

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

На правах рукописи

УДК _____
(индекс УДК)

Павловский Пётр Петрович

Методы сокращения потерь нефтепродуктов при транспортировке, хранении
и отпуске на предприятии «Белоруснефть-Витебскоблнефтепродукт»

1-70 80 02 Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ

Магистерская диссертация

на соискание степени магистра технических наук

Научный руководитель (консультант)
к.т.н., доцент кафедры ТТВиГ
Коваленко П. В.

Допущена к защите _____
(дата)

Штемпель О. П.
(ФИО и подпись заведующего кафедрой)

Новополоцк, 2017

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Общая характеристика работы	5
Глава 1. Анализ источников потерь нефтепродуктов	6
Глава 2. Анализ способов сокращения потерь при хранении нефтепродуктов	10
Глава 3. Потери топлива на автозаправочных станциях (АЗС)	16
и пути их решения.....	16
Глава 4. Безопасность эксплуатации нефтебаз	19
4.1. Общие сведения.....	20
4.2. Техника безопасности.....	27
4.3. Пожарная безопасность	29
Глава 5. Расчёт потерь от испарения из резервуаров	31
5.1. Расчет потерь нефтепродукта от «малых дыханий»	31
5.2. Расчет потерь нефтепродукта от «обратного выдоха».....	38
5.3. Расчет потерь нефтепродукта от «больших дыханий»	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	42
Список использованной литературы.....	45

ВВЕДЕНИЕ

Проблемы, связанные с потерями нефтепродуктов, в разной степени затрагивают все звенья функционирования системы нефтеобеспечения и являются важными показателями технического совершенствования всех операций: начиная от транспортировки и заканчивая реализацией нефтепродуктов.

В настоящее время одно из наиболее эффективных направлений развития экономики – всемирное ресурсосбережение. Особенно остро эта проблема ощущается в области экономии энергетических ресурсов.

Сокращение потерь нефтепродуктов – одно из важнейших направлений сбережения ресурсов в условиях, когда запасы нефти ограничены, а её добыча требует всё больших усилий. Естественным, необходимым и само собой разумеющимся в таких ситуациях является стремление бережнее относиться к тому, что уже добыто и переработано в товарный продукт.

В данной работе главное внимание уделено вопросам, связанным с причинами потерь нефтепродуктов, даны их характеристики и подробно описаны мероприятия по снижению потерь нефтепродуктов.

Транспортировка нефтепродуктов к потребителю связана со значительными их потерями. Потери от смешения и утечек при трубопроводном транспорте, из резервуаров, от неполного слива железнодорожных и автомобильных цистерн, обводнения, зачистки, а также вследствие аварий, разливов, разбрызгивания и испарения наносят огромный ущерб экономике страны, приводят к затратам общественного труда и снижению эффективности производства. Кроме того, потери нефтепродуктов при авариях, разливах и утечках загрязняют почву грунтовые воды и водоёмы. Многократные перевалки нефтепродуктов и хранение нефти и нефтепродуктов в резервуарах ведут к потерям от испарения. В атмосферу уходят миллионы тонн углеводородов. Испаряются главным образом лёгкие фракции. При этом ухудшается качество нефтепродукта. Из товарного резервуарного парка только одного предприятия по распределению нефтепродукта в атмосферу уходит в среднем около 50 тыс. тонн углеводородов в

год. Углеводороды загрязняют атмосферу, пагубно действуют на здоровье обслуживающего персонала и жителей, особенно детей, близлежащих жилых массивов.

Потери нефтепродуктов обуславливаются как специфическими их свойствами, так и условиями перекачки, хранения, приёма, отпуска, техническим состоянием средств транспорта и хранения, а также внимательностью и добросовестностью обслуживающего персонала. Потери нефтепродуктов в окружающую среду приняли глобальный характер и без постоянного соблюдения действенных мер по борьбе с ними они будут возрастать пропорционально росту добычи нефти и потреблению нефтепродуктов.

В практике нефтяного промысла наиболее часто встречаются потери нефтепродукта от испарения при хранении, наполнении резервуара, а также при его опорожнении.

В данной работе произведен анализ всех возможных потерь нефтепродукта и анализ способов сокращения этих потерь. Также в работе предоставлен алгоритм расчёта потерь от «больших» и «малых» дыханий резервуара.

Общая характеристика работы

Актуальность проблемы. Энергетическая стратегия любого государства предусматривает уменьшение потребления энергоресурсов за счет их рационального использования. Поэтому поиск резервов ресурсосбережения во всех отраслях экономики весьма актуален.

В процессе транспортировки, хранения и распределения нефтепродуктов допускаются их значительные потери, главной составляющей которых являются потери от испарения. Испаряемость нефтепродуктов обусловлена их физическими параметрами, лишившись которых они утратят свои эксплуатационные качества. Поэтому сокращение потерь от испарения является немаловажной проблемой, с которой необходимо бороться. На сегодняшний день существует множество способов для предотвращения потерь нефтепродуктов и существует необходимость разобраться в источниках и механизмах потерь, и выделить основные меры и методы борьбы с ними.

Цель: рассмотреть и описать методы сокращения потерь нефтепродуктов при транспортировке, хранении и отгрузке на предприятии «Белоруснефть-Витебскоблнефтепродукт».

Задачи:

- Проанализировать источники потерь нефтепродуктов;
- Рассмотреть способы сокращения потерь при хранении нефтепродуктов;
- Изучить проблему потери топлива на автозаправочных станциях и выявить пути её решения;
- Разобрать вопрос безопасности эксплуатации нефтебаз;
- Проследить последовательность расчёта потерь от испарения из резервуара.

Объем магистерской диссертации составляет 47 стр., количество рисунков в тексте – 8, количество таблиц в тексте – 1

Глава 1. Анализ источников потерь нефтепродуктов

Значительной проблемой при эксплуатации резервуарных парков считается сохранение качества и количества продукта. Вопросы, затрагивающие потери, в разном отношении влияют на всю систему нефтепродуктообеспечения и считаются немаловажными показателями технического совершенствования технологических операций, начиная от транспорта и заканчивая реализацией нефтепродуктов. Для достижения этой цели необходима максимальная герметизация абсолютно всех сливо-наливных процессов и процессов хранения нефтепродуктов. Главная часть потерь от испарения на протяжении всего маршрута транспортировки нефти от промысла и до нефтеперерабатывающих заводов, на самих заводах и нефтепродуктов от заводов и до потребителей приходится на резервуары (количественные невозвратимые потери распределяются последующим образом: потери на нефтепромыслах – 4,0%; на нефтеперерабатывающих заводах – 3,5%; при транспортировке и хранении нефти и нефтепродуктов на нефтебазах и на нефтепродуктопроводах – 2,0%. В целом 9,5%).

Все потери нефти и нефтепродуктов систематизируются на последующие типы: количественные потери, связанные с уменьшением самого продукта; качественно-количественные потери, при которых происходит численная утрата с совместным ухудшением качества продукта, - потери от испарения; качественные потери, когда ухудшаются свойства продукта, но при этом его количество не изменяется, - потери при недопустимом смешении.

Кроме этого, необходимо отметить ещё 2 категории потерь углеводородного материала, определяющие естественную убыль и безвозвратные потери при авариях.

Под естественной убылью понимаются потери, связанные с несовершенством используемых средств и технологий приёма, отпуска, хранения и транспортировки нефтепродуктов. При этом допускается только уменьшение

количества продукта, но сохранение его свойств в допустимых пределах заданных требований.

Естественные потери в основном находятся в зависимости от:

- физико-химических показателей нефтепродуктов (состав, давление насыщенных паров, плотность и т.п.);
- условий окружающей среды (влажность, атмосферное давление, температура и т.п.);
- качества оборудования при транспортировке нефтепродуктов и на складах (внутрискладские перекачки, хранение, приём, выдача, транспортировка различными видами транспорта).

На данном этапе естественные потери регламентируются нормами естественной убыли.

Потери, спровоцированные нарушениями требований стандартов, технических условий, правил технической эксплуатации, хранения относят к аварийным или сверхнормативным потерям. К аварийным потерям также можно отнести потери при стихийных бедствиях или от воздействий сторонних сил.

Нефтепродукты в связи с физико-химическими качествами, обуславливающих их естественные потери, распределены согласно 8 группам (табл. 1.1). Календарный год разделяется на 2 этапа: осенне-зимний (с 1.10 по 31.03 включительно) и весенне-летний (с 1.04 по 30.09 включительно).

Таблица 1.1. Потери нефтепродуктов и нефти

Источники потерь	Потери, %
В резервуарах	64,8
в том числе:	
от больших дыханий	54,0
от выдуваний	4,6
от газового сифона	0,9
при зачистке	5,3
в насосных станциях	2,3
с канализационными стоками	7,5
В линейной части	23,5
в том числе	
от утечек	22,3
от аварий	1,2
при наливке железнодорожных цистерн	1,84

Сокращение нормативных и сверхнормативных потерь до сих пор остаётся актуальной и «вечной» проблемой в области хранения и транспортировки нефтепродуктов. За последние годы была сделана огромная работа в этом направлении, но потери ещё велики. Отмечается, что величина потерь от всей добываемой нефти может составлять 1,5%. Эта цифра никого не восхищает в современном мире, при высокоразвитой технологии транспортирования, но ведь 30 лет назад величина потерь так же не превышала 2%. На пути следования до потребителя нефть и нефтепродукты ориентировочно проходят больше чем 20 перевалочных пунктов, при этом от испарения теряется порядка 75% и только 25% от утечек и аварий.

Потери, связанные с испарением в резервуарах, разделяют на потери от:

- «большого дыхания»;
- насыщения и «обратного выдоха»;
- «малых дыханий».

Потери при «больших дыханиях» возникают вследствие выхода паровоздушной смеси в атмосферу через дыхательный клапан при наполнении резервуара и при поступлении воздуха в резервуар при откачке нефтепродуктов. Потери от «больших дыханий» в основном зависят от температуры и объёма закачиваемого нефтепродукта; концентрации паров нефтепродукта в паровоздушной смеси и их плотности; от давления, поддерживаемого в газовом пространстве резервуара и от количества газа, растворённого в нефтепродукте.

Потери от насыщения и «обратного выдоха» возникают при выходе через дыхательный клапан паровоздушной смеси, которая достигла критического давления до насыщения в газовом пространстве резервуара. Потери от «обратного выдоха» отсутствуют при высоком коэффициенте оборачиваемости резервуара и при малом времени простаивания резервуара с «мёртвым» остатком.

