

ЭКОЛОГИЯ

УДК 665.521.004.17.+536.423.4

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ ХРАНЕНИЯ СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ

канд. техн. наук, доц. **О.С. МУРКОВ**

(Международный институт трудовых и социальных отношений, Витебский филиал);

М.В. МУРКОВА

(Всероссийский научно-исследовательский институт
по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, Москва)

Статья посвящена проблемам утилизации паров бензина, возникающих при его перевозке, хранении и потреблении. Установлены и обоснованы основные составляющие потерь бензина в резервуарах при их малых и больших дыханиях. Как правило, выбросы парогазовой среды из резервуара создают пожароопасную ситуацию в зоне хранения и усугубляют экологическую ситуацию в окружающей среде. Показана возможность утилизации паров бензина путем специальной обвязки резервуаров и компримирования паровоздушной среды. В результате компримирования появляется жидкий бензин, направляемый обратно в резервуар. Комплексное решение данной проблемы одновременно решает три важные задачи: снижение пожароопасности в зоне хранения, улучшение экологической обстановки в окружающем пространстве, экономию бензина, т.е. возврат паровой фазы из паровоздушной среды.

Резервуары типа РВС и РГС, широко применяемые для хранения нефтепродуктов, оборудуются предохранительными клапанами, предотвращающими повышение давления в них до заданных пределов, и дыхательными клапанами, исключающими образование в них разряжения. Значения предельного давления определяется настройкой предохранительного клапана, а разрежения – настройкой дыхательного клапана.

Постоянный обмен парогазовой среды резервуара с атмосферой из-за суточного изменения температуры окружающего воздуха и изменения атмосферного давления является существенным источником потерь при хранении нефтепродуктов. Величины потерь продуктов от испарения впечатляют. Так, один РВС-5000 при хранении (заполнение 100 %) может потерять около 22 т/год, а при частичном заполнении (50 %) потери увеличатся в 20 раз. Большое количество жидкого топлива теряется на всех этапах работы с ним, начиная от изготовления и заканчивая использованием потребителем. Общие потери нефтепродуктов составляют 0,03 % массового валового оборота, распределяются следующим образом: при сбережении 37,2 %, при железнодорожных и автомобильных перевозках 6,2 %, при водных перевозках 27,2 %, на магистральных трубопроводах 29,4 %.

Исходя из анализа норм природных потерь нефтепродуктов, на АЗС для третьей климатической зоны Беларуси и Украины они составляют от 0,72 – 1,05 кг/т для бензина, в то время как дизельное топливо теряет всего 0,03 кг/т. Потери бензина типовой нефтебазы, имеющей средний объем газового пространства всех РВС 40000 м³ и годовую перевалку бензина в объеме 300000 т/год, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Потери нефтебазы

№ п/п	Параметры выбросов резервуарного парка	Размерность	Величина
1	Максимальный суточный выброс малых дыханий резервуарного парка	м ³ /сутки	3864
2	Потери парка от малых дыханий	т/год	1426
3	Потери парка от больших дыханий при приеме бензина	т/год	523
4	Суммарные потери парка от малых дыханий и больших дыханий при приеме бензина	т/год	1949
5	Потери парка от больших дыханий при выдаче бензина в авто или железнодорожные цистерны	т/год	523
6	Суммарные выбросы в атмосферу от малых дыханий, приема и выдачи бензина	т/год	2472
7	Количество паров бензина, подлежащих утилизации	т/год	523

Из таблицы 1 (п. 6) следует, что выбросы паров бензина в атмосферу составляют 2472 т/год. Поэтому исключение или существенное сокращение выбросов паров бензина в атмосферу действительно

улучшает экологию, уменьшает опасность возникновения пожаров и взрывов, ведет к значительному сбережению энергоресурсов.

