

УДК 66.082.4, 614.841.2.001.5, 628.58, 66-914.

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ НОВОГО ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ПРОЦЕССА ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ РЕЗЕРВУАРОВ ХРАНЕНИЯ СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Ларин А.Н., Гарбуз С.В., Ковалёв А.А.

Национальный университет гражданской обороны Украины
ул.Чернышевского 94, 61000, г. Харьков
mralexkovalev@gmail.com

На примере резервуара РВС-5000 показана экологическая опасность процесса его дегазации, рассчитаны концентрации вредных веществ (углеводородов) в атмосферном воздухе для действующего в Украине способа дегазации на всех его стадиях. На примере международного опыта обоснована необходимость внедрения установок улавливания паров углеводородов, для эффективной эксплуатации которых предложен новый, эжекторно-вихревой способ принудительной вентиляции резервуаров. *Ключевые слова:* дегазация резервуаров, принудительная вентиляция, вредные вещества, экологическая опасность, способ дегазации.

До питання створення нового екологічно безпечно процесу примусової вентиляції резервуарів зберігання світлих нафтопродуктів. Ларін О.М., Гарбуз С. В., Ковальов О.О. На прикладі резервуара РВС-5000 показано екологічну небезпеку процесу його дегазації, розраховано концентрації шкідливих речовин (вуглеводнів) в атмосферному повітрі для діючого в Україні способу дегазації на всіх його стадіях. На прикладі міжнародного досвіду обґрунтовано необхідність впровадження установок уловлювання парів вуглеводнів, для ефективної експлуатації яких запропоновано новий, ежекторний-вихревий спосіб примусової вентиляції резервуарів. *Ключові слова:* дегазація резервуарів, примусова вентиляція, шкідливі речовини, екологічна небезпека, спосіб дегазації.

For creation issues new environmentally friendly process of forced ventilation of light oil storage tanks. Larin A., Garbuz C., Kovalev A. For example of tank PBC-5000 shows the environmental hazard of degassing, calculation promoted the concentration of harmful substances (hydrocarbons) in the air for operating in Ukraine degassing method, at all stages. For example, international experience shows the necessity the introduction of hydrocarbon vapor recovery systems, for the effective operation of which offer a new ejector-vortex method of forced ventilation of tanks. *Keywords:* degassing tank, forced ventilation, harmful substances, environmental safety, method of decontamination.

Введение

Ежегодно Украина потребляет более 20 млн т нефти и продуктов её переработки [1], что предполагает содержание достаточно большого резервуарного парка страны. Установ-

лено, что на 1 тонну добываемой или перерабатываемой нефти необходимый объем хранения должен составлять 0,4-0,5 м² [2].

Для надёжной и безопасной эксплуатации резервуаров хранения нефтепродуктов, согласно действующим в

Украине правилами технической эксплуатации резервуаров хранения нефтепродуктов и руководством по их ремонту [3], резервуары выводятся из эксплуатации для проведения плановых, внеплановых, капитальных ремонтных работ и периодической очистки. Металлические резервуары подвергаются периодической зачистке по срокам:

- не менее 2 раз в год – для топлив реактивных двигателей, авиационных бензинов, авиационных масел и их компонентов, прямогонных бензинов;
- не менее 1 раза в год – для присадок к смазочным маслам и масел с присадками;

- не менее 1 раза в два года – для остальных масел, автомобильных бензинов, дизельных топлив, парафинов и других аналогичных им по физико-химическим свойствам нефтепродуктов;

- 2 раза в год или 1 раз в два года (по условиям сохранения качества нефтепродукта) – для мазутов, моторных топлив и других, аналогичных по свойствам нефтепродуктов.

Самой сложной и экологически опасной технологической операцией выполняемой при выводе резервуаров с остатками нефтепродуктов из эксплуатации, является их дегазация [4].

При дегазации резервуара в атмосферный воздух поступает значительное количество углеводородных паров, которые вызывают негативные последствия:

- пары углеводородов высокотоксичны и оказывают отравляющее действие на организм человека и прилегающие экосистемы;

- пары углеводородов легко воспламеняемы, вытеснение из резервуара

значительного количества углеводородных паров повышает пожарную опасность процесса дегазации;

- прямой экономический ущерб вследствие потерь нефтепродукта при рассеивании паров углеводородов в атмосфере. При этом действующий в Украине ВБН В.2.2-58.1-94 только рекомендует, для уменьшения экономических потерь применение на резервуарах установок улавливания паров нефтепродуктов.