Потери от «малых дыханий» возникают вследствие суточных изменений температуры и давления в газовом пространстве резервуара, вызываемых воздействием солнечного тепла и условий окружающей среды на стенки и кровлю резервуара.

На «малые дыхания» автомобильных и железнодорожных цистерн также оказывают влияние атмосферные условия, связанные с перемещением транспортных средств.

PolotskSU

Глава 2. Анализ способов сокращения потерь при хранении нефтепродуктов

Классификация способов сокращения потерь от испарения выглядит следующим образом (рис. 2.1).

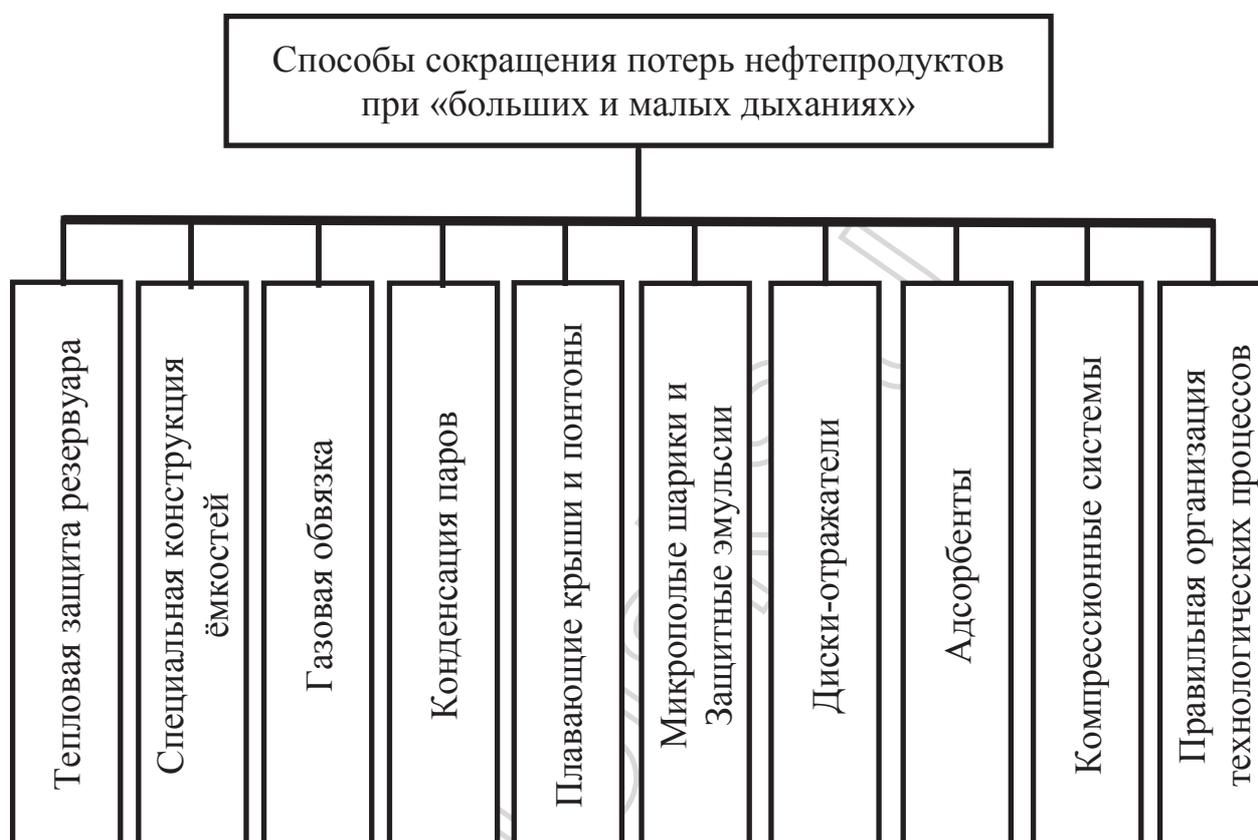


Рисунок 2.1 – Способы сокращения потерь от испарения

Самым несложным методом сокращения испаряемости является **тепловая защита резервуаров**. К данной группе относятся: окрашивание поверхности резервуаров, их тепловая защита экранами и водяное орошение. Основное достоинство данной группы методов – относительно небольшая стоимость. К основным минусам можно приписать неоднородность данной защиты и, иногда, отсутствие контроля состояния резервуара.

Метод минимизации потерь с использованием **специальной конструкции ёмкостей** определяется использованием, в зависимости от обрачиваемости резервуара, оптимального типа резервуара (рис. 2.2) (каплевидный, с плавающей крышей или понтоном, под избыточным давлением), который сократит потери

нефтепродуктов при «дыхании». Минус данного метода в том, что наибольшего эффекта сокращения потерь можно достичь только при малой оборачиваемости резервуара.

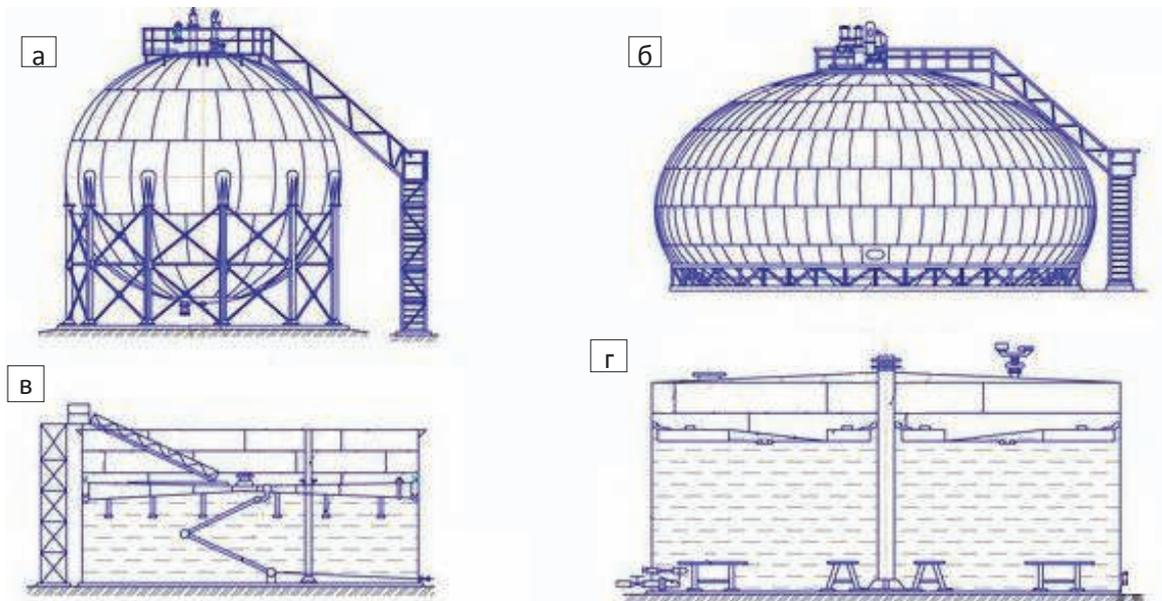


Рисунок 2.2 – Ёмкости специальной конструкции: а – шаровой резервуар; б – каплевидный резервуар; в – резервуар с плавающей крышей; г – резервуар с плавающим металлическим понтоном

Метод **газовой обвязки** (рис. 2.3) целесообразно применять при хранении одного вида продукта в нескольких ёмкостях. Особенностью данного способа является конструкция обвязки трубопроводом газового пространства резервуаров, и дальнейшая конденсация паров в отдельном резервуаре. Огромный плюс этого способа заключается в изоляции паровоздушного пространства от окружающей среды. Но к минусам можно отнести высокую стоимость строительства системы и хранение одного вида нефтепродукта.

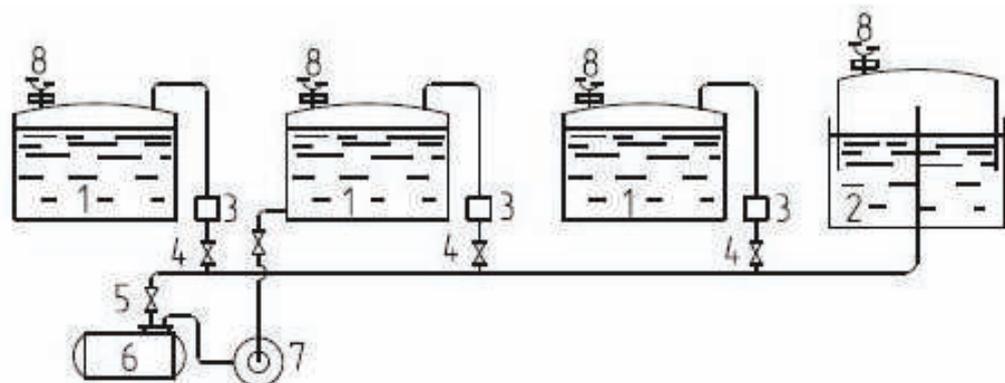


Рисунок 2.3 – Схема газовой обвязки резервуаров

Выход паровоздушной смеси при «малых дыханиях» из резервуаров с продуктом 1 осуществляется в резервуар с подъемной крышей 2. Система снабжена огневыми предохранителями 3, запорными задвижками 4, задвижкой для спуска конденсата 5, сборником конденсата 6 и насосом 7 для его откачки. На случай отключения резервуаров при ремонте газоуравнительной системы или заливе другого сорта нефтепродукта резервуары имеют дыхательное оборудование.

Дыхательные клапаны 8 (с огневыми предохранителями) резервуаров, подключенных к указанной газоуравнительной системе, должны быть отрегулированы на открытие лишь при максимальном или минимальном давлении газового пространства резервуара с подъемной крышей (газосборника).

Метод **конденсации паров** (рис. 2.4) включает в себя конденсацию паров, образующихся во время «дыхания». Этот метод является эффективным, но экономически невыгодный.

