

УДК 665.733.3+665.743.3+504.05:656.7:629.73.08

С.В. Бойченко, А.А. Литвинов,  
О.В. Бойченко, С.М. Еременко

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАНЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА И КАЧЕСТВА НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ХРАНЕНИИ

*Рассмотрены, проанализированы и систематизированы данные, касающиеся технических средств для предотвращения потерь нефтепродуктов от испарения. Представлен анализ физико-химических и организационных мероприятий, направленных на решение проблемы безвозвратных потерь, вызванных испаряемостью нефтепродуктов. Для предотвращения естественных потерь нефти и нефтепродуктов в резервуарных парках огромное внимание уделяется совершенствованию дыхательной и предохранительной арматуры резервуаров. Наибольший интерес среди разработок в области дыхательной арматуры представляет термоэлектрический охладитель-конденсатор, принцип действия которого основан на так называемом эффекте Пельтье.*

Нефть и нефтепродукты преимущественно хранятся в стальных резервуарных емкостях. Согласно ГОСТ 151–84 борьба с потерями является обязательным мероприятием на предприятиях нефтепродуктообеспечения. Данный нормативный документ к резервуарам, предназначенным для хранения бензинов и товарной нефти, предъявляет требование по оборудованию их плавающими крышами или понтонами, газовыми обвязками с соответствующей дыхательной арматурой. В результате недостаточной герметичности уплотняющих затворов (башмачного, трубчатого и других типов), вторичных уплотнений плавающих крыш в резервуар попадает пыль и влага, вызывая загрязнение нефтепродукта. Поэтому более целесообразным считается использование "внутренних плавающих крыш" – плавающих понтонов в резервуарах со стационарной крышей. В настоящее время применяются понтоны различных конструкций – металлические, эластичные синтетические, комбинированные.

Эффективность применения понтона также определяется герметичностью уплотняющих затворов. Применение самой эффективной технологии плавающих понтонов "Ultraflote" корпорации Ultraflote (США, создана в 1972 г.) позволяет сократить потери от испарения на 95 %.

Значительного снижения потерь нефтепродуктов достигают путем применения газоуравнительных систем, представляющих собой группу резервуаров, надтопливные пространства которых соединены трубопроводами и газосборниками. Различают два типа газоуравнительных систем: резервуары без газосборника и резервуары с газосборником (газгользером).

Эффективность газоуравнительной системы без газосборника определяется коэффициентом совпадения операций приема и выдачи, что на практике осуществить очень трудно. А газоуравнительная система второго типа требует использования газгольдера значительного объема. Это в свою очередь ведет к большим капитальным затратам.

Достаточно эффективным средством снижения (до 40%) потерь от испарения являются диски-отражатели. Конструктивно диск-отражатель выполнен так, что может быть смонтирован как в новом резервуаре, так и в резервуаре с нефтепродуктом без применения

огневых работ путем введения его через монтажный патрубок дыхательного клапана. Принято считать, что наиболее эффективно применение дисков-отражателей в резервуарах с большим коэффициентом оборачиваемости. Известно аналогичное техническое средство, разработанное С.М. Богачевым (Российская Федерация). Сокращение естественных потерь при помощи этого средства достигается путем применения в конструкции дыхательной арматуры специального патрубка, который благодаря своей конструкции преобразует направленный поток воздушной струи в турбулентный. При этом, как утверждают автор этой разработки, уменьшается скорость потока и соответственно увеличивается конденсация паров с последующим возвращением их в резервуар.

Достаточно перспективными методами, предотвращающими потери от испарения, являются установки, принцип улавливания паров в которых основан на процессах адсорбции, абсорбции, десорбции. Известны разработки фирмы "Доу кемикл компани" (США) [1] адсорбционно-десорбционной системы, основанной на применении шарикового сополимерного адсорбента. Согласно утверждению самих авторов, этот метод прост, обладает большой эффективностью, не требует значительных капитальных вложений, а также больших энергетических затрат на регенерацию сорбента.

Привлекательными являются методы, в основу которых положено явление абсорбции. Эффективность таких технологий может достигать 100% [2,3].