Источником потерь при хранении является постоянный обмен парогазовой среды резервуара с атмосферой из-за суточного изменения температуры окружающего воздуха и атмосферного давления. При хранении бензина состояние парогазовой среды в полости РВС над продуктом характеризуется концентрацией его паров во внутреннем воздухе, которая определяется летучими свойствами и температурой. Так, если резервуар частично заполнен жидким нефтепродуктом, а остальная его часть заполнена воздухом при атмосферном давлении, то в нем происходит испарение жидкой фазы. Начинается распространение пара нефтепродукта в воздухе, суммарное давление теперь уже паровоздушной (парогазовой) смеси растет. Испарение прекратится лишь тогда, когда парциальное давление паров в газе сравняется с давлением насыщенных паров нефтепродукта над его поверхностью. Если суммарное давление парогазовой смеси превысит давление настройки предохранительного клапана, то он откроется и сбросит часть паровоздушной среды в атмосферу, тем самым снизив давление в резервуаре. Количество паров нефтепродукта, которое находится в резервуаре, оценивается концентрацией паров на один метр кубический парогазовой смеси. Величина концентрации зависит от температуры начала кипения нефтепродукта и температуры поверхностного слоя жидкого нефтепродукта и может составлять от 0,8 до 1,5 кг/м³.

В процессе хранения нефтепродукта ежесуточно парогазовая смесь разогревается днем, что приводит к возрастанию давления в резервуаре, срабатыванию предохранительного клапана и сбросу некоторого объема парогазовой смеси в атмосферу. Вместе с парогазовой средой в атмосферу выбрасываются и пары нефтепродукта. Величина выброса парогазовой смеси зависит от ее нагретости и объема в резервуаре и может составлять от единиц до сотен кубических метров. При охлаждении резервуара ночью в нем происходит частичная конденсация паров нефтепродукта и снижение давления, что приводит к открытию дыхательного клапана и впуску в резервуар атмосферного воздуха. Это приводит к снижению в резервуаре концентрации паров в парогазовой смеси и испарению жидкого продукта до установления равновесной концентрации. Таким образом, из резервуара ежесуточно выбрасывается парогазовая смесь, и затем он заполняется атмосферным воздухом. Этот цикл называется малыми дыханиями резервуаров [1], определяющим потери нефтепродукта от малых дыханий. Изменение атмосферного давления не является столь регулярным циклом, но при его падении на 14 мм р. ст. происходит открытие предохранительного клапана, а при повышении атмосферного давления на 3 мм р. ст. – открытие дыхательного клапана.

Выбросы паровоздушной среды с высокой концентрацией нефтепродукта в атмосферу кроме материального ущерба приводят к загрязнению атмосферного воздуха парами нефтепродуктов и, что не менее важно, создают в районе выброса пожароопасный объем атмосферы. В то же время нижний предел пожароопасной концентрации паров нефтепродукта составляет около 35 г/м³, что соответствует Европейской норме концентрации паров бензина в выбросах паровоздушной смеси [2]. Всасывание воздуха в резервуар наряду с внесением в него паров воды и пыли приводит к образованию внутри резервуара пожароопасного объема за счет разбавления концентрированной паровоздушной среды воздухом.

При сливо-наливных операциях, когда нефтепродукт перекачивается, например, из железнодорожной емкости в резервуар, происходит увеличение объема жидкости в резервуаре и паровоздушная смесь из него выталкивается в атмосферу, а в железнодорожную емкость поступает воздух из атмосферы, заполняя объем, освобождаемый нефтепродуктом. При этом объем вытесненной из резервуара паровоздушной среды равен объему принятого нефтепродукта. Выбросы паровоздушной смеси при сливо-наливных операциях получили названия больших дыханий [1]. Большие дыхания, как и малые, сопровождаются потерями нефтепродукта, образованием пожароопасных зон, загрязнением резервуаров атмосферной пылью и обводнением.

Способы борьбы с потерями нефтепродуктов направлены на создание условий в резервуарах, при которых концентрация паров в парогазовой среде становилась бы малой. Для уменьшения испарения нефтепродукта, находящегося в резервуаре, применяют понтоны и плавающие крыши (рис. 1).