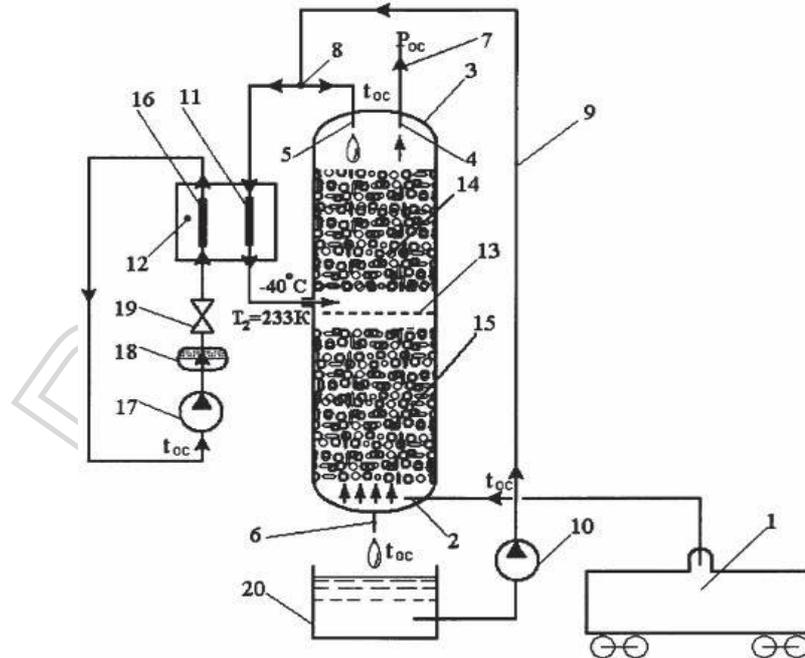


Рисунок 2.4 – Устройство конденсации паров

- 1 – источник ПВС (цистерна); 2 – газовый вход; 3 – вертикальный адсорбер; 4 – газовый выход; 5 – жидкостный вход; 6 – жидкостный выход; 7 – выход обратного газового канала; 8 – тройник; 9 – трубопровод; 10 – питающий насос; 11 – прямой канал теплообменника; 12 – рекуперативный теплообменник; 13 – каплеуловитель-смеситель; 14 – верхняя насыпка; 15 – нижняя насыпка; 16 – обратный канал теплообменника; 17 – компрессор; 18 – фильтр-охладитель; 19 – дроссель; 20 – приёмник-накопитель смеси конденсата

С целью уменьшения газового пространства над поверхностью продукта в резервуаре, используют **плавающие крыши и понтоны** (рис. 2.5). Этот метод даёт хороший результат по уменьшению потерь нефтепродуктов. Использовать данный метод сокращения потерь можно в резервуарах большого объёма и с большой оборачиваемостью в тёплых климатических зонах. Окупаемость данного метода составляет менее года, но основным ограничением широкого использования является климатический фактор.

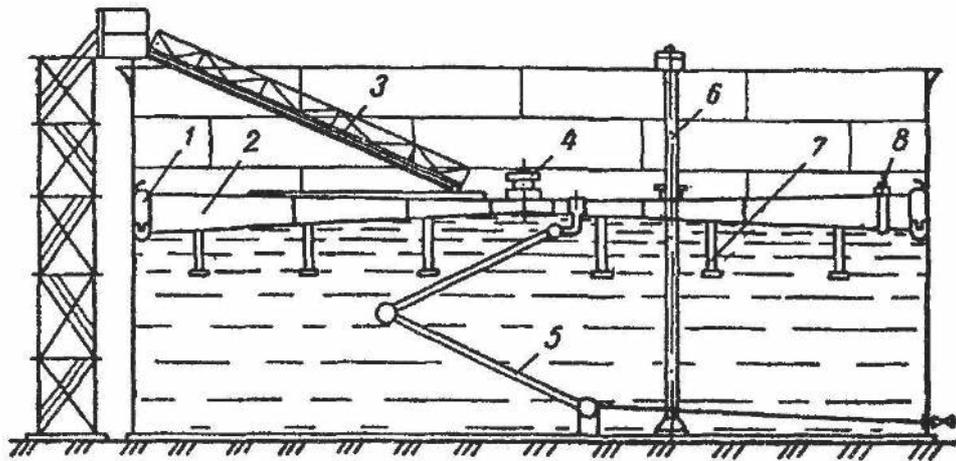


Рисунок 2.5 – Резервуар с плавающей крышей
 1 – уплотняющий затвор; 2 – крыша; 3 – шарнирная лестница;
 4 – предохранительный клапан; 5 – дренажная система;
 6 – направляющая стойка; 7 – стойка; 8 – люк

Применение **микрopolyных шариков и защитных эмульсий** основано на том же принципе, что и понтоны, и плавающие крыши – уменьшение газового пространства. После попадания в резервуар микрopolyные шарики или защитная эмульсия образуют на поверхности продукта защитный слой, за счёт чего достигается уменьшение потерь до 80%. Данный метод не получил всеобщего применения из-за нарушения целостности защитного слоя при интенсивном наполнении или опорожнении резервуара, так же нужно определённое время для воссоздания защитного слоя. Так же недостатком является вероятность поступления шариков в трубопровод, что требует установки защиты на приёмораздаточные патрубки или устройства.

Диски отражатели, устанавливаются под дыхательными клапанами внутри резервуара (рис. 2.6). Они значительно большего диаметра, чем сами клапаны.

Суть данного метода заключается в том, что воздух, попадающий в резервуар через клапан, отражается вдоль поверхности крыши, а не идёт вглубь резервуара. Такой метод уменьшает перемешивание паровоздушной смеси, ведь наибольшая концентрация находится вверху резервуара. Использование дисков-отражателей приводит к существенному снижению потерь нефтепродуктов при малых затратах. Но использование данного метода разумно в резервуарах большого объёма.

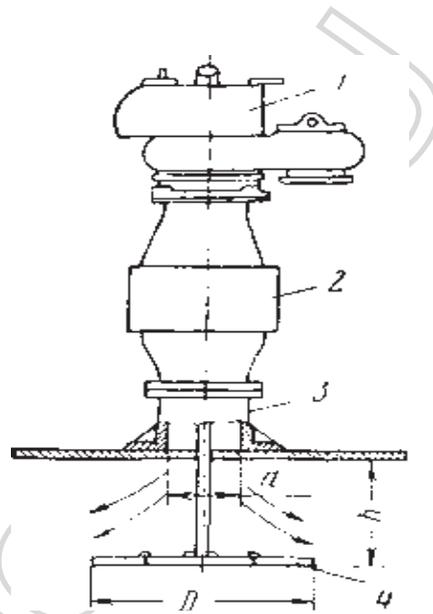


Рисунок 2.6 – Расположение дисков-отражателей на резервуаре
 1 – дыхательный клапан; 2 – огневой предохранитель; 3 – монтажный патрубок; 4 – диск отражатель

Ещё одним решением проблемы потерь нефтепродуктов является применение **адсорбентов (адсорбционных колонн)** (рис. 2.7). Суть метода заключается в адсорбции паров нефтепродукта с последующей десорбцией и конденсацией. Недостатком адсорбентов является их высокая горючесть и необходимость монтажа дополнительного оборудования для десорбции.

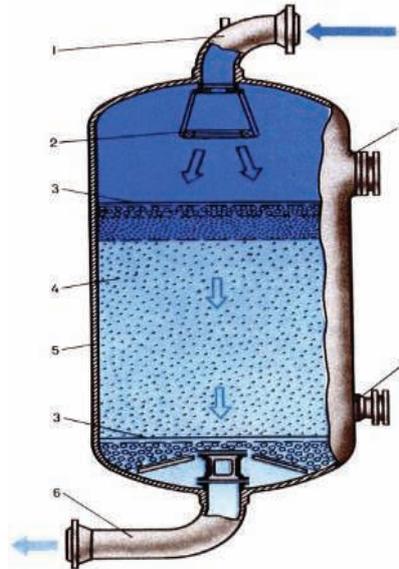


Рисунок 2.7 – Адсорбционная колонна

1 – штуцер входа газа; 2 – распределитель газового потока; 3 – сетка; 4 – адсорбент; 5 – корпус; 6 – штуцер отвода газа; 7 – люк для выгрузки адсорбента; 8 – люк для загрузки адсорбента

Метод с использованием **компрессионных систем** тоже даёт возможность снижения потерь нефтепродуктов от испарения. Суть данного метода состоит в замыкание резервуара с напорной линией (рис. 2.8).

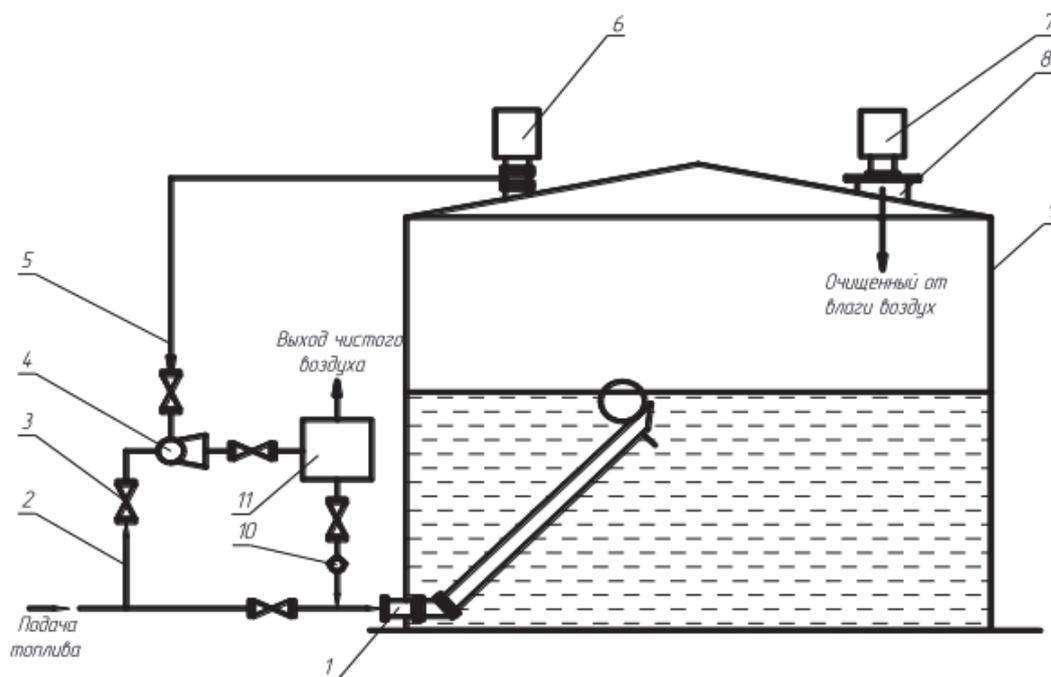


Рисунок 2.8 – Принципиальная схема системы для сокращения потерь нефтепродукта от испарения и предотвращения обводнения: 1 – приёмо-раздаточный патрубок; 2 – байпасный трубопровод; 3 – задвижка; 4 – эжектор; 5- трубопровод подачи паровоздушной смеси (ПВС) из резервуара; 6 –дыхательный клапан; 7 – влагопоглотитель; 8 – световой люк; 9 – резервуар; 10 – обратный клапан; 11 – сепаратор

Глава 3. Потери топлива на автозаправочных станциях (АЗС) и пути их решения

Потери топлива на АЗС очень велики. Согласно исследованию иностранных экспертов, если всё число углеводородов, поступающих в окружающую среду, принять за 100%, то 13% из них приходится на нефтеперерабатывающие заводы, 32% - на нефтебазы и 52% - на АЗС.