Наиболее известными технологиями улавливания и регенерации паров продуктов переработки нефти являются разработки процесса холодной жидкостной абсорбции (CLA) компании Cool Sorption A/S (Denmark, создана в 1982 г.). Компания стойко придерживается политики постоянного научного поиска и совершенствования первоначального процесса. Так, сегодня известна технология вакуум-регенерированной углеродной абсорбции (CVA), эффективность которой составляет 98...99,99% в зависимости от типа установки, что превосходит эффективность процесса холодной жидкостной абсорбции (90%). Установка регенерации паров состоит из двух углеродных фильтров, один из которых находится в режиме адсорбции, в то время как другой подвергается вакуумной регенерации. Активированный углерод имеет чрезвычайно большую площадь поверхности по отношению к объему, и углеводороды адсорбируются очень тонким слоем на поверхности углерода. Углерод может адсорбировать только определенную массу углеводородов до момента насыщения, при дальнейшей работе фильтра пары будут проходить через него необработанными. Следовательно, активированный углерод должен быть регенерирован для восстановления продуктивности, гарантируя эффективность адсорбирования углеводородов в течение следующего цикла. Регенерация происходит в два этапа. Вначале фильтр разряжается до тех пор, пока давление достигнет уровня, при котором углеводороды покидают углерод. Основная масса углеводородов уходит на этой стадии, и чтобы извлечь оставшиеся углеводороды, производят воздушную продувку фильтра, таким образом уменьшая парциальное давление дальше и обеспечивая хорошую регенерацию углерода. Обычно регенерационный цикл составляет 15 мин. Однако углеродный фильтр может находиться в режиме адсорбции значительно дольше в зависимости от периода перегрузки продукта.

Огромный интерес среди мероприятий по предотвращению естественных потерь вызывают системы улавливания легких фракций (СУЛФ) нефти и продуктов ее переработки. Причиной такого интереса является, как показывает анализ технической и патентной литературы, – практически 100%-ное предотвращение потерь испаряющихся углеводородов. Рассматривая СУЛФ, необходимо подчеркнуть, что все они работают в автоматическом непрерывном режиме и обладают большим ресурсом надежности, долговечности и безопасности с точки зрения охраны труда обслуживающего персонала. Однако их сооружение требует огромных капиталовложений, что неприемлемо в современных

экономических условиях Украины. Большой опыт эксплуатации СУЛФ накоплен в ЗАО «Татех» (Республика Татарстан) [4]. При помощи данных установок на протяжении 1991–1995 г. сохранено более 340 тыс. т ценного углеводородного сырья на нефтепромыслах Татарстана [5]. Областью применения СУЛФ являются объекты добычи нефти, нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ), нефтебазы и другие объекты хранения нефти и продуктов ее переработки.

Меньшее распространение среди мероприятий по предотвращению естественных потерь нефти и нефтепродуктов при их хранении получили физико-химические методы и практический интерес представляют только те, которые обладают такими свойствами, как простота, доступность и, естественно, эффективность. Одним из таких является способ, разработанный коллективом авторов А.Х. Мирзаджанзаде, И.М. Аметов, С.П. Шандин, А.Г. Щеренков, Г.М. Панахов (Российская Федерация), сущность предотвращения потерь от испарения которого состоит в нанесении на поверхность хранимого нефтепродукта специального покрытия (пленки) для исключения испарения жидкости. В качестве такого покрытия используют азрированный высокоупругий материал (АВМ), состоящий из полиакриламида (ПАА), сульфозтоксилата натрия, бихромата калия ( $K_2Cr_2O_7$ ), хромкалиевых квасцов и воды. Обязательным условием применение такой пленки является соблюдение отношения плотностей нефтепродукта и АВМ 1:(0,66–0,93). Можно предположить, что прототипом такого решения явилось применение защитного покрытия из пластмассовых микрошариков размером 10–250 мк [2]. Микрошарики изготавливаются из фенольно-формальдегидной или карбамидной смолы и наполняются инертным газом. Недостатком данного метода является неустойчивость покрытия из микрошариков при проведении процессов закачки-выкачки хранимого продукта. Аналогом такого метода является способ [6], разработанный И.П. Прокопьевым и Г.Н. Якушиным. В качестве защитного слоя, предотвращающего испарение хранимой жидкости, используются полые стеклянные микросферы. В химическом составе микросфер содержится "магнетит", что предотвращает образование зазоров между стенкой резервуара путем взаимного притягивания. Такие микросферы известны под названием "ценосферы" и являются фракцией золы теплоэлектростанций, работающих на каменном угле.