Анализ последних достижений и публикаций

В Украине дегазация резервуаров хранения светлых нефтепродуктов в большинстве случаев осуществляется путём принудительной вентиляции внутреннего газового пространства. По действующим в Украине правилам проведения дегазации резервуаров [5] при выбросе газовой смеси из резервуара наибольшая концентрация вредных веществ в приземном слое атмосферы (C_m) не должна превышать максимальной разовой предельно допустимой концентрации C_m ПДК, которая составляет 5 мг/м³. Для поддержания концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы в рамках ПДК экологически опасный процесс дегазации «растягивают» от 2 до 4 суток, разделяя его на 6 стадий:

- 1-я – естественная вентиляция с открытым световым люком;
- 2-я – естественная вентиляция с открытыми световыми люками;
- 3-я – принудительная вентиляция с подачей воздуха 3000 м³/ч;
- 4-я – принудительная вентиляция с подачей воздуха 5000 м³/ч;
- 5-я – принудительная вентиляция с подачей воздуха 10000 м³/ч;

• 6-я – принудительная вентиляция с подачей воздуха 40000 м³/ч.

Принудительная вентиляция резервуаров хранения нефтепродуктов путём подачи атмосферного воздуха применяется только после снижения концентрации паров нефтепродуктов в резервуаре ниже 0,5 нижнего предела воспламенения (НПВ). Поэтому на 1 и 2 стадиях применяется естественная вентиляция.

Несмотря на отсутствие залпового выброса вредных веществ (углеводородов) в атмосферный воздух, опасность для здоровья человека и прилегающих экосистем обусловлена продолжительным временем воздействия относительно малых выбросов, учёт которых обязателен при оценке экологической опасности дегазации, например, в Европейском союзе (ЕС), где 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 полноту улавливания от 98% углеводородов [6].

В странах ЕС, США, Канаде и Японии законодательно ограничены выбросы паров углеводородов из резервуаров на уровне 98-99%. Эксплуатируемые в этих странах резервуары оснащены различными типами установок для улавливания паров углеводородов. Наибольшее распространение в этих странах получили установки для улавливания паров основанные на следующих принципах работы [7-9].

1. Углеродно-вакуумная адсорбция (CVA по классификации ЕС) – эффективный и простой в эксплуатации технологический процесс рекуперации паров, благодаря чему он является самой популярной технологией в мире. Узел CVA состоит из двух одинаковых емкостей, наполненных активированным углем (рис 1.). Каждая емкость может работать в двух режимах: «режим адсорбции» и режим «вакуумной регенерации». Емкость, готовую к режиму адсорбции, подключают к газоуравнительной линии и начинают пропускать через нее воздушную смесь, насыщенную углеводородами. 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 этой колонне 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 выводу незначительной части углеводородов, подлежащих в дальнейшем возврату в угольный адсорбер, находящийся в стадии адсорбции. Поочередно, используя емкости в режимах адсорбции и регенерации, получают систему, работающую непрерывно.

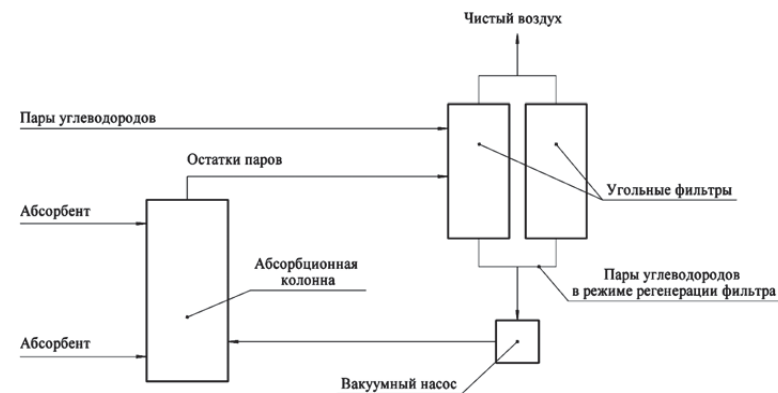


Рис. 1 Технологическая схема углеродно-вакуумной адсорбции

2. Углеродно-вакуумное конденсирование под давлением (CVPC по классификации ЕС) – технологически представляет ту же углеродно-вакуумную адсорбцию (CVA), дополненную узлом циркуляции и компрессии абсорбента внутри установки (рис 2.). Используется при отсутствии

возможности подачи свежего абсорбента из резервуарного парка. Все восстановленные пары сжимаются и содержатся в установке в качестве абсорбента до тех пор, пока восстановленный продукт не будет возвращен в соответствующую емкость хранения.