Источники потерь топлива на АЗС подразделяют на постоянные, периодические и случайные.

К постоянным потерям можно отнести «большие дыхания» резервуаров АЗС и улетучивание ПВС из баков автомобилей при заправочных операциях. К периодическим потерям относятся проливы топлива при наполнение резервуаров АЗС из автовозов и при заправке автомобилей. К случайным потерям можно отнести протечки топлива вследствие коррозионного износа резервуара, недоброкачественного изготовления и монтажа; утечки топлива при техническом обслуживании и при использовании неисправных топливораздаточных колонок (ТРК); аварийные утечки вследствие не герметичности гидравлических систем ТРК (шлангов, трубопроводов, клапанов и т. д.).

Периодические и случайные потери топлива можно минимизировать при постоянных организационно-технических мероприятиях (обслуживание, диагностика, ремонт, соблюдение норм и правил и т. д.). Следовательно, необходимо обратить внимание на вопросы сокращения постоянно действующих потерь топлива.

Потери при наполнении резервуаров. Практическим методом выявлено, что во время слива бензина в подземный резервуар РГС-25, который расположен в средней климатической зоне, размер потерь от «больших дыханий» в осенне-зимний период составляет от 0,13 до 0,93 кг/т, и в весенне-летний период – от 0,54 до 1,61 кг/т. Средние величины удельных потерь бензина от «больших дыханий» в эти периоды равны 0,68 кг/т и 1,1 кг/т соответственно.

Можно подсчитать, что АЗС имеющая 3 резервуара РГС-25 в год от «больших дыханий» теряет от 6 до 9 т.

Для сокращения этих потерь могут быть использованы некоторые методы, рассмотренные в предыдущей главе, такие как:

- диски-отражатели;
- газоуравнительная система;
- система улавливания лёгких фракций (конденсация и адсорбция).

В свою очередь для АЗС можно применять и такие меры сокращения потерь как:

- газовая обвязка резервуаров;
- паровозвратная обвязка.

Газовая обвязка. Проектные конторы часто советуют использовать её на резервуарах АЗС. Подразумевается, что операции слива и налива продукта будут совпадать во времени и паровоздушная смесь будет перетекать из наполняемого резервуара в опустошаемый. Но на самом деле, во время приёма топлива на АЗС, заправка автотранспортных средств приостанавливается. И установка газовой обвязки резервуаров на АЗС является бесполезным.

Паровозвратная обвязка представляет собой газовую обвязку, соединяющую газовое пространство сливаемой автоцистерны и наполняемого резервуара на АЗС. Для использования такой обвязки существует необходимость установки дополнительного оборудования на обе ёмкости, позволяющие совершать быстрое и герметичное соединение и быстрое разъединение. Резервуары АЗС при таком методе дыхательных клапанов не имеют. Но данную систему целесообразно применять только когда в пункте налива автоцистерн имеется система улавливания паров топлива.

Потери топлива при заполнении баков автомобилей. По подсчётам зарубежных специалистов величина потерь топлива при наполнении баков автомобилей летом составляет 1,44 кг на 1 м³ заправляемого топлива.

Может показаться, что это немного, однако отечественные специалисты подсчитали, что АЗС на 500 заправок с 4 резервуарами РГС-25 и среднесуточной

реализацией в 20 т при заправке автомобилей в сутки теряет порядка 35% общей величины естественной убыли, то есть 3,3 т/год.

Существенные выбросы паров топлива при заправке баков автомобилей требуют выполнения научно-исследовательских работ по их уменьшению. По всеобщему мнению, более рационально решить существующую проблему поможет применение парогазовой обвязки резервуара и бака автомобиля. При этом требуется провести стандартизацию диаметра горловин топливных баков на всех автомобилях.

PolotskSU

Глава 4. Безопасность эксплуатации нефтебаз

Слив-налив нефтепродуктов производится с помощью специальных установок, стояков налива, насосов. Все эти устройства слива-налива нефтепродуктов обеспечивают безопасность и обеспечивают наименьшее загрязнение окружающей среды. Устройства для слива-налива нефтепродуктов незаменимы при наливке не только светлых и темных нефтепродуктов, но и вязких, загрязненных нефтеостатков из емкостей, цистерн, резервуаров.

Налив нефтепродуктов в цистерны автомобильных средств в основном производится на наливных пунктах, в том числе наливных эстакадах, нефтебазах, и осуществляется через верхнюю горловину (верхний налив) или через нижний патрубок (нижний налив). Перспективным способом налива считается нижний налив с использованием быстроразъемных беспроточных (сухих) стыковочных устройств, которыми намечается оснастить наливные стояки и приемные патрубки автомобильных средств,

В перспективе все наливные пункты будут также оснащаться системами для сбора и рекуперации паров нефтепродуктов из надтопливных полостей цистерн и резервуаров при наливке для обеспечения экологической безопасности нефтебаз.

Стыковка с системами сбора паров нефтепродуктов на цистернах также будет осуществляться нижним способом с помощью "сухих" пристыковочных устройств по мере оснащения ими наливных (и сливных) станций нефтебаз, появления новых типов цистерн с дополнительным оборудованием, или при переоборудовании цистерн, находящихся в эксплуатации. В зависимости от мощности наливного пункта применяются наливные стояки с ручным управлением, автоматизированные установки с местным и дистанционным управлением, установки автоматизированного и герметичного налива (типа АСН, УНА).

4.1. Общие сведения

В настоящее время в соответствии с законодательными актами действует централизованный подход к формированию норм естественной убыли нефтепродуктов при хранении и транспортировании и децентрализованный подход к формированию норм технологических потерь нефтепродуктов при производстве и транспортировании.

Значительное количество нефтепродуктов в объемах, исчисляемых миллионами тонн в год, пропускается через систему топливообеспечения, которая осуществляет связь между производителями нефтепродуктов и многочисленными потребителями этих продуктов.

Весь этот объем неминуемо проходит стадии транспортирования и хранения, т.е. перекачивается через трубопроводы, перевозится транспортом и содержится в хранилищах.

Эффективное выполнение передаточных функций системы топливообеспечения может быть достигнуто при ее устойчивости к различным воздействиям.

Основным из критериев устойчивости системы является уровень потерь продукта, которые происходят в системе на различных этапах её функционирования. Так по экспериментальным оценкам, потери только от испарения светлых нефтепродуктов составляют около 0,75% от объема их производства.

В зависимости от причин возникновения, потери нефти и нефтепродуктов делятся на естественные, эксплуатационные и аварийные, а по характеру возникновения – на количественные, качественные и смешанные (качественно-количественные). Характер потерь зависит от того, сопровождаются ли они уменьшением массы нефтепродукта или ухудшением его физико-химических и эксплуатационных свойств.

Количественные потери, которые вызываются проливами, утечками и т.п., связаны только с уменьшением количества нефти и нефтепродуктов, качество

которого не снижается. Учитывая взаимосвязь технологических операций приема, хранения и заправки (уменьшение потерь при одной из них может привести к увеличению потерь при др.), общие потери только нефтепродуктов в год составят около 0,03% (масс.) оборота нефтепродуктов, а фактическое распределение этих потерь сложится следующим образом: при складском хранении - 37,2 %, при железнодорожных и автомобильных перевозках 6,2%, при водных перевозках - 27,2% и на магистральных нефтепродуктоводах - 29,4%. Доминирующими в общих потерях продуктов являются потери автобензина, затем дизельного топлива, мазута, нефти и прочих нефтепродуктов.

Учет потерь нужен государству для расчета налогооблагаемой базы, платы при определении предельно допустимых выбросов и сбросов, оценки рисков и безопасности объектов нефтепродуктообеспечения.

Количественные потери нефти и нефтепродуктов происходят потому, что технические средства для работы с ними не обладают абсолютной герметичностью, а нефтепродукты по своей природе склонны к испарению.

Потери от утечек и пролива обычно происходят в местах неплотного соединения труб, рукавов, задвижек, в результате перелива нефтепродуктов при заполнении резервуаров и топливных баков автомобилей, налива нефти и нефтепродукта в неисправные средства хранения. Железнодорожные и автомобильные цистерны в процессе налива находятся с открытыми верхними люками, через которые пары топлива свободно вытесняются наружу и попадают в атмосферу, загрязняя ее. Несмотря на то, что цистерны оборудованы нижними сливными устройствами, открыть последние можно только тогда, когда будет открыт верхний люк, т.е. при разгерметизации цистерны и выпуске определенного количества паровоздушной смеси в атмосферу. Основными причинами утечек нефти и нефтепродуктов являются неудовлетворительное состояние резервуарного парка и низкая квалификация обслуживающего персонала.

Статистические данные о случаях разгерметизации резервуаров свидетельствуют о том, что основными неисправностями резервуаров,

способствующих количественным потерям нефти и нефтепродуктов являются коррозионный износ элементов конструкции (до 60%), деформация геометрической формы (25%) и дефекты сварных швов (15%).

Проливы и утечки нефти и нефтепродуктов в процессе эксплуатации являются значительным фактором загрязнения воздуха, почвы, водоемов, подземных инженерных сооружений вокруг нефтебаз и автомобильных заправочных станций. По характеру воздействия источники загрязнения окружающей среды разделяются на постоянно действующие, периодические и случайные. К первой группе источников загрязнения относятся большие и малые “дыхания” резервуаров; выбросы паровоздушной смеси из баков автомобилей при заправке; выхлопные газы автомобильных двигателей на территории АЗС; выбросы при заправке и сливе нефти и нефтепродуктов. Источники этой группы загрязняют главным образом атмосферный воздух на территории.

Ко второй группе источников загрязнения относятся: проливы нефти и нефтепродуктов при сливе из автоцистерн в резервуары, проливы нефтепродуктов при заправке автотранспорта. К третьей группе источников загрязнения относятся: утечки и проливы нефти и нефтепродуктов при ремонте и обслуживании технологического оборудования; аварийные утечки в результате нарушения герметичности гидравлической системы (резервуаров, трубопроводов, шлангов, колонок и т.п.).