Для предотвращения естественных потерь нефти и нефтепродуктов в резервуарных парках огромное внимание уделяется совершенствованию дыхательной и предохранительной арматуры резервуаров. В настоящее время применяются непримерзающие дыхательные клапаны типа НКДМ и предохранительные клапаны типа КПГ.

Наибольший интерес среди разработок дыхательной арматуры представляет термоэлектрический охладитель-конденсатор (ТЭОК), созданный В.Н. Бутырским, Б.Л. Бутырской, И.А. Ефимовым (Российская Федерация). Принцип действия термоэлектронного модуля (ТЭМ) ТЭОК основан на так называемом эффекте Пельтье. Следует отметить, что основным недостатком ТЭОК является возможность попадания влаги.

Несмотря на существование высокоэффективных технологий предотвращения естественных потерь, организация технологических процессов на нефтебазах должна быть высокоэффективной и определяющей. Своевременный контроль за техническим состоянием резервуарных емкостей, их дыхательно-предохранительной арматуры, снижение числа внутрискладских перекачек для предотвращения потерь от больших "дыханий", стремление к хранению нефтепродуктов в максимально заполненных резервуарах для снижения потерь от малых "дыханий" – далеко не полный перечень мероприятий высокоорганизованного предприятия, позволяющих предотвратить те потери ценного углеводородного сырья, которые сегодня безвозвратно теряются и загрязняют окружающую среду.

Среди организационных мероприятий, направленных на эффективное и рациональное хранение нефтепродуктов, следует отметить и те, которые по способу их

реализации просты, но способны значительно сократить естественные потери. Так, например, снижению потерь от испарения способствует проведение опорожнения резервуара при выдаче продукта с максимально допустимой скоростью, что обеспечивает минимальную остаточную концентрацию паров в газовом пространстве. При неполном опорожнении резервуара откачку рекомендуется проводить с минимальной скоростью, что способствует накоплению в газовом пространстве резервуара максимального количества паров, снижая тем самым потери от обратного "выхода".

Таким образом, многообразие мероприятий по предотвращению безвозвратных потерь от испарения нефти и продуктов ее переработки свидетельствует об актуальности и практической значимости проблемы. Несмотря на внешние видимые разрешения проблемы, а также существование множества различного рода эффективных мероприятий для ее решения, проблема существует и требует немедленного решения. Выбор же того и иного мероприятия требует тщательного сравнительного анализа экономической его эффективности. Несомненным является и тот факт, что наибольшей эффективностью будет обладать комплекс мероприятий, т.е. система технических или физико-химических способов одновременно с организационными мероприятиями, направленными на предотвращение естественных потерь.

Обобщив и проанализировав весь накопившийся опыт в данном направлении науки и практики, нами разрабатывается установка для предотвращения потерь от испарения, которая будет сочетать в себе функции дыхательного клапана, термоэлектронного конденсатора, сорбционной установки, устройства изменения входящего в надтопливное пространство резервуара воздушного потока.

### Список литературы

1. *Янг-Чанг Сан, Килят Х.Р.* Адсорбционная защита окружающей среды от загрязнений при «дыхании» резервуаров // Переработка углеводородов, 1976. – № 9. – С.17–18.
2. *Яковлев В.С.* Хранение нефтепродуктов. Проблема защиты окружающей среды. – М.: Химия, 1987. – 150 с.
3. *Бойченко С.В.* Зниження втрат нафтопродуктів від випаровування під час зберігання // Нафтова і газова промисловість, 1995. – № 3. – С. 44–45.
4. *Хамидуллин Ф.Ф., Шайхутдинов М.Я., Гибадуллин А.А., Кавеев Х.З., Закиев Ф.А., Ибрагимов И.М., Хайруллин Н.М.* Эффективность применения современных систем улавливания легких фракций нефти // Нефтяное хозяйство, 1999. – № 6. – С.52–53.
5. *Тронов В.П., Сахабутдинов Р.З., Закиев Ф.А., Рахимов И.В., Ибрагимов И.В.* Эксплуатация систем улавливания паров нефти на промыслах // Нефтяное хозяйство, 1996. – № 6. – С.50–52.

Стаття надійшла до редакції 27 жовтня 1999 року.