongqing 401311. – China, 2012. – Vol. 45. – P. 546–551. 10. Robinson, M. Recommendations for the design of push-pull ventilation systems for open surface tanks [Text] / M. Robinson, D. B. Ingham // The Annals of Occupational Hygiene. – 1996. – Vol. 6. – P. 693–704. 11. Глинка, Н. Л. Общая химия [Текст]: учебное пособие / Н. Л. Глинка; под ред. А. И. Ермакова. – М.: Интеграл-Пресс, 2002. – 728 с. 12. Сборник нормативных документов, регламентирующих нормы и правила пожарной безопасности. – М.: Альфа-ПРЕСС, 2003. – 545 с. (с. 439): Пособие по применению НПБ 105-95. «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности». 13. Варгафтик, Н. Б. Справочник по теплотехническим свойствам газов и жидкостей [Текст] / Н. Б. Варгафтик. – М.: Наука, 1972. – 720 с. 14. Справочник. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: в 2-х книгах [Текст] / под ред. А. Н. Баратова. – М.: Химия, 1990. – Кн. 1. – 496 с. – Кн. 2. – 384 с. 15. СНиП 2.11.03-93. Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы. 16. Бесчастнов, М. В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение [Текст] / М. В. Бесчастнов. – М.: Химия, 1991. – 432 с.

Bibliography (transliterated): 1. Statisticheskij ezhegodnik «Ukraina v cifrah». (2014). Gosudarstvennyj komitet statistiki Ukrainy. Izd. ofic. Kiev, 600. 2. Larijonov, V. I. (2004). Ocenka i obespechenie bezopasnosti ob'ektov hranenija i transportirovki uglevodородного syr'ja. SPB.:ООО «Недра», 190. 3. Beschastnov, M. V. (1991). Promyshlennye vzryvy. Ocenka i preduprezhdenie. Moscow: Himija, 430. 4. EU (1994). European Parliament and Council Directive 94/63/EC of 20 December 1994 on the control of volatile organic compound (VOC) emissions resulting from the storage of petrol and its distribution from terminals to service stations. (1994). Official Journal, 365. 5. Bronshtejn, I. S., Vohmin, V. F., Gubin, V. E., Rivkin, P. R. (1969). Vybory tehnikeskikh sredstv dlja sokrashhenija poter' nefteproduktov ot isparenija iz rezervuarov i transportnyh emkostej. Moscow: CNIIТЭнефтехим, 182. 6. European Commission (2006). Integrated Pollution Prevention and Control Best Available Techniques on Emissions from Storage. 7. AEAT (2001). Measures to reduce emissions of VOCs during loading and unloading of ships in the EU. Report No AEAT/ENV/R/0469, Is. 2. AEA Technology, Abingdon. 8. CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). Environmental Code of Practice for Vapour Recovery in Gasoline Distribution Networks. Prepared by the National Task Force on Vapour Recovery in Gasoline Distribution Networks. (1991). CCME. Canada. 9. Yinchang, Li., Yang, Du., Zhang Peili. (2012). Experimental study on inert replacement ventilation of oil vapor in oil tank. Department of Petroleum Supply Engineering, Logistical Engineering University, Chongqing 401311, Vol. 45. China, 546–551. 10. Robinson, M., Ingham, D. B. (1996). Recommendations for the design of push-pull ventilation systems for open surface tanks. *The Annals of Occupational Hygiene*, Vol. 6, 693–704. 11. Glinka, N. L.; in Ermakova, A. I. (2002). Obshhaja himija. Moscow: Integral-Press, 728. 12. Sbornik normativnyh dokumentov, reglamentirujushhij normy i pravila požarnoj bezopasnosti. (2003). Moscow: Alfa-PRESS, 545, (439): Posobie po primeneniju NPB 105-95. «Opredelenie kategorij pomeshhenij i zdanij po vzryvopozharnoj i požarnoj opasnosti». 13. Vargaftik, N. B. (1972). Spravochnik po teplofizicheskim svojstvam gazov i zhidkostej. Moscow: Nauka, 720. 14. In Baratova, A. N. (1990). Spravochnik. Pozharovzryvopasnost' veshhestv i materialov i sredstva ih tushenija: v 2-h knigah, kn.1, 496, kn.2, 384. Moscow: Himija. 15. SNiP 2.11.03-93. Sklady nefiti i nefteproduktov. Protivopozharnye normy. 16. Beschastnov, M. V. (1991). Promyshlennye vzryvy. Ocenka i preduprezhdenie. Moscow: Himija, 432.

Поступила (received) 06.12.2015

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Гарбуз Сергій Вікторович – ад'юнкт, Національний університет цивільного захисту України, ад'юнкт кафедри «Пожежної та техногенної безпеки об'єктів і технологій»; вул. Чернишевського 94, м. Харків, 61023;

Гарбуз Сергей Викторович – ад'юнкт, Национальной университет гражданской защиты Украины, ад'юнкт кафедри «Кафедра пожарной и техногенной безопасности объектов и технологий»; ул. Чернышевского 94, г. Харьков, 61023; e-mail: garbuz_88@inbox.ru.