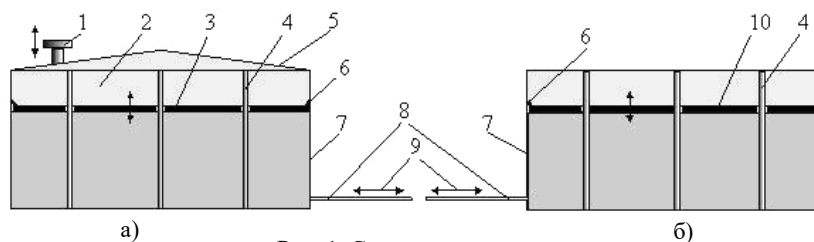


Рис. 1. Схемы резервуаров:
 1 – дренажный патрубок; 2 – парогазовое пространство над понтоном; 3 – понтон;
 4 – направляющие понтона; 5 – стационарная крыша РВС; 6 – затвор; 7 – вертикальная стенка РВС;
 8 – трубопровод нефтепродукта; 9 – направление движения; 10 – плавающая крыша

В резервуарах со стационарной крышей на поверхности нефтепродукта размещается плавающая конструкция – понтон. Понтон закрывает поверхностный слой нефтепродукта, препятствуя его испарению. При заполнении резервуара нефтепродуктом понтон (рис. 1, а) всплывает вместе с ним, а при опорожнении резервуара понтон опускается. Пространство над понтоном сообщается с атмосферой. В резервуарах без стационарной крыши (рис. 1, б) понтон выполняет функцию плавающей крыши. Пространство над плавающей крышей свободно. Потери нефтепродукта при хранении в резервуарах с понтоном и плавающей крышей уменьшаются в два-три раза по сравнению с резервуарами без понтонов. Резервуары с понтоном и плавающей крышей в пожарном отношении защищены не совсем надежно, так как над понтоном практически все время имеется пожароопасная концентрация паровоздушной среды. Кроме того, понтоны и плавающие крыши дорогостоящи, сложны в эксплуатации и недостаточно надежны.

Другим направлением сокращения потерь нефтепродуктов при их хранении является создание емкости переменного объема, в которую могла бы отводиться парогазовая смесь при ее расширении в РВС и возвращалась бы в РВС при уменьшении в нем давления. Реализация этого направления состоялась в создании резервуаров-газгольдеров (рис. 2, а). Крыша такого резервуара 2 вместе с гидравлическим замком 4 образует над поверхностью нефтепродукта замкнутый переменный объем, который при увеличении в нем давления увеличивается путем подъема крыши и уменьшается при ее опускании. Герметичный парогазовый объем исключает потери нефтепродукта от испарения при малых дыханиях.

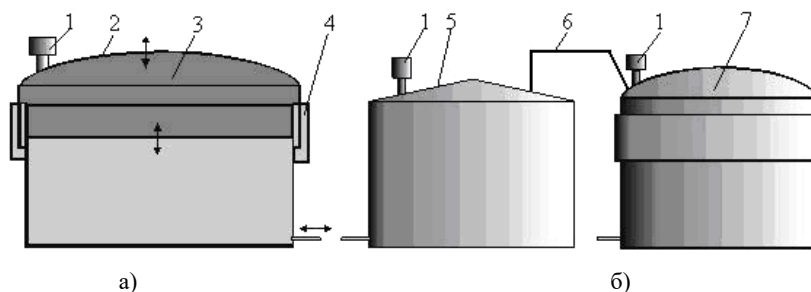


Рис. 2. Схема обвязки газовой полости РВС и резервуара-газгольдера:

- 1 – предохранительная арматура; 2 – крыша резервуара-газгольдера;
3 – парогазовая полость резервуара-газгольдера; 4 – гидравлический замок крыши резервуара-газгольдера;
5 – РВС; 6 – система газовой обвязки; 7 – резервуар-газгольдер

В некоторых случаях, когда увеличение объема резервуара-газгольдера превышает его возможности в компенсации расширения паровоздушной среды, возможно подключение к паровоздушной полости газгольдера 7 паровоздушной полости РВС 5 системой обвязки 6 (рис. 2, б). Однако вследствие малого изменяемого объема резервуара-газгольдера, он может исключить потери только при малых дыханиях и не обеспечивает исключения потерь больших дыханий. Основным недостатком резервуара-газгольдера является высокая стоимость и сложность эксплуатации, связанная с ненадежностью затвора.