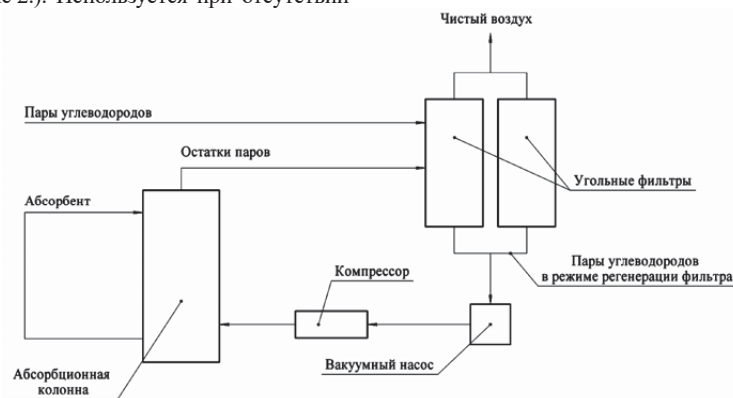


Рис. 2 Технологическая схема углеродно-вакуумного конденсирования под давлением

3. Холодная жидкая абсорбция (CLA по классификации ЕС) – двухступенчатый процесс атмосферной

абсорбции (рис 3.). На первом этапе пары направляются в абсорбционную колонну, где они абсорбируются пото-

ком холодного керосина. Не абсорбируемые пары остаются в верхней части колонны, а смесь абсорбированных/конденсированных углеводородов и обогащенный керосин перекачиваются в головную технологическую часть установки. Обогащенный керосин предварительно подогревается и направляется в десорбционную колонну.

Очищенный керосин возвращается в абсорбционную колонну. Десорбируемые углеводороды высвобождаются через верхнюю часть десорбера, охлаждаются и направляются в абсорбционную колонну второй ступени, где в качестве абсорбента используется сырая нефть.

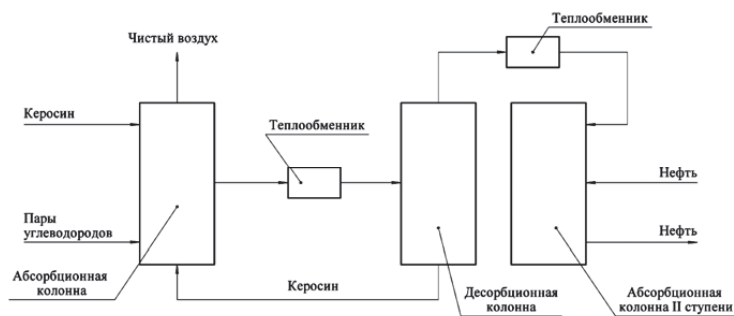


Рис. 3 Технологическая схема холодной жидкой абсорбции

4. Мембранная фильтрация путём разделения паровоздушной смеси на азеотропных мембранах, обладающих определенной селективностью (рис 4.). При поступлении углеводородных паров на установку первой стадией является их компрессия. После этого смесь попадает в конденсатор, где происходит её частичная конденсация, перекачивается в сепаратор, где отделяется от конденсированного продукта и после сепаратора сразу же возвращается из установки в резервуар хранения. Оставшаяся часть ПВС проходит через мембрану, которая улавливает большую часть углеводородов. После прохождения мембраны чистый воздух выводится в атмосферу, а часть ПВС в виде загущенного пермеата возвращается в резервуар, где конденсация происходит естествен-

ным путем и абсорбентом является продукт, находящийся в резервуарах. Для повышения экологической и пожарной безопасности процесса дегазации резервуаров также существуют способы проведения дегазации с подачей во внутреннее пространство резервуара инертных газов [10] и способы с применением различных схем подачи и отведения воздуха [11,12].

Постановка задачи и её решение

Для повышения экологической безопасности процесса дегазации резервуаров необходимо определить экологическую опасность существующего способа проведения дегазации резервуаров и разработать технические решения и рекомендации, направленные

ные на снижение уровня экологической опасности дегазации путём использования системы улавливания паров углеводородов.

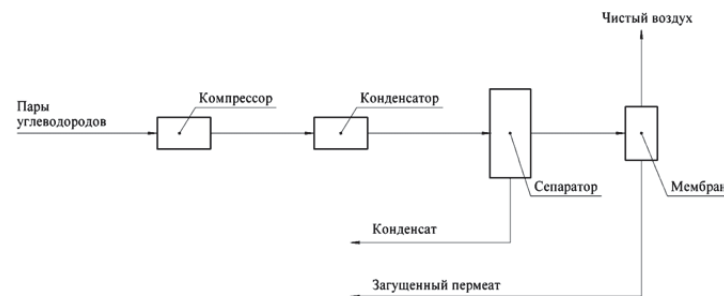


Рис. 4 Технологическая схема мембранной фильтрации

Для определения степени негативного экологического воздействия и основных технологических параметров существующего способа принудительной вентиляции резервуаров для хранения светлых нефтепродуктов, был создан экспериментальный стенд (ЭС) геометрически подобный резер-

вуару РВС-5000 объемом 5000 м³ [13], схема которого представлена на рис. 5. ЭС изготовлен из органического стекла толщиной 3мм в виде вертикального цилиндрического сосуда и конструктивно представляет собой сосуд. Масштаб ЭС равен 1:17 от промышленного резервуара РВС-5000.