Garbuz Sergey – graduate student, National university of civil protection of Ukraine, graduate student of chair «Fire and technological safety of facilities and technology, st. Chernyshevsky 94, Kharkov, 61023;

Ковалёв Александр Александрович – кандидат технических наук, Национальный университет гражданской защиты Украины, доцент кафедри «Инженерной и аварийно-спасательной техники»; ул. Чернышевского 94, г. Харьков, 61023; e-mail: mralexkovalev@gmail.com.

Ковалёв Олександр Александрович – кандидат технічних наук, Національний університет цивільного захисту України, доцент кафедри «Інженерної та аварійно-рятувальної техніки»; вул. Чернишевського 94, м. Харків, 61023; e-mail: mralexkovalev@gmail.com.

Kovalev Alexander – Candidate of technical sciences, National university of civil protection of Ukraine, associate professor of chair «Engineering and rescue equipment»; st. Chernyshevsky 94, Kharkov, 61023;

Титаренко Андрій Вікторович – кандидат психологічних наук, Національний університет цивільного захисту України, заступник начальника факультету оперативно-рятувальних сил; вул. Чернишевського 94, м. Харків, 61023; e-mail: mralexkovalev@gmail.com.

Титаренко Андрей Викторович – кандидат психологических наук, Национальный университет гражданской защиты Украины, заместитель начальника факультета оперативно-спасательных сил; ул. Чернышевского 94, г. Харьков, 61023; e-mail: mralexkovalev@gmail.com.

Titarenko Andrey – Candidate of psychological science, National university of civil protection of Ukraine, deputy head of the faculty of Operational and rescue forces; st. Chernyshevsky 94, Kharkov, 61023

УДК 004.03:65-574.5

В. І. РУЖЕНЦЕВ, А. П. ПОРВАН, М. А. ПАЩЕНКО

ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ ВИЗНАЧЕННЯ ОСЕРЕДКІВ ТОКСИЧНОСТІ БІООБ'ЄКТІВ

Робота присвячена організації захисту інформації в інформаційній системі визначення осередків токсичності водних біооб'єктів для унеможливлення несанкціонованого доступу до даних, що зберігаються в базі даних. Розглянуто основні методи захисту інформації та способи їх реалізації у відомих системах екологічного дистанційного моніторингу. Проаналізовано та обрано, що для забезпечення захисту від несанкціонованого доступу до бази даних, де зберігається вся інформація системи, з інших програмних продуктів та для обміну даними в зашифрованому вигляді використовується AES.

Ключові слова: база даних, водна екосистема, захист інформації, інформаційна система, симетричний алгоритм блочного шифрування.

Вступ. Виявлення та оцінка в короткі терміни екологічного ризику, як найбільш важливого показника при прийнятті рішень, що стосуються охорони навколишнього середовища та екологічної безпеки регіону, в силу своєї інформаційної ємності вимагає застосування спеціальних комп'ютерних рішень. Сучасні темпи розвитку систем екологічного моніторингу багато в чому зумовлюють їх зміст. У свою чергу зберігання інформації, що постійно надходить до таких систем, не може проводитися без такої складової, як захист інформації. А застосування автоматизованих методів і засобів своєчасного виявлення осередків токсичності часто пов'язано з отриманням і обробкою безлічі різних параметрів, які потребують захисту під час роботи. Причому ця проблема є досить складною у зв'язку з великою кількістю наявних параметрів, що відрізняються за видом, структурою і інформативністю, які представлені у системі.

Постановка проблеми та аналіз останніх джерел і публікацій. При розробці інформаційної системи (ІС) визначення осередків токсичності водних об'єктів було виділено такі можливі загрози із зовні, як зміна та вилучення даних, що зберігаються в БД, порушення конфіденційності та викрадення даних при передачі їх на ПК.

Для захисту даних використовують криптографію, яка забезпечує не тільки таємність інформації, що зберігається, але і її справжність [1, 2]. Секретність підтримується шляхом шифрування окремих повідомлень або всього файлу цілком. Справжність інформації підтверджується шляхом шифрування спеціальним шифром, що містить всю інформацію, який перевіряється одержувачем для підтвердження особи автора. Він не тільки засвідчує походження інформації, але і гарантує її незмінність.

Навіть просте перетворення інформації є досить ефективним засобом, що дає можливість приховати її суть від більшості некваліфікованих порушників.

Криптографія на сьогодні є єдиним відомим способом забезпечення таємності і підтвердження достовірності інформації в системах екологічного моніторингу, переданої із супутників [3]. Природа стандарту шифрування даних така, що його алгоритм є загальнодоступним, секретним повинен бути тільки ключ. Причому однакові ключі повинні використовуватися і для шифрування, і для дешифрування інформації.

© В. І. Руженцев, А. П. Порван, М. А. Пащенко. 2015