Как было установлено, более перспективным направлением сокращения потерь нефтепродуктов при хранении в РВС является привязка мягкого резервуара-газгольдера к паровоздушной полости РВС (рис. 3).

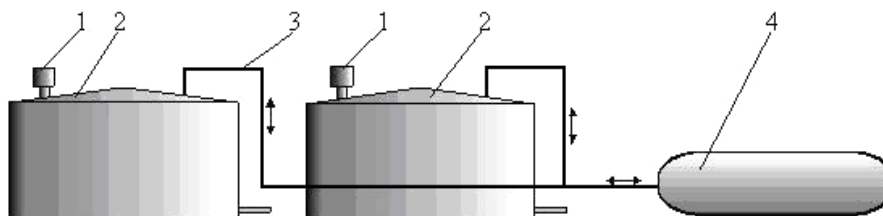


Рис. 3. Схема обвязки РВС и мягкого резервуара-газгольдера:

- 1 – предохранительная арматура; 2 – РВС;
3 – система газовой обвязки; 4 – мягкий резервуар-газгольдер

Роль газгольдера может выполнять мягкий резервуар (МР) достаточного объема, выполненный из эластичного газонепроницаемого антиэлектростатического материала, обладающего необходимой эластичностью и прочностью. В этом случае парогазовая смесь перетекает из резервуара в МР без контакта с атмосферным воздухом.

Мягкий резервуар, увеличиваясь путем растяжения, может вмещать значительный объем паровоздушной среды как при малых, так и при больших дыханиях резервуара и является всережимным.

Мягкий резервуар может размещаться вне резервуара и подключаться к газовой обвязке задействованных резервуаров.

На рисунке 4 показана схема подключения МР, расположенного вне РГС к газовой обвязке АЗС. Приведенная схема газоравнительной системы с использованием МР позволяет компенсировать большие и малые дыхания в процессе эксплуатации АЗС. В этом случае объем МР должен быть выбран из условия компенсации малых дыханий РГС. Работа системы исключает загрязнение окружающей среды парами бензина и повышает пожаробезопасность АЗС.

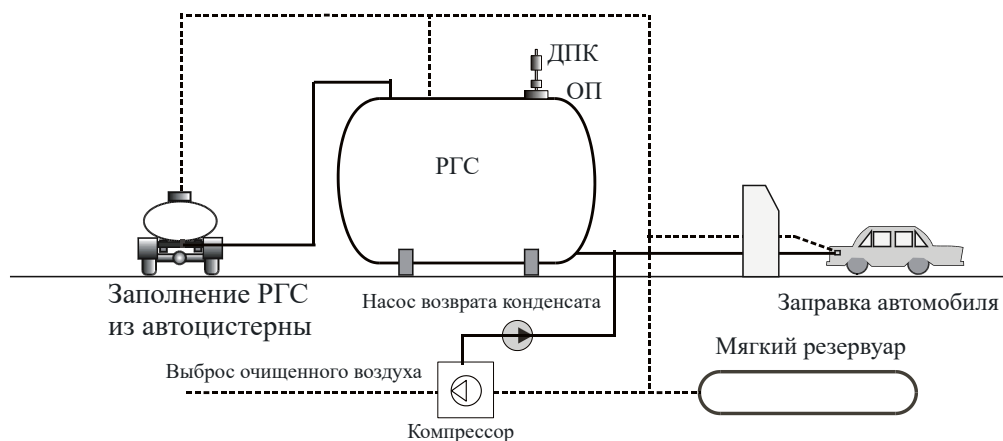


Рис. 4. Размещение МР вне РГС в составе автозаправочной станции
 - - - - - обвязка паровой фазы; — обвязка жидкой фазы

В дополнение следует отметить, что пары, например бензина, в составе парогазовой среды могут подаваться на специальную компрессорную установку (см. рис. 4). В результате компремирования парогазовая смесь разделяется на очищенный воздух и конденсат бензина, возвращаемый в резервуары.