Источники второй и третьей групп приводят к загрязнению нефтепродуктами почвы, водоемов и подземных инженерных сооружений.

Значение отдельных составляющих к общей эмиссии загрязнения зависит от технических параметров оборудования, его состояния, квалификации и дисциплины персонала.

Ориентировочные значения отдельных источников в общей эмиссии загрязнения приведены ниже:

- Проливы при заправке автотранспорта – 30%;
- Проливы при сливе нефти и нефтепродуктов из автоцистерн – 25%;

- Пролиты и утечки нефти и нефтепродуктов при обслуживании и ремонте технологического оборудования - 20%;
- Утечки нефти и нефтепродуктов из-за неисправности оборудования – 15%;
- Другие источники - 10%.

Нефть и продукты ее переработки, попадая в воду, растекаются вследствие гидрофобности по поверхности, образуя тонкую нефтяную пленку, которая перемещается со скоростью примерно в два раза большей, чем скорость течения воды. При соприкосновении с берегом и прибрежной растительностью нефтяная пленка оседает на них. В процессе распространения по поверхности воды легкие фракции нефти частично испаряются, растворяются, а тяжелые опускаются в толщу воды, оседают на дно и образуют донное загрязнение. Влияние нефти и нефтепродуктов на водоемы проявляется в ухудшении физических свойств воды (замутнение, изменение цвета, вкуса, запаха); растворении в воде токсичных веществ; образовании поверхностной пленки нефти и осадка на дне водоема, понижающих содержание в воде кислорода.

Пленка нефти на поверхности водоема ухудшает газообмен воды с атмосферой, замедляя скорость аэрации и удаления двуокиси углерода, образующегося при окислении нефти. При толщине нефтяной пленки 4,1 мм и концентрации нефти в воде 17 мг/л количество растворенного кислорода за 20 - 25 суток понижается, на 40%.

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами водоемов приводит к ухудшению качества рыбы (появление окраски, пятен, запаха, привкуса); гибели взрослых рыб, молоди, личинок и икры; отклонениям от нормального развития рыбной молоди, личинок и икры; сокращению кормовых запасов (планктона).

Другим источником количественных потерь нефти и нефтепродуктов являются потери от погрешности средств измерений. Данные потери не могут быть учтены при расчете баланса между производством и потребителями.

Смешанные (количественно-качественные) потери вызываются испарением легкокипящих нефти и нефтепродуктов, главным образом автомобильного бензина и при их обводнении. При этих потерях уменьшение количества

нефтепродукта связано с одновременным изменением его качества вследствие неравномерности испарения входящих в его состав углеводородов.

Исследования показывают, что при открытом наливке топлива в железнодорожные цистерны потери от испарения составляют 0,1 % от объема наливаемого продукта при условии, что наливное устройство опущено до нижней образующей обечайки цистерны, т.е. налив осуществляется “под уровень” топлива.

При наливке падающей струей, когда наливная труба (или устройство) не доходит до нижней образующей обечайки цистерны, потери даже в зимнее время достигают 0,5-0,6% от объема наливаемого продукта.

Потери нефти и нефтепродуктов от испарения при хранении связаны с так называемыми “большими и малыми” дыханиями резервуаров. Известно, что потери от “малых” дыханий с 1 м³ газового пространства резервуаров, сообщающихся с атмосферой через дыхательные клапаны, при изменении температуры паров на 10°С равны 6-10 г, а при изменении атмосферного давления на 1 мм рт. ст. – 2-4 г. Скорость насыщения парами газового пространства пропорциональна площади поверхности испарения. Подсчитано, что с 1 м² поверхности испарения наземного резервуара испаряется и теряется более 4 кг нефтепродукта в месяц.

Годовые потери горючего для резервуара вместимостью 400 м³ могут составить 1,28% от массы хранимого продукта.

Кроме того, как было отмечено выше, выбросы паров углеводородов в процессе заполнения резервуаров являются одним из существенных источников загрязнения окружающей среды.

Наибольшая масса дренажируемых в атмосферу паров бензина приходится на процесс слива бензина в емкости нефтебаз и АЗС и заправку автомобилей.

Следует отметить, что хотя выбросы (потери) паров бензина при заправке автомобилей не относятся к прямым потерям АЗС (это уже потери владельцев автотранспорта), они вносят не меньший вклад в загрязнение атмосферы города. При этом следует учитывать, что соединения выбрасываемых углеводородов

бензина (CO , N_xO_y , N_xH_y и др.), образующиеся в атмосфере в результате фотохимических реакций под воздействием солнечных лучей, обладают на два порядка большей токсичностью, чем сами углеводороды. При этом масса выбрасываемых газов углеводородов может составлять до 0,1% от массы переваливаемого продукта.

В среднем состав паровоздушной смеси, “выдыхаемой” из резервуаров, включает 32% массовой доли углеводородов метанового ряда, 12% бензиновых фракций и 56% воздуха. Такие выбросы кроме загрязнения окружающей среды, создают пожаровзрывоопасную ситуацию в районе нефтебаз и АЗС.

В результате испарения легких фракций нефтепродуктов ухудшаются пусковые, мощностные, экономические и экологические характеристики автомобильных двигателей внутреннего сгорания (ДВС).

Известно, что температура холодного пуска ДВС связана не только с температурой начала перегонки и температурой выкипания 10%, но и с температурой выкипания последующих фракций. Увеличение температуры выкипания на 50% ухудшает приемистость ДВС, который медленнее набирает необходимую мощность.

При работе ДВС на нефтепродуктах, у которых снижено содержание легких фракций, значительно увеличивается интенсивность образования пленки во впускном коллекторе и, как следствие, повышается износ двигателя. Потеря легких фракций приводит к понижению октанового числа (ОЧ) бензинов с добавками пропан-бутановых фракций и спиртов, так как эти добавки обладают более высокими ОЧ. Снижение ОЧ в свою очередь приводит к детонации двигателя.

Обводнение нефтепродуктов связано с конденсацией влаги, содержащейся в воздухе, поступающем в цистерны при малых и больших дыханиях, а также с непосредственным попаданием воды в нефтепродукты при плохой зачистке и осушке цистерн после пропарки и промывки через открытые горловины в дождливую и снежную погоду.

Качественные потери возникают при загрязнении, и смешении нефтепродуктов, при этом их количество не изменяется, а качество ухудшается.

Загрязнение нефти и нефтепродуктов происходит в процессе их добычи, производства, транспортирования, хранения и применения. Защита нефтепродуктов от попадания или образования в них загрязнений и очистка топлив и масел на каждом из этих этапов имеют свои особенности, поэтому целесообразно классифицировать загрязнения в соответствии с названными этапами:

- производственные загрязнения попадают в нефтепродукты или образуются в них в процессе переработки нефти на нефтеперерабатывающих предприятиях, то есть в промышленной сфере;

- операционные загрязнения попадают в нефть и нефтепродукты или образуются в них при нефтескладских и транспортных операциях, т.е. в сфере нефтепродуктообеспечения.

- эксплуатационные загрязнения возникают в нефтепродуктах или заносятся в них при эксплуатации двигателей, машин, механизмов и др. устройств, в которых эти нефтепродукты используются, т.е. в сфере деятельности потребителей нефтепродуктов.

Потери нефтепродуктов от смешения, обводнения и загрязнения возникают при наливе в незачищенные автомобильные цистерны (резервуары) из-под другого нефтепродукта; при наливе в автомобильные цистерны нефтепродукта из трубопровода, по которому проводилась последовательная перекачка нескольких марок нефтепродуктов без применения разделителей.

Загрязнение нефтепродуктов механическими примесями происходит в результате попадания пыли и грязи из атмосферы, из плохо зачищенных автомобильных или железнодорожных цистерн, резервуаров и др. средств, а также в результате разрушения покрытий на внутренних поверхностях цистерн, коррозии металлических поверхностей и окисления нефтепродуктов.

Следует отметить, что в зависимости от сроков и условий хранения, транспортирования и реализации, качество нефти и нефтепродуктов (в частности,

автомобильных бензинов), как показывают исследования, может значительно измениться по показателям: плотность, фракционный состав, содержание фактических смол и др. Кроме того, качество применяемых бензинов приводит к изменению состава отработавших газов транспортных средств.

Таким образом, нефтепродукты необходимо рассматривать как:

- опасные вещества, т.е. химический агент, который представляет собой опасность для здоровья человека;
- взрывоопасные вещества(материалы), способные образовывать самостоятельно или в смеси с окислителем взрывоопасную среду;
- загрязняющие вещества – химические вещества либо смесь таких веществ, которые содержатся в атмосферном воздухе и которые в определенных концентрациях оказывают вредное воздействие на здоровье человека и окружающую природную среду;
- вредные вещества, которые при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности могут вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

4.2. Техника безопасности

Налив нефтепродуктов в цистерны автомобильных средств в основном производится на наливных пунктах, в том числе наливных эстакадах, нефтебазах, и осуществляется через верхнюю горловину (верхний налив) или через нижний патрубок (нижний налив). Перспективным способом налива считается нижний налив с использованием быстроразъемных беспродливных (сухих) стыковочных устройств, которыми намечается оснастить наливные стояки и приемные патрубки автомобильных средств.

В перспективе все наливные пункты будут также оснащаться системами для сбора и рекуперации паров нефтепродуктов из надтопливных полостей цистерн и

резервуаров при наливе для обеспечения экологической безопасности нефтебаз. Стыковка с системами сбора паров нефтепродуктов на цистернах также будет осуществляться нижним способом с помощью "сухих" пристыковочных устройств по мере оснащения ими наливных (и сливных) станций нефтебаз, появления новых типов цистерн с дополнительным оборудованием, или при переоборудовании цистерн, находящихся в эксплуатации.

В зависимости от мощности наливного пункта применяются наливные стояки с ручным управлением, автоматизированные установки с местным и дистанционным управлением, установки автоматизированного и герметичного налива (типа АСН, УНА).

Нижний налив цистерн по сравнению с верхним имеет ряд преимуществ: выше подача, меньше трудоемкость и капитальные затраты, лучше безопасность, меньше потери на испарение. Нижний налив может проводиться на автоналивных стояках по трем схемам:

- объем залива задают с помощью счетчика-дозатора на стояке не контролируя уровень нефтепродукта в процессе налива;
- уровень налива устанавливается датчиком-ограничителем максимального уровня и клапана-отсекателя из комплекта нижнего налива автоцистерны;
- уровень налива устанавливается датчиком-ограничителем внутри цистерны, а клапан-отсекатель и прибор управления клапаном-отсекателем находятся вне цистерны, в том числе на наливном стояке.