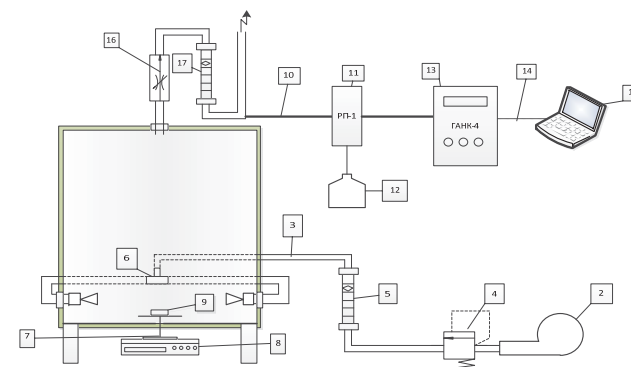


Рис. 5 Принципиальная схема экспериментальной установки

- 1 – экспериментальный резервуар; 2 – воздуходувка (вентилятор); 3 – линии подачи воздуха; 4 – клапан сброса избыточного давления воздуха; 5 – ротаметр; 6 – тройник; 7 – штатив; 8 – электронные весы «AND EK-1200i»; 9 – емкость с нефтепродуктом; 10 – поливиниловые трубки для отбора проб на газовый анализ; 11 – разбавитель (РП-1); 12 – сорбционный фильтр (ФС-1); 13 – газоанализатор универсальный «ГАНК-4»; 14 – кабель для подключения к ПЭВМ; 15 – ПЭВМ; 16 – регулируемая заслонка на линии удаления паров (имитация фильтра); 17 – ротаметр; 18 – воздушные эжекторы,

Исходные данные, используемые в расчетах и результаты проведенного эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1

Исходные расчётные данные и результаты эксперимента в пересчёте для резервуара РВС-5000

Параметр вентиляции и выбросов паров нефтепродуктов	Стадия 1	Стадия 2	Стадия 3	Стадия 4	Стадия 5	Стадия 6
Вместимость резервуара V	5000 м ³					
Концентрация паров нефтепродуктов до начала вентиляции C ₁ (C>0,5 НПВ)	300 г/м ³	100 г/м ³	50 г/м ³	10 г/м ³	5 г/м ³	0,3 г/м ³
Концентрация паров нефтепродуктов после вентиляции C ₂	100 г/м ³	50 г/м ³	10 г/м ³	5 г/м ³	0,3 г/м ³	0,1 г/м ³
Количество газоотводных труб	1	1	1	1	1	2
Диаметр устья трубы	0,16 м	0,25 м	0,25 м	0,25 м	0,25 м	0,25 м
Высота трубы	14,9 + 2 = 16,9 м (14,9 м - высота резервуара; 2 м - высота газоотвода)					
Производительность вентиляции Q	500 м ³ /ч	1000 м ³ /ч	3000 м ³ /ч	5000 м ³ /ч	10000 м ³ /ч	40000 м ³ /ч
	0,14 м ³ /с	0,28 м ³ /с	0,83 м ³ /с	1,4 м ³ /с	2,8 м ³ /с	11,1 м ³ /с
Скорость выхода газовой среды v	5,6 м/с	5,6 м/с	16,8 м/с	28 м/с	50 м/с	50 м/с

Расчет продолжительности каждого этапа вентиляции осуществляется по формуле [14]:

$$\tau = \frac{V}{q \cdot \eta} \cdot \ln \frac{C_1}{C_2} \quad (1)$$

где: V - вместимость резервуара (5000 м³); q - производительность вентиляции м³/ч; C₁, C₂, г/м³ - концентрация паров нефтепродуктов до и после вентиляции;

η - коэффициент учитывающий условия выхода газовой смеси.

Коэффициент η для каждого этапа вентиляции определяется по формуле:

$$\eta = 0,54 \cdot \left(\frac{q}{v} \right) \cdot 0,132 \quad (2)$$

где: q - производительность вентиляции; v - скорость выхода газовой смеси.