Так, например, при заправке автомобиля заливаемый бензин вытесняет паровоздушную фазу из бензобака в резервуар, а ее избыток направляется на компремирование в компрессорную установку, которая производит разделение паровоздушной смеси на чистый воздух и конденсат бензина, перекачиваемый насосом в резервуар (см. рис. 4).

Таким образом, можно создать наливно-сливной комплекс светлых нефтепродуктов без каких-либо ощутимых потерь при гарантированной экологичности и пожарной безопасности.

Вариант газоравнительной системы с мягкими резервуарами-газгольдерами МР-Г-З и компрессорной установкой ГТ0,8-0,25/41С ОАО «Мелком» с прямой подачей конденсата в резервуар под слой нефтепродукта показан на рисунке 5.



Рис. 5. Схема газовой обвязки нефтебазы
 с компрессорной установкой ГТ 0, 8-0,25/41С ОАО «Мелком»

Схема компрессора, отвечающая указанным выше особенностям, приведена на рисунке 6.

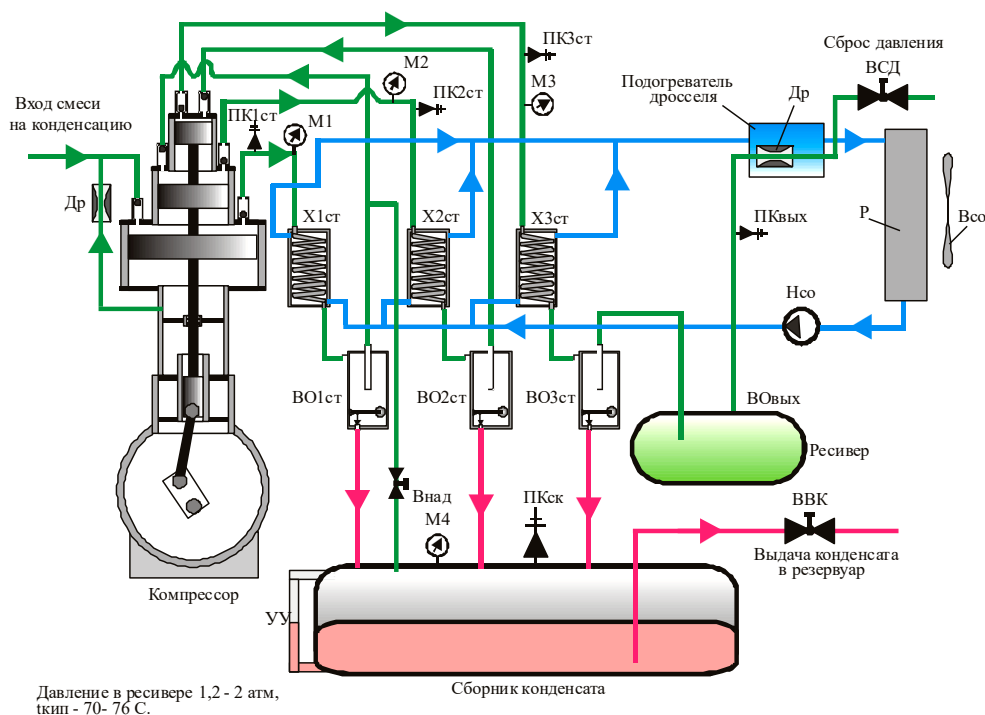


Рис. 6. Схема компрессорной установки для конденсации паров бензина из паровоздушной смеси:
 ВО1ст, ВО2ст, ВО3ст, ВОвых – влагоотделители ступеней компрессора и выходной;
 ВСД – вентиль сброса давления; ВВК – вентиль выдачи конденсата; Всо – вентилятор системы охлаждения;
 Др – дроссель; М1, М2, М3, М4 – манометры; Нсо – насос системы охлаждения;
 ПК1ст, ПК2ст, ПК3ст – предохранительный клапан ступеней компрессора;
 ПКкк – предохранительный клапан сборника конденсата; УУ – указатель уровня;
 Х1ст, Х2ст, Х3ст – холодильники ступеней компрессора

