**Взаимосвязь безопасности нефтепродуктообеспечения и потерь нефтепродуктов**

В.И. Кабанов

В настоящее время в соответствии с законодательными актами на территории Российской Федерации 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 России, которая осуществляет связь между производителями нефтепродуктов и многомиллионными 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 (качественноколичественные). Характер потерь зависит от того, сопровождаются ли они уменьшением массы нефтепродукта или ухудшением его физикохимических 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% (таблица 1). 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.

В соответствии с Налоговым Кодексом Российской Федерации (НК РФ) к материальным расходам для целей налогообложения приравниваются:

– потери от недостачи и (или) порчи при хранении и транспортировке товарно-материальных ценностей в пределах норм естественной убыли, утвержденных в порядке, установленном Правительством РФ;

– технологические потери при производстве и (или) транспортировке.

В настоящее время в соответствии с законодательными актами на территории Российской федерации 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 транспортированке.

Наряду с этим следует отметить, что в соответствии с экологическим законодательством (в частности, в соответствие с приказом Госкомэкологиии России №199 от 08.04.98г.) установлен децентрализованный порядок определения выбросов.

Поскольку в НК РФ и других законодательных и нормативных актах РФ отсутствует четкая классификация технологических потерь и потерь от естественной убыли, а также разъяснение определений «производство», «хранение» и «транспортировка» сегодня складывается противоречивая ситуация, которая не способствует эффективному учету данных потерь и их сни- жению. Одним из таких противоречий является понимание термина «транспортировка». Так под этим термином Министерство транспорта РФ понимает перевозку грузов из одного пункта в другой. Проект технического регламента «О требованиях к бензинам, дизельному топливу и отдельным горюче-смазочным материалам» дает другую трактовку термина: «транспортирование – нахождение продукции в процессе перемещения ее от изготовителя (производителя) до потребителя. Оно осуществляется трубопроводным, железнодорожным, автомобильным, воздушным, морским и речным транспортом».

Представленные выше трактовки термина «транспортировка» не учитывают операций по сливу (наполнению) емкостей, при которых, как показали исследования, происходят основные потери нефтепродуктов от «больших дыханий».

На основании проведенных исследований предлагается классификация потерь нефтепродуктов, представленная на рисунках 1-3.

Потери могут возникать при хранении и транспортировке материальных ценностей и иметь величины, указанные в таблице.

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%

Проливы и утечки нефти и нефтепродуктов при обслуживании и ремонте технологического оборудовани - 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 Московской области 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.

Характерный запах и привкус появляются при концентрации нефти в воде 0,5 мг/л, а нафтеновых кислот - 0,01 мг/ л. Значительные изменения химических показателей воды происходят при содержании нефти и нефтепродуктов более 100-500 мг/л. 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. По данным НПО “Нефтегазавтомат” метрологические исследования ручных измерений массы нефтепродуктов показали, что вместо нормативной величины погрешности измерения массы в соответствии с ГОСТ Р8.595-2004г -0,5...0,65%, ее фактическая величина при учете в стационарных резервуарах, составляет более 3%.

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 наливе 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 наливе падающей струей, когда наливная труба (или устройство) не доходит до нижней образующей обечайки цистерны, потери даже в зимнее время достигают 0,50,6% 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 (СО, “NхОу, NхНу 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.

Иногда при слишком большой температуре выкипания средних фракций необходимая мощность двигателя не достигается.

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, гак 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 добыч, 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.

Таким образом, необходимую чистоту нефтепродуктов можно обеспечить только совместными усилиями изготовителей, работников системы нефтепродуктообеспечения и персонала, эксплуатирующего технику.

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.

В отработавших газах двигателя внутреннего сгорания содержится свыше 170 вредных компонентов, из них около 160 - производные углеводородов, прямо обязанные своим появлением неполному сгоранию топлива в двигателе.

Наличие в отработавших газах вредных веществ обусловлено в конечном итоге видом и условиями сгорания топлива. Состав отработавших газов зависит от рода применяемых топлива, присадок и масел, режимов работы двигателя, его технического состояния, условий движения автомобиля и др.

Токсичность отработавших газов карбюраторных двигателей обуславливается главным образом содержанием окиси углерода и окислов азота, а дизельных двигателей – окислов азота и сажи (табл. 2).

Перечисленные химические элементы отрицательно влияют на дыхательную и нервную систему человека, а также на растения. Так при численности автомобилей в Московской области более 2 млн. доля загрязнения им атмосферного воздуха составляет около 60%, поэтому в связи с постоянным увеличением парка автотранспорта и интенсивности перевозок остро встает вопрос по снижению его вредного влияния на состояние окружающей среды.

Основные мероприятия по сокращению потерь нефтепродуктов указаны в таблице 3.

Таким образом, нефтепродукты необходимо рассматривать как:

• опасные вещества по ГОСТ ИСО 14123-1-2000, т.е. химический агент, который представляет собой опасность для здоровья человека;

• взрывоопасные вещества по ПБ 09-540-03 – вещества (материалы), способные образовывать самостоятельно или в смеси с окислителем взрывоопасную среду;

• загрязняющие вещества по федеральным законам N 96-ФЗ и N 7-ФЗ – 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 по ГОСТ 12.1.007-76 – 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.

На основании вышеизложенного целесообразно реформировать методологическую базу определения потерь нефтепродуктов с целью обеспечения экономичности и безопасности нефтегазового комплекса.