Количество нефтепродуктов, удаляемых в атмосферу для каждого этапа вентиляции, определяется по формуле [14]:

$$M = \frac{V \cdot (C_1 - C_2)}{1000} \quad (3)$$

где: V - вместимость резервуара (5000 м³); q - производительность вентиляции м³/ч; C₁, C₂, г/м³ - концентрация паров нефтепродуктов до и после вентиляции;

Выброс паров нефтепродуктов в секунду для каждого этапа вентиляции рассчитывается по формуле:

$$m = \frac{M}{3600 \cdot \tau} \quad (4)$$

где: M - количество нефтепродук-

тов, удаляемых в атмосферу на каждом этапе вентиляции; τ - продолжительность этапа вентиляции.

Результаты расчета значений формул 1-4 представлены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики процесса принудительной вентиляции

Параметр вентиляции и выбросов паров нефтепродуктов	Стадия 1	Стадия 2	Стадия 3	Стадия 4	Стадия 5	Стадия 6
Продолжительность вентиляции	54 ч.	17,2 ч.	11,5 ч.	2,75 ч.	1,3 ч.	4,4 ч.
Коэффициент η	0,30	0,40	0,47	0,46	0,55	0,64
Количество нефтепродуктов, удаляемых в атмосферу	1000 кг	250 кг	200 кг	25 кг	23,5 кг	1,0 кг
Выброс паров нефтепродуктов в секунду	5 г/с	4 г/с	3,5 г/с	2,5 г/с	1,48 г/с	0,06 г/с

Результаты выполненных расчетов показывают значительную экологическую опасность существующего процесса дегазации резервуаров для здоровья человека и прилежащих экосистем. Процесс принудительной вентиляции резервуара РВС-5000 занимает 91,15 часа, при этом в атмосферный воздух поступает 1,5 т паров нефтепродуктов.

Использование установок улавливания паров углеводородов из резервуаров в сочетании с действующим в Украине технологическим регламентом проведения дегазации резервуара путём принудительной вентиляции не представляется возможным из-за наличия аэродинамического сопротивления (перепада давлений) в данных установках, которое составляет 250 - 450 Па [15]. Наличие аэродинамического сопротивления установки улавливания паров углеводородов не позволяет организовать 1 и 2 стадии

естественной вентиляции резервуара.

Учитывая необходимость применения фильтрационной системы для улавливания паров углеводородов из резервуаров и повышения общей эффективности принудительной вентиляции резервуаров, предложен принципиально новый, эжекторно-вихревой способ подачи приточного воздуха во внутреннее пространство резервуара, суть которого заключается в следующем.

1. Для интенсификации конвективного массообмена и степени перемешивания внутреннего и подаваемого воздуха с парами нефтепродукта подача воздуха осуществляется с использованием воздушного эжектора, который устанавливается внутри резервуара на внутреннем фланце люка-лаза (рис 6).

2. Для создания постоянной подвижности воздуха во внутреннем пространстве резервуара, а также для создания восходящего воздушного

потока путём закручивания подаваемого и имеющегося в резервуаре воздуха вдоль его стенок, предложено при проведении принудительной вентиляции резервуара подачу воздуха осуществлять с двух осисимметричных (противоположных) сторон резервуара (рис 7). При этом для создания кругового движения воздуха воздушные эжекторы размещены под углом к внутренней стенке резервуара.

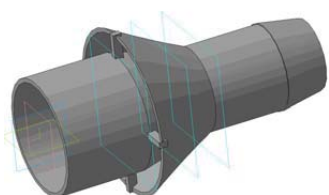


Рис 6. Воздушный эжектор

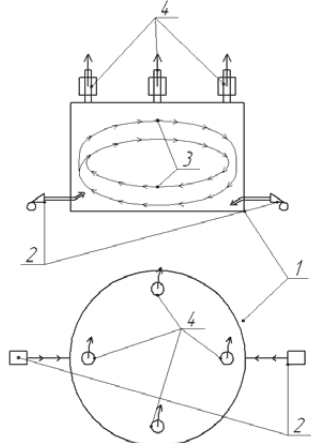


Рис. 7 Принципиальная схема эжекторно-вихревого способа подачи приточного воздуха во внутреннее пространство резервуара 1 – резервуар; 2 – ветродуйный агрегат; 3 – тип воздушных потоков внутри резервуара; 4 – система фильтрации исходящего воздуха

Эффективность дегазации резервуаров оценивается временем, за которое концентрация паров углеводородов во внутреннем пространстве резервуара достигает требуемого значения, обычно 2 мг/м³. Поэтому время дегазации является общепризнанным критерием технико-экономической эффективности.