Таблица 2

Технические параметры компрессора ГТ0,8-0,25/41С

Наименование параметров	Ед. изм.	Норма для установки ГТ0,8-0,25/41С
Обозначение		ГТ0,8-0,25/41С
Исполнение		Для работы во взрывоопасных зонах В-Іг
Уровень взрывозащиты электрооборудования		Соответствует требованиям ПУЭ-85 и ДНАОП 0.00-1.32-01
Система управление и защита		Автоматическая, микропроцессорная
Эксплуатационная температура		От минус 10 °С до плюс 35 °С
Давление конечное избыточное	бар	40
Система охлаждения		Жидкостная, замкнутая, с принудительной циркуляцией через радиатор охлаждения
Производительность по условиям всасывания	м ³ /мин	0,25
Мощность двигателя	кВт	7,5
Привод		От электродвигателя через клиноременную передачу
Частота вращения коленвала	об/мин	1000
Габаритные размеры	мм	
Длина		1625
Ширина		810
Высота		1450
Масса	кг	510

Выбор систем с применением компрессорной установки [3] для конденсации паров бензина из паровоздушной смеси обуславливается следующими факторами:

- отсутствие потребности в расходных материалах и дорогостоящих запчастях. Для систем рекуперации паров бензина, работающих на принципах абсорбции или адсорбции, необходимы сорбенты и технологические линии их регенерации;

- высокая конструктивная надежность и простота эксплуатации;
- высокий уровень взрыво- и пожаробезопасности;
- низкая стоимость;
- срок окупаемости до 1,5 лет.

В установках подобного типа очищенный от паров бензина воздух, находящийся под давлением, выбрасывается в атмосферу. Это приводит к снижению КПД установки в целом. Используя энергию выбрасываемого воздуха, можно повысить КПД установки.

Одним из путей рационального использования энергии сжатого практически чистого воздуха является применение детандера. Детандер позволяет получить механическую энергию и холодный воздух. Механическую энергию можно использовать для уменьшения мощности приводного двигателя. Воздух с низкой температурой можно использовать для дополнительного охлаждения сжатой парогазовой смеси, что в свою очередь позволяет снизить давление на выходе компрессора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Константинов, Н.Н. Борьба с потерями от испарения нефтепродуктов / Н.Н. Константинов. – М.: Гос. науч.-техн. изд-во нефтяной и горно-топливной лит., 1961. – 202 с.
2. Греков, В.Ф. Конденсация паров бензина с помощью компрессорной станции / В.Ф. Греков, А.А. Пьянков, А.А. Овсиевский // Компрессорное и энергетическое машиностроение. – 2005. – № 2(2). – С. 30 – 33.
3. Греков, В.Ф. Подход к выбору компрессорно-холодильного агрегата для конденсации паров бензина / В.Ф. Греков, А.А. Пьянков, А.А. Овсиевский // Компрессорное и энергетическое машиностроение. – 2007. – № 3(9). – С. 51 – 55.

Поступила 10.10.2010

INCREASING OF ECOLOGICAL COMPATIBILITY OF KEEPING LIGHT OIL

O. MURKOV, M. MURKOVA

This article is devoted to the problems of gass loss utilization during its transporting, keeping and consuming. The main components of the loss in tanks up to its little and large breathing are fixed and substantiated here. As a rule, emissions out of tanks create fire-alarming situation in the zone of keeping and worsen the ecological situation. You can read about the possibility of gass loss utilization by special binding of tanks and compremering of steam-and-air surroundings. As a result of compremering, there is liquid benzene lead back to tanks. The complex solution of the problem solves simultaneously three main problems: reduce fire-alarming in the keeping zone, improving ecological situation, save benzene, that means reverse of gass phase out of steam-and-air surroundings.