Водитель-оператор должен четко знать состав и принцип работы технологического оборудования нижнего налива своей цистерны и автоналивных стояков, на которых производится налив, чтобы грамотно выполнять операции, не допуская перелива.

До слива автомобильное средство заземляют, проводят стыковку с приемными устройствами сливных площадок, проводят работы по подготовке технологического оборудования автоцистерн к сливу. Автомобиль-цистерну устанавливают с наклоном в сторону сливного устройства. Слив должен производиться быстро и полностью, присоединение сливных рукавов должно

быть герметичным. При наличии на цистерне и сливном устройстве замкнутых газоуравнительных систем они должны быть подключены с помощью быстроразъемных соединений.

4.3. Пожарная безопасность

Слив и налив нефтепродуктов – это очень небезопасное дело, поэтому требования ко всем установкам, которые производят налив нефтепродуктов достаточно жесткие. Особенно высокие требования предъявляются к такому оборудованию, с точки зрения пожарной безопасности. Каждая установка, совершающая налив нефтепродуктов, всегда должна иметь функцию автоматического отключения, как только емкость (автоцистерна и др.) будет заполнена. Это в полной мере касается любого места, где производится процедура слива или налива нефтяных продуктов.

Слив, либо налив нефтепродуктов должен осуществляться с помощью специально предназначенных для этой цели установок, насосов, стояков налива. Именно эти приспособления слива-налива нефтяной продукции обеспечивают наибольшую пожаробезопасность и наименьший ущерб окружающей среде. Так же, необходимо отметить, что агрегаты, предназначенные для осуществления слива и налива, просто незаменимы не только для налива светлых нефтепродуктов, но и для слива, либо налива загрязненных вязких остатков от нефтепродуктов, которые неизбежно образуются в цистернах, резервуарах и других емкостях.

С точки зрения пожарной безопасности, все устройства, благодаря которым производится налив нефтепродуктов (а так же их слив), должны проходить регулярный технический осмотр и предупредительный плановый ремонт. Если в процессе этих мероприятий обнаруживаются какие-либо неполадки и утечки, то они должны быть незамедлительно устранены. Если устранение не представляется возможным, вышедшие из строя элементы отключают.

Эвакуационные и рабочие ступени эстакад, которые предназначены для того, чтобы проводить слив и налив нефтепродуктов, всегда должны содержаться в полной исправности. Площадки, с установленными на них сооружениями слива/налива нефтепродуктов, должны быть оборудованы специальными стоками на случай аварии и пролива, которые, в свою очередь, должны соединяться со сборником или специальным аварийным резервуаром при помощи отводных лотков или каналов.

Таким образом, слив либо налив нефтепродуктов должен осуществляться с помощью специально предназначенных для этой цели установок, насосов, стояков налива. Именно эти приспособления слива-налива нефтяной продукции обеспечивают наибольшую пожаробезопасность и наименьший ущерб окружающей среде. Так же, необходимо отметить, что агрегаты, предназначенные для осуществления слива и налива, просто незаменимы не только для налива светлых нефтепродуктов, но и для слива, либо налива загрязненных вязких остатков от нефтепродуктов, которые неизбежно образуются в цистернах, резервуарах и других емкостях.

С точки зрения пожарной безопасности, все устройства, благодаря которым производится налив нефтепродуктов (а так же их слив), должны проходить регулярный технический осмотр и предупредительный плановый ремонт. Если в процессе этих мероприятий обнаруживаются какие-либо неполадки и утечки, то они должны быть незамедлительно устранены. Если устранение не представляется возможным, вышедшие из строя элементы отключают.

Не менее жесткие требования предъявляются и к автомобильным цистернам. Так, автомобиль, перевозящий нефтепродукты, перед тем, как произвести налив нефтепродуктов в цистерну, должен быть осмотрен на предмет заземления и всех необходимых приспособлений, предназначенных для пожаротушения.

Глава 5. Расчёт потерь от испарения из резервуаров

5.1. Расчет потерь нефтепродукта от «малых дыханий»

1) Находим площадь зеркала нефтепродукта в резервуаре:

$$F_H = 0,25 \cdot \pi \cdot D^2, \quad (5.1)$$

где D – диаметр резервуара.

2) Определяем среднюю высоту газового пространства:

$$H_G = H - H_{взл} + \frac{H_K}{3}, \quad (5.2)$$

где H – высота корпуса;

$H_{взл}$ – высота вслива;

H_K – высота корпуса крыши.

3) Находим объем газового пространства резервуара:

$$V_G = F_H \cdot H_G, \quad (5.3)$$

где F_H – площадь зеркала нефтепродукта в резервуаре;

H_G – средняя высота газового пространства.

4) Молярная масса бензиновых паров определяется по формуле:

$$M = 52,629 - 0,246 \cdot T_H + 0,001 \cdot T_H^2, \quad (5.4)$$

$$\text{где } T_H = T_{НК} - 30, \quad (5.5)$$

$T_{НК}$ – температура начала кипения бензина, $T_{НК} = 311$ К.

5) Газовую постоянную бензиновых паров находят по формуле:

$$R_H = 8314,3 / M, \quad (5.6)$$

где M – молярная масса бензиновых паров.

6) Среднюю температура нефтепродукта принимаем равной средней температуре воздуха:

$$T_{н.сп} = T_{в.сп} = 0,5 \cdot (T_B^{max} + T_B^{min}), \quad (5.7)$$

где T_B^{max} – максимальная температура воздуха;

T_B^{min} – минимальная температура воздуха.

7) Определяем теплопроводность бензина:

$$\lambda_H = \frac{156,6}{\rho_{293}} (1 - 0,00047 \cdot T_{н.ср}) \quad (5.8)$$

где $T_{н.ср}$ – средняя температура нефтепродукта.

8) Находим удельную теплоемкость:

$$C_p = \frac{31,56}{\sqrt{\rho_{293}}} \cdot (762 + 3,39 \cdot T_{н.ср}) \quad (5.9)$$

(для практических расчетов λ_H можно принять равной 0,13 Вт/(мК)).

9) Рассчитываем коэффициент температуропроводности:

$$a = \frac{\lambda_H}{C} \quad (5.10)$$

где ρ – плотность нефтепродукта при средней температуре нефтепродукта $T_{п.ср}$;

C_p – удельная теплоемкость;

λ_H – теплопроводность;

10) Находим коэффициент m :

$$m = \sqrt{\frac{\pi}{2 \cdot a \cdot \tau}} \quad (5.11)$$

где τ – продолжительность дня.

11) По графику для определения расчетного склонения солнца находим среднее расчетное отклонение солнца j (для 15 числа месяца).

Для этого дня определяется интенсивность солнечной радиации без учета облачности или с учетом, в зависимости от задания:

$$i_o = \frac{1354}{1 + \frac{1 - \gamma}{\gamma \cdot \cos(\psi - \varphi)}} \quad (5.12)$$

где γ – коэффициент прозрачности атмосферы, защитой от ее влажности, облачности, запыленности, $\gamma = 0,7 \dots 0,8$ при безоблачном небе;

ψ – географическая широта места установки резервуара.

12) Находим площадь проекции поверхности стенок, ограничивающих газовое пространство резервуара на вертикальную и горизонтальную плоскости:

$$F_B = D \cdot H_{\Gamma} ; \quad (5.13)$$

$$F_H = 0.25 \cdot \pi \cdot D^2 , \quad (5.14)$$

где D – диаметр резервуара;

H_{Γ} – средняя высота газового пространства.

13) Определяем площадь проекции стенок газового пространства резервуара на плоскость, нормальную к направлению солнечных лучей в полдень:

$$F_o = F_B \cdot \sin(\psi - \varphi) + F_H \cdot \cos(\psi - \varphi) , \quad (5.15)$$

для сферических и сфероидальных резервуаров:

$$F_o = F_B \cdot \sin^2(\psi - \varphi) + F_H \cdot \cos^2(\psi - \varphi) . \quad (5.16)$$

14) Определяем площадь поверхности стенок, ограничивающих газовое пространство:

$$F = F_H + \pi \cdot F_B . \quad (5.17)$$

15) Количество тепла, получаемое 1 м² стенки, ограничивающей газовое пространство резервуара, за счет солнечной радиации:

$$q = \varepsilon \cdot \frac{F_o}{F} \cdot i_o , \quad (5.18)$$

где ε – степень черноты внешней поверхности резервуара (0,27...0,67) для алюминиевой краски;

i_o – интенсивность солнечной радиации;

F – площадь поверхности стенок;

F_o – площадь проекции стенок газового пространства резервуара на плоскость.

16) По графикам для определения коэффициентов теплоотдачи находим коэффициенты теплоотдачи в дневное и ночное время в Вт/(м²К),

где α_{Γ} и α'_{Γ} – коэффициенты теплоотдачи от стенки резервуара к паровоздушной смеси, находящейся в газовом пространстве, соответственно для дневного и ночного времени;

α_{BA} и α'_{BA} – коэффициенты теплоотдачи от стенки емкости к внешнему воздуху соответственно в дневное и ночное время лучеиспусканием;

α_B и α'_B – то же – конвекцией;

α_B и α'_B – коэффициенты теплоотдачи от стенки емкости к внешнему воздуху соответственно в дневное и ночное время;

α_P и α'_P – коэффициенты теплоотдачи радиацией от стенки резервуара к нефтепродукту через газовое пространство в дневное и ночное время.

17) Вычисляем коэффициенты теплоотдачи α_B и α'_B :

$$\alpha_B = \alpha_{BK} + \alpha_{BA}; \quad (5.19)$$

$$\alpha'_B = \alpha'_{BK} + \alpha'_{BA}. \quad (5.20)$$

18) Приведенные коэффициенты теплоотдачи от стенки к нефтепродукту вычисляют по формуле:

$$\alpha'_{ст.н} = \frac{\alpha'_n \cdot \frac{F_H}{F}}{1 + \frac{F_H}{F} \cdot \frac{\alpha'_П}{\alpha'_Г}}; \quad (5.21)$$

$$\alpha_{ст.н} = \frac{\alpha_n}{\frac{\alpha_n}{\alpha_{\Gamma}} + \frac{\alpha_n + m \cdot \lambda}{m \cdot \lambda \cdot \frac{F_H}{F}}}; \quad (5.22)$$

где α_n и α'_n – соответственно коэффициенты теплоотдачи от паровоздушной смеси, находящейся в газовом пространстве резервуара, к поверхности жидкости для дневного и ночного времени;

F_H – площадь зеркала нефтепродукта в резервуаре;

F – площадь поверхности стенок;

λ – теплопроводность бензина.