Для оценки эффективности предложенного «эжекторно-вихревого» способа принудительной вентиляции резервуаров были проведены экспериментальные исследования изменения потерь масс однокомпонентных и многокомпонентных жидкостей по сравнению с существующим способом. При обработке опытных данных о потере массы жидкостями в процессе вентиляции использовали средние относительные значения величин массы, которые выражены формулой:

$$\frac{m_i}{m_{ж}} \quad (5)$$

где m_i – масса жидкости в i -ую единицу времени, гр
 $m_{ж}$ – масса заливки жидкости в экспериментальную емкость, гр

В качестве однокомпонентных жидкостей использовались вода и толуол, многокомпонентные жидкости - бензин А-92 и дизельное топливо. При проведении эксперимента подача и отведение воздуха осуществлялись по следующим схемам:

1. существующий способ подачи и отведения воздуха;
2. существующий способ подачи воздуха, дополненный фильтрующей системой и исключающий 1 и 2 стадии естественной вентиляции;
3. эжекторно-вихревой способ подачи воздуха, с отведением паровоз-

душной смеси через фильтрующую 1 и 2 стадии естественной вентиляции. систему, при этом также исключается

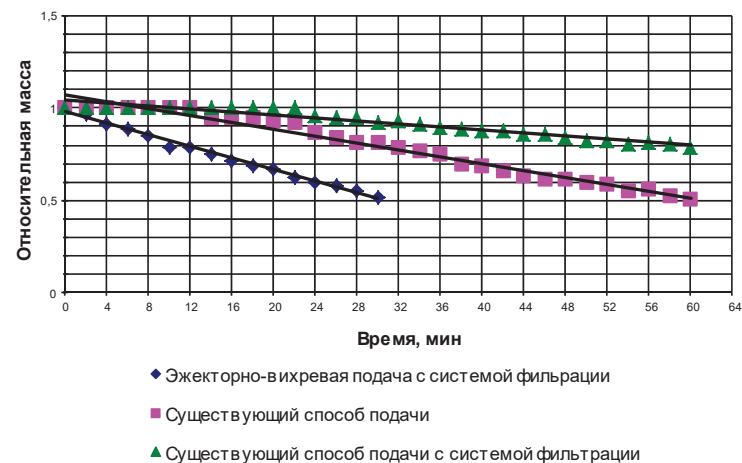


Рис. 8. Зависимость потери массы воды при исследуемых схемах подачи приточного воздуха

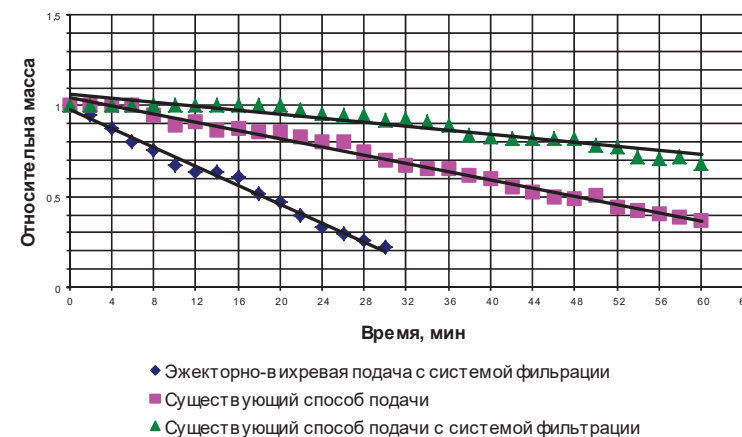


Рис. 9. Зависимость потери массы толуола при исследуемых схемах подачи приточного воздуха

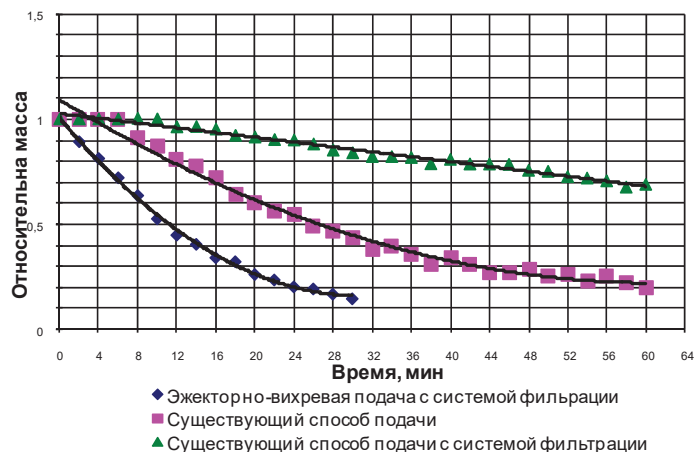


Рис. 10 Зависимость потери массы бензина АИ-92 при исследуемых схемах подачи приточного воздуха

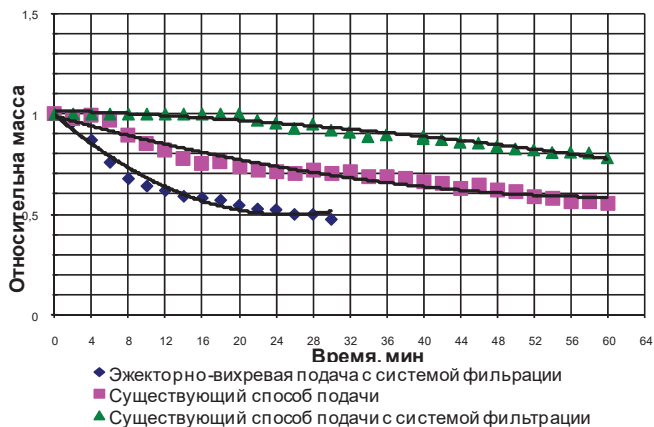


Рис. 11 Зависимость потери массы дизельного топлива при исследуемых схемах подачи приточного воздуха

Система фильтрации паров углеводородов была смоделирована регулируемой шиберной задвижкой, создающей перепад давлений на линии отведения паровоздушной смеси в 250

Па. При проведении эксперимента в 17 мерных емкостей, равномерно расположенных на дне ЭС, заливали равный объем исследуемой жидкости (50 мл.). Затем резервуар закрывали и в

его пространство подавали приточный воздух от вентилятора. При помощи секундомера засекали промежутки времени (60 мин.), по истечению которого подачу приточного воздуха прекращалась, емкости накрывались специальными крышками, устанавливали на весы и взвешивались. При вычитании из массы емкости, взвешенной до начала опыта, массу емкости, взвешенной после его завершения, устанавливали массу жидкости, оставшуюся в емкости, и массу жидкости, испарившуюся в процессе вентиляции. Результаты проведенных экспериментов представлены на рисунках 8-11.

Результаты экспериментальных исследований показывают крайне низкую скорость потери массы однокомпонентных и многокомпонентных жидкостей для существующего способа подачи воздуха, дополненного фильтрующей системой. При этом скорость изменения относительных значений потери масс для предложенного «эжекторно-вихревого» способа подачи воздуха существенно выше для всех исследуемых жидкостей, а зави-

симось изменения относительных значений потерь масс является линейной для однокомпонентных жидкостей и нелинейной для многокомпонентных жидкостей.

Выводы

1. Для повышения экологической безопасности дегазации резервуаров обоснована необходимость применения фильтрующих систем при дегазации резервуаров.
2. Разработан экспериментальный стенд, геометрически подобный промышленному резервуару РВС-5000, который позволил оценить экологическую опасность процесса принудительной вентиляции, а также изучить закономерности процесса вентиляции резервуаров с остатками нефтепродуктов.
3. Разработан новый эжекторный способ подачи воздуха во внутреннее пространство резервуаров, на основании которого создана новая технология принудительной вентиляции резервуаров.

Литература

1. Статистический ежегодник «Украина в цифрах» – Государственный комитет статистики Украины. — Изд. офиц. – К. 2014. – 600 с.
2. Ларионов В.И. Оценка и обеспечение безопасности объектов хранения и транспортировки углеводородного сырья [В.И. Ларионов]– СПб.:ООО «Недра», 2004. –190 с.
3. Временная инструкция по дегазации резервуаров от паров нефтепродуктов методом принудительной вентиляции Утв.. Госкомнефтепродуктом РСФСР 08.09.1981 г. — Изд. офиц. — М. : Стройиздат, 1982. — 32 с.
4. Бесчастнов М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение [М.В. Бесчастнов]. – М.: Химия, 1991. – 430 с.
5. Инструкция по зачистке резервуаров от остатков нефтепродуктов [Текст] Утв.. Госкомнефтепродуктом СССР 10.11.89. — Изд. офиц. — М. : Стройиздат. 1990. — 41 с.
6. 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 [Текст] Official Journal L 365. 1994.
7. European Commission (2006). Integrated Pollution Prevention and Control Best Available Techniques on Emissions from Storage, July 2006.