19) Определяем избыточные температуры:

$$\theta_{см. min} = \frac{\alpha'_B \cdot \theta_{B min}}{\alpha'_B + \alpha'_{см.н.} + \alpha'_P \cdot \frac{F_H}{F}}, \quad (5.23)$$

где $\theta_{B. min} = T_B^{min} - T_{н.ср.};$ (5.24)

T_B^{min} – минимальная температура воздуха;

$T_{н.ср.}$ – средняя температура нефтепродукта.

$$\theta_{см. max} = \frac{q + \alpha_B \cdot \theta_{B max}}{\alpha_B + \alpha_{см.н.} + \alpha_P \cdot \frac{F_H}{F}}, \quad (5.25)$$

где $\theta_{B max} = T_B^{max} - T_{н.ср.};$ (5.26)

T_B^{max} – максимальная температура воздуха.

$$\theta_{r min} = \frac{\theta_{см. min}}{1 + \frac{F_H}{F} \cdot \frac{\alpha'_n}{\alpha'_r}}; \quad (5.27)$$

$$\theta_{r max} = \frac{\theta_{см max}}{1 + \frac{F_H}{F} \cdot \frac{\alpha_n}{\alpha_r} \cdot \frac{m \cdot \lambda}{\alpha_n + m \cdot \lambda}}. \quad (5.28)$$

20) Находим минимальную и максимальную температуры газового пространства резервуара:

$$T_{r min} = \theta_{r min} + T_{н.ср.}, \quad (5.29)$$

$$T_{r \max} = \theta_{r \max} + T_{н.ср.} \quad (5.30)$$

21) По графику для определения давления насыщенных паров нефтепродукта определяем P_S при $T = T_{r \min}$, Па.

22) Находим минимальное парциальное давление в газовом пространстве резервуара:

$$P_{min} = \frac{1 - 0.055 \sqrt{V_{\Gamma} / V_{ж}}}{0.89} \cdot P_S, \quad (5.31)$$

где V_{Γ} – объем газового пространства резервуара;

$V_{ж}$ – объем бензина в резервуаре.

23) При степени заполнения резервуара менее 0,6 определяют минимальное парциальное давление в газовом пространстве резервуара по формуле:

$$P'_{min} = P_{min} \cdot \frac{\Delta C}{C_S}, \quad (5.32)$$

$$\text{где } \frac{\Delta C}{C_S} = \frac{H_{1\Gamma}}{H_{2\Gamma}} + \frac{\Delta C_1}{C_S} + \frac{\Delta C_2}{C_S} \leq 1; \quad (5.33)$$

$H_{1\Gamma}$ и $H_{2\Gamma}$ – высоты газового пространства в резервуаре соответственно до и после выкачки нефтепродукта;

24) $\frac{\Delta C_1}{C_S}$ при известном τ_B определяют по графику прирост относительной концентрации во время выкачки из резервуара с дыхательными клапанами, где скорость входящего воздуха определяется по формуле:

$$V_B = \frac{4 \cdot Q}{n \cdot \pi \cdot d^2}, \quad (5.34)$$

где Q – производительность выкачки;

n – число дыхательных клапанов на резервуаре;

d – диаметр монтажного патрубка дыхательного патрубка;

25) $\frac{\Delta C_2}{C_s}$ принимаем по графику зависимость прироста концентрации от длительности простоя резервуара и погодных условий.

26) Находим температурный напор θ по графику для определения температурного напора.

27) Определяем почасовой рост концентрации в газовом пространстве резервуара:

$$C_{\tau} = 1726 \cdot \frac{R_n \cdot \theta^{1.25}}{T_{п.ср.}^{0.25} \cdot P_r \cdot D \cdot H_r^{0.25}}, \quad (5.35)$$

где $P_r = P_a + P_{кв}$, Па; (5.36)

D – диаметр резервуара;

R_n – газовая постоянная бензиновых паров;

$T_{п.ср.}$ – средняя температура нефтепродукта.

28) Определяем продолжительность выхода

$$\tau_B = 0,5 \cdot \tau_{дн} + 3, \text{ ч}, \quad (5.37)$$

где $\tau_{дн} = \frac{2}{15} \cdot \arccos(-\text{tg}\psi \cdot \text{tg}\varphi)$, ч, здесь ψ и φ в градусах. (5.38)

29) Находим минимальную и максимальную концентрацию:

$$C_{min} = \frac{P_{min}}{P_a - P_{кв}} \cdot 100\% \quad (5.39)$$

$$C_{max} = C_{\tau} \cdot \tau_B + C_{min}, \quad (5.40)$$

где P_a – атмосферное давление;

P_{min} – минимальное парциальное давление в газовом пространстве резервуара.

30) Рассчитываем максимальное парциальное парциальное давление в газовом пространстве:

$$P_{max} = \frac{(P_a + P_{кв}) \cdot C_{max}}{100} \quad (5.41)$$

31) Находим среднее массовое содержание паров бензина в газовой смеси:

$$\sigma = \frac{P_{max} + P_{min}}{R_n \cdot (T_{rmax} + T_{rmin})} \quad (5.42)$$

32) Объем вытесняемой паровой смеси:

$$\Delta V = V_r \cdot \ln \left(\frac{P_a - P_{кс} - P_{min}}{P_a + P_{кд} - P_{max}} \cdot \frac{T_{rmax}}{T_{rmin}} \right) \quad (5.43)$$

33) Потери нефтепродукта от “малых дыханий” за 1 сутки:

$$G'_{Мд} = \sigma \cdot \Delta V \quad (5.44)$$

где σ – среднее массовое содержание паров бензина в газовой смеси;

ΔV – объем вытесняемой паровой смеси.

34) Потери нефтепродукта от “малых дыханий” за месяц:

$$G_{Мд} = G'_{Мд} \cdot 30 \quad (5.45)$$

5.2. Расчет потерь нефтепродукта от «обратного выдоха»

1) Определяется объем газового пространства после закачки нефтепродукта:

$$V_r = F_n \cdot H_r \quad (5.46)$$

где F_n – площадь зеркала нефтепродукта.

2) Определяем высоту газового пространства после откачки:

$$H_r = \frac{4 \cdot V_r}{\pi \cdot D^2} \quad (5.47)$$

где D – диаметр резервуара;

V_r – объем газового пространства после закачки нефтепродукта.

3) Абсолютное давление в газовом пространстве:

$$P_r = P_a + P_{кд} \quad (5.48)$$

где P_a – атмосферное давление.

4) Определим высоту газового пространства после откачки:

$$H_{r2} = \frac{4 \cdot V_r}{\pi \cdot D^2} \quad (5.49)$$

5) По графику для определения давления насыщенных паров нефтепродукта определяем P_s при средней температуре нефтепродукта.

6) Значение $\frac{\Delta C_2}{C_s}$ определяют по графику зависимость прироста концентрации от длительности простоя резервуара и погодных условий при времени простоя τ .

7) Скорость движения воздуха через дыхательные клапаны при откачке с производительностью Q найдем из формулы:

$$V_B = \frac{4 \cdot Q}{3600 \cdot n \cdot \pi \cdot D^2}, \quad (5.50)$$

где D – диаметр резервуара;

Q – производительность при откачке.

8) По графику прирост относительной концентрации во время выкачки из резервуара приблизительно определяем:

$$\frac{\Delta C_1}{C_s \cdot \tau_B} \quad (5.51)$$

9) Определяем:

$$\frac{\Delta C}{C_s} = \frac{H_{r1}}{H_{r2}} + \frac{\Delta C_1}{C_s} + \frac{\Delta C_2}{C_s} \quad (5.52)$$

10) Находим среднее парциальное давление паров нефтепродуктов:

$$P_y = \frac{\Delta C}{C_s} \cdot P_s \quad (5.53)$$

11) Находим парциальное давление паров нефтепродукта:

$$P_0 = \left(\frac{H_{r1}}{H_{r2}} + \frac{\Delta C}{C_s} \right) \cdot P_s + P_{к.д.} + P_{к.в.} \quad (5.54)$$

12) Вычисляем потери от “обратного выдоха”:

$$G_{об.в.} = \frac{V_r}{R_n \cdot T_{н.ср.}} \cdot (P_r \cdot \ln \left(\frac{P_r - P_0}{P_r - P_r} \right) + P_0 - P_r) \quad (5.55)$$

5.3. Расчет потерь нефтепродукта от «больших дыханий»

1) Находим абсолютное давление в газовом пространстве в начале закачки:

$$P_1 = P_2 = 101200 \text{ Па} \text{ – в начале закачки днем.}$$

2) По графику для определения плотности бензиновых паров находим плотность паров бензина ρ , кг/м³ или по формуле:

$$\rho = \frac{P_v \cdot M}{T \cdot R'}, \quad (5.56)$$

где T – температура нефтепродукта в летний период;

R' – газовая постоянная;

M – молярная масса.

3) Находим величину газового пространства после закачки бензина:

$$H_{Г1} = H_p - H_{взл2} + \frac{H_k}{3}, \quad (5.57)$$

где H_p – высота резервуара;

H_{взл2} – высота взлива;

H_k – высота корпуса крыши.

4) Определяем объем газового пространства перед закачкой нефтепродукта, V.

$$V_{Г1} = H_{Г1} \cdot \frac{\pi D^2}{4}, \quad (5.58)$$

$$H_{Г2} = H_p - H_{взл2} + \frac{H_k}{3}. \quad (5.59)$$

5) Объем закачиваемого бензина:

$$V_H = Q \cdot \tau_3, \quad (5.60)$$

где τ_3 – время закачки;

Q – производительность закачки бензина;

$$V_H = 0,23 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot (H_{взл2} - H_{взл1}). \quad (5.61)$$

6) Время закачки:

$$\tau_3 = \frac{V_H}{Q}. \quad (5.62)$$

7) Найдем общее время:

$$\tau = \tau_{\text{пр}} + \tau_3 \quad (5.63)$$

где $\tau_{\text{пр}}$ – время простоя резервуара.

8) Находим $\frac{\Delta C}{C_f}$ при $\tau = \tau_{\text{пр}} + \tau_3$ по графику для определения температурного напора.

9) Находим скорость выхода газовой смеси через дыхательные клапаны:

$$V_B = \frac{4 \cdot Q}{3600 \cdot n \cdot \pi \cdot D^2}, \quad (5.64)$$

где Q – производительность закачки бензина;

D – диаметр резервуара.

10) Определяем $\frac{\Delta C}{(C_f \cdot \tau_3)}$ по графику прироста относительной концентрации во время выкачки из резервуара.

11) Находим среднюю относительную концентрацию в газовом пространстве:

$$\frac{\Delta C}{C_f} = \frac{H_v}{H_v} + \frac{\Delta C_1}{C_f} + \frac{\Delta C_2}{C_f}, \quad (5.65)$$

12) Определяем давление P_s по графику для определения насыщенных паров нефтепродуктов, при $T = T_{\text{п.ср}}$.

13) Находим среднее парциальное давление паров нефтепродукта:

$$P_v = \frac{\Delta C_2}{C_f} \cdot P_s, \quad (5.66)$$

где P_s – давление насыщенных паров нефтепродукта.

14) Потери бензина от одного “большого дыхания”:

$$G_{\text{п.д.}} = [V_H - V_{\text{ср}} \cdot \left(\frac{P_2 - P_1}{P_2 - P_s} \right)] \cdot \frac{P_s}{P_2} \cdot \rho, \quad \text{где } P_2 = P_{\text{атм.}} + P_{\text{к.д.}} \quad (5.67)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе доставки бензинов потребителю имеют место операции заполнения и опорожнения резервуаров товарных парков нефтеперерабатывающих заводов, перекачивающих станций магистральных нефтепродуктопроводов и нефтебаз, а также неподвижного хранения, в результате которых допускаются значительные потери от испарения. Тем самым наносится материальный ущерб предприятиям и происходит значительное загрязнение атмосферного воздуха, особенно в теплое время года. Поэтому резервуары для хранения бензинов оборудуются средствами сокращения потерь. Целью данной работы было рассмотреть и описать методы сокращения потерь нефтепродуктов при транспортировке, хранении и отгрузке на предприятии «Белоруснефть-Витебскоблнефтепродукт».

Анализ источников потерь нефтепродуктов позволил систематизировать их на следующие типы: количественные потери, связанные с уменьшением самого продукта; качественно-количественные потери, при которых происходит численная утрата с совместным ухудшением качества продукта, - потери от испарения («большого дыхания», насыщения и «обратного выдоха», «малых дыханий»); качественные потери, когда ухудшаются свойства продукта, но при этом его количество не изменяется, - потери при недопустимом смешении. Кроме этого, отмечается ещё 2 категории потерь углеводородного материала, определяющие естественную убыль и безвозвратные потери при авариях.

В ходе исследования были выявлены следующие способы сокращения потерь нефтепродуктов при «больших и малых дыханиях»: тепловая защита резервуара, специальная конструкция ёмкостей, газовая обвязка, конденсация паров, плавающие крыши и понтоны, микрополые шарики и защитные эмульсии, диски-отражатели, адсорбенты, компрессионные системы, правильная организация технологических процессов.

На данное время действует централизованный подход к формированию норм естественной убыли нефтепродуктов при хранении и транспортировании и

децентрализованный подход к формированию норм технологических потерь нефтепродуктов при производстве и транспортировании.

Значительное количество нефтепродуктов в объемах, исчисляемых миллионами тонн в год, пропускается через систему топливообеспечения, которая осуществляет связь между производителями нефтепродуктов и многочисленными потребителями этих продуктов. Весь этот объем неминуемо проходит стадии транспортирования и хранения, т.е. перекачивается через трубопроводы, перевозится транспортом и содержится в хранилищах.

Эффективное выполнение передаточных функций системы топливообеспечения может быть достигнуто при ее устойчивости к различным воздействиям. Основным критерий устойчивости системы – уровень потерь продукта, которые происходят в системе на различных этапах её функционирования.

Слив либо налив нефтепродуктов должен осуществляться с помощью специально предназначенных для этой цели установок, насосов, стояков налива. Именно эти приспособления слива-налива нефтяной продукции обеспечивают наибольшую пожаробезопасность и наименьший ущерб окружающей среде.

С точки зрения пожарной безопасности, все устройства, благодаря которым производится налив / слив нефтепродуктов, должны проходить регулярный технический осмотр и предупредительный плановый ремонт. Если в процессе этих мероприятий обнаруживаются какие-либо неполадки и утечки, то они должны быть незамедлительно устранены. Если устранение не представляется возможным, вышедшие из строя элементы отключают.

Не менее жесткие требования предъявляются и к автомобильным цистернам. Так, автомобиль, перевозящий нефтепродукты, перед тем, как произвести налив нефтепродуктов в цистерну, должен быть осмотрен на предмет заземления и всех необходимых приспособлений, предназначенных для пожаротушения.

Также в работе изложены методики расчета потерь от испарения из резервуаров различных видов, подробно описаны методы и средства сокращения

потерь от испарения, дана оценка эффективности этих средств. Способы борьбы с потерями нефти и нефтепродуктов при их приемке, отпуске и транспорте рассматриваются с точки зрения вопросов потери топлива на автозаправочных станциях, безопасности эксплуатации нефтебаз.

PolotskSU

Список использованной литературы

1. Абузова, Ф.Ф., Бронштейн, И.С., Новоселов, В.Ф. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении / Ф.Ф. Абузова, И.С. Бронштейн, В.Ф. Новоселов. – М. : Недра, 1981. – 248 с.
2. Автозаправочные станции: Практическое пособие. – 1-е изд. – М. : Издательство «Учет», 2003. – 464 с.
3. Александров, А. А., Архаров, И. А., Емельянов, В. Ю. Деньги на ветер: Обзор действующих систем улавливания паров нефтепродуктов / А.А. Александров, И.А. Архаров, В.Ю. Емельянов // Современная АЗС. – 2005. – № 10. – С. 130–133.
4. Александров, А.А., Архаров, И.А., Емельянов В.Ю. Система улавливания легких фракций моторных топлив на автозаправочных станциях / А.А. Александров, И.А. Архаров, В.Ю. Емельянов // Холодильная техника. – 2004. – № 8. – С. 30–33.
5. Бесчастнов, М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение / М.В. Бесчастнов. – М. : Химия, 1991. – 430 с.
6. Ветошкин, А.Г. Защита атмосферы от газовых выбросов. Учебное пособие по проектированию / А.Г. Ветошкин. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. – 271 с.
7. Галлямов, М.А., Валикеева, А.М., Нуриева, А.Ф., Методы повышения взрывопожаробезопасности в резервуарном парке [Электронный ресурс] / М.А. Галлямов, А.М. Валикеева, А.Ф. Нуриева // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. – 2013. – № 2. – Режим доступа: http://ogbus.ru/authors/Gallyamov/Gallyamov_5.pdf. – Дата доступа: 19.06.2017.
8. Гильмуллина, А.Ф. Исследование и разработка технических решений по повышению безопасности автозаправочных станций [Электронный ресурс] / А.Ф. Гильмуллина. – Режим доступа: <http://sovet-npz.ru/articles/konkurs2/nominatsia1/article3.pdf>. – Дата доступа: 19.06.2017.

9. Государственный доклад о состоянии промышленной безопасности опасных производственных объектов, рационального использования и охраны недр Российской Федерации в 2002 году / Под ред. В. М. Кульчечева. – М. : ГУП «НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003. – 110 с.
10. Давыдова, С.Л., Тагасов, В.И. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде: Учеб. Пособие / С.Л. Давыдова, В.И. Тагасов. – М. : Изд-во РУДН, 2004. – 163 с.
11. Защита атмосферы от промышленных загрязнений. Справочник в 2-х частях. Под ред. С. Калверта и Г.М. Инглунда / Часть 2. – М. : Металлургия, 1988. – 712 с.
12. Иванов, О.А., Беляева, З.Г. Применение искусственного холода для конденсации и сорбции бензиновых паров из паровоздушных смесей, вытесняемых из резервуаров / О.А. Иванов, З.Г. Беляева // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. – 1968. – № 5. – С. 23–25.
13. Кириллов, Н.Г. Новая технология хранения нефтепродуктов / Н.Г. Кириллов // Энергетика и промышленность России. – 2003. – № 2. – С. 28–29.
14. Коршак, А.А. Современные средства сокращения потерь бензинов от испарения / А.А. Коршак. – Уфа : УГНТУ, 2001. – 144 с.
15. Коршак, А.А., Морозова, Н.В. Методические основы выбора технических средств сокращения потерь нефти (бензина) от испарения [Электронный ресурс] / А.А. Коршак, Н.В. Морозова // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. – 2013. – № 6. – Режим доступа: http://ogbus.ru/authors/Korshak/Korshak_2.pdf. – Дата доступа: 19.06.2017.
16. Кулагин, А.В. Прогнозирование и сокращение потерь бензинов от испарения из горизонтальных подземных резервуаров АЗС : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 25.00.19 / А.В. Кулагин ; Уфимский гос. нефтяной технический университет. – Уфа, 2003. – 25 с.
17. Кулагин А.В., Коршак А.А. Улавливание паров бензина при его приеме в резервуары автозаправочных станций / А.В. Кулагин, А.А. Коршак //

Трубопроводный транспорт нефти и газа : Материалы Всероссийской научно-технической конференции. – Уфа : Изд-во УГНТУ. – 2002. – С. 128–132.

18. Ларионов, В.И. Оценка и обеспечение безопасности объектов хранения и транспортировки углеводородного сырья / В.И. Ларионов. – СПб. : ООО «Недра», 2004. – 190 с.

19. Липский, В.К., Спиридёнок Л.М, Бондарчук, А.И. Нормы естественной убыли нефти и нефтепродуктов стальных резервуаров / В.К. Липский, Л.М. Спиридёнок, А.И. Бондарчук // Литьё и металлургия. – 2012. – № 3. – С. 334–336.

20. Ржавский, Е.Л. Методы и средства борьбы с потерями нефти и нефтепродуктов при транспорте и хранении / Е.Л. Ржавский. – М. : ВНИИОЭНГ, 1969. – 65 с.

21. Сарданашвили, А.Г., Львова, А.И. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа / А.Г. Сарданашвили, А.И. Львова. – М. : Химия, 1980. – 256 с.

22. Справочник по теплообменникам: В 2-х т. Т.1 / Пер. с англ., под ред. Б.С. Петухова, В.К. Шикова.: М. : Энергоатомиздат, 1987. – 560 с.

23. Справочник по теплообменникам: В 2-х т. Т.2 / Пер. с англ., под ред. О.Г. Мартыненко и др.: М. : Энергоатомиздат, 1987. – 352 с.

24. Тронов, В. П. Сепарация газа и сокращение потерь нефти / В.П. Тронов. – Казань : ФЭН, 2002. – 407 с.