8. AEAT (2001). Measures to reduce emissions of VOCs during loading and unloading of ships in the EU [Текст] Report No AEAT/ENV/R/0469 Issue 2 – AEA Technology, Abingdon. 2001.
9. 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 [Текст] – CCME. Canada. 1991
10. Yinchang Li. Experimental study on inert replacement ventilation of oil vapor in oil tank [Текст] / Yinchang Li, Yang Du, Peili Zhang // Department of Petroleum Supply Engineering, Logistical Engineering University, Chongqing 401311, China.– 2012. – 45. – С. 546-551
11. Robinson M. Recommendations for the design of push-pull ventilation systems for open surface tanks [Текст] / M. Robinson, D.B. Ingham // The Annals of Occupational Hygiene. – 1996. – 6. – С. 693–704
12. Fardell P.J. The evaluation of an improved method of gas-freeing an aviation fuel storage tank [Текст] / P.J. Fardell, B.W. Houghton // Journal of Hazardous Materials. – 1976. – 1(3). – С. 237–251
13. Выбор технических средств для сокращения потерь нефтепродуктов от испарения из резервуаров и транспортных емкостей : Методическое пособие / И.С. Бронштейн, В.Ф. Вохмин, В.Е. Губин, П.Р. Ривкин. – М. : ЦНИИТЭнефтехим, 1969.–182 с.
14. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий Утв.. Гос. комитетом СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды 04.08.86. — Изд. офиц. – СПб.: ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ, 1986 — 79 с.
15. Кулагин А.В. Прогнозирование и сокращение потерь бензинов от испарения из горизонтальных подземных резервуаров АЗС [А.В. Кулагин] . – Уфа, Спектр, 2003. – 154 с.

УДК 504.052

ЗНИЖЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ОДЕРЖАННІ ЕНЕРГІЇ

Гошовський С. В.¹, Зур'ян О. В.²

¹д-р техн. наук, професор, Український державний геологорозвідувальний інститут (УКРДГРІ), 04114 м. Київ, вул. Автозаводська, 78, e-mail:

ukrdgri@ukrdgri.gov.ua

²Український державний геологорозвідувальний інститут (УКРДГРІ), 04114 м. Київ, вул. Автозаводська, 78, e-mail: alexey_zuryan@ukr.net

Визначено актуальність дослідження, та доведено, що зниження техногенного навантаження на довкілля при одержанні енергії можливо шляхом підвищення енергоефективності, енергозбереження та використання відновлювальних джерел енергії. Проведено аналіз переваг використання відновлювальних джерел енергії в порівнянні з традиційними. Визначені недоліки відновлювальної енергетики. Наведені відновлювальні джерела енергії і системи перетворення енергії у яких є переваги в порівнянні з іншими. Доведено, що ефективними є системи які поєднують в своїй структурі декілька джерел енергії в тому числі відновлювальних, та мають модульну систему, що змінюється в залежності від умов експлуатації. **Ключові слова:** екологічна безпека, техногенне навантаження, довкілля, енергетичні системи, альтернативна енергетика, відновлювальні джерела енергії.

Снижение техногенной нагрузки на окружающей среды при получении энергии. Сергей Владимирович Гошовский, Алексей Владимирович Зурьян. Украинский государственный геологоразведочный институт (УКРДГРИ), г. Киев, Украина. Определена актуальность исследования, и обосновано, что снижение техногенной нагрузки на окружающую среду при получении энергии возможно путем повышения энергоэффективности, энергосбережения и использования возобновляемых источников энергии. Доведены преимущества использования возобновляемых источников энергии по сравнению с традиционными. Определены недостатки возобновляемой энергетики. Приведены возобновляемые источники энергии и системы преобразования энергии, которые имеют преимущества по сравнению с другими. Доказано, что эффективными являются системы которые используют в своей структуре несколько источников энергии в том числе возобновляемых и имеют модульную структуру, которая может меняться в зависимости от условий эксплуатации.

Reduction of technogenic loading on the environment when obtaining energy. Sergii Goshovskyi, Oleksii Zurian. Ukrainian State Geological Research Institute (UKRSGRI), Kiev, Ukraine. Proved, that the reduction man-caused load on the environment upon receipt of energy is possible by increasing energy efficiency, energy conservation and harnessing of renewable resources. Proved the benefits of using renewable energy sources in comparison with traditional. Identified renewable energy deficiencies. Is described the renewable power sources and energy conversion systems that have advantages over the other. It is proved to be effective systems that are used in structure several energy sources including renewable and have a modular structure, which can vary depending on operating conditions.

Вступ не нескінченні, а використання їх
Запаси традиційних вуглеводнів, пов'язане з негативним впливом на
таких як нафти, газу, вугілля зовсім екосистему. Одним з питань сього-