

В.С. Клубань, Х.К. Фам (Россия, Вьетнам)
(Академия ГПС МЧС России; e-mail: klvls@mail.ru)

ОТКАЧКА НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ПОЖАРАХ В РЕЗЕРВУАРАХ – ОДИН ИЗ ЭФФЕКТИВНЫХ БЕЗОПАСНЫХ СПОСОБОВ ИХ ЛОКАЛИЗАЦИИ

Проведён анализ способа откачки нефтепродуктов при пожарах в стальных вертикальных резервуарах больших объёмов. Приводятся критерии эксплуатационной надёжности способа откачки и даются рекомендации по откачке.

Ключевые слова: способ откачки, насосы, локализация пожара, трубопроводы, задвижки, огнестойкость, приёмо-раздаточный патрубок.

V.S. Kluban, Pham Huy Quang (Russia, Vietnam)

PUMPING OIL PRODUCTS DURING FIRES IN TANKS – ONE OF THE MOST EFFECTIVE SAFE WAYS TO THEIR LOCALIZATION

The analysis method of pumping oil products during fires in steel vertical tanks larger volumes. The criterias operational reliability of a way of pumping are given and recommendations about pumping are made.

Key words: method of pumping, pumps, fire localization, pipelines, valves, fireproofing, receiving and distributing pipe.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 7 апреля 2014 г.

Статистика показывает, что число пожаров и ущерб от них непрерывно растут. Происходящие пожары приводят к значительному материальному и социальному ущербу, наносят вред окружающей среде, а иногда влекут за собой человеческие жертвы. Ущерб от пожаров и сопутствующих им взрывов в промышленно развитых странах превышает 1 % национального дохода и имеет тенденцию постоянного роста [2].

Значительную пожарную опасность представляют нефтебазы, на которых обычно сосредоточены большие массы пожаровзрывоопасных жидкостей, особенно если они расположены вблизи жилых массивов. В частности, об этом свидетельствуют катастрофические пожары, происшедшие за рубежом на объектах хранения, расположенных вблизи жилых массивов.

21 декабря 1985 г. в результате мощного взрыва смеси паров бензина с воздухом возник крупный пожар на таможенном складе нефтепродуктов, расположенном в нефтегавани г. Неаполя в непосредственной близости от густонаселённых кварталов. Взрыв стал причиной человеческих жертв: погибли два служащих компании и ещё три человека, двое из которых – жильцы рухнувшего жилого здания. 150 человек, в проходящем мимо поезде, получили ранения. Также были серьёзно повреждены производственные и административные здания, прилегающие к территории склада.

Аналогичные пожары-катастрофы можно ожидать и в России, где развитие градостроительства привело к тому, что многие взрывопожароопасные предприятия, в том числе более 1000 нефтебаз, оказались в черте плотной городской застройки на ограниченных производственных площадках. Производственные фонды нефтебаз, расположенных в городах, сильно изношены, что создаёт реальные угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций.

Проблема обеспечения безопасности населения и территорий, расположенных вблизи нефтебаз является весьма актуальной, поэтому пожарной безопасности нефтебаз, в том числе способам локализации и ликвидации пожаров в резервуарах и резервуарных парках, следует уделять особое внимание.

Способ откачки горючих жидкостей при пожарах в резервуарах прост в эксплуатации: при наличии в *планах ликвидации аварий (ПЛА)* и *планах ликвидации пожаров (ПП)* подробно расписанных действий обслуживающего персонала и работников пожарной охраны по откачке жидкости при её горении в резервуаре, а также персонала, обученного действиям по откачке, система откачки будет сравнительно быстро (в течение не более 15-25 мин) приведена в действие. Затраты труда, времени и средств на внесение дополнений в планы тушения пожаров и планы ликвидации аварий, обучение персонала действиям по откачке и расход электроэнергии на работу электродвигателей насосов, приводов задвижек, задействованных при откачке, будут небольшими.

Для поддержания системы откачки в работоспособном состоянии необходимо содержать в исправности технологическое оборудование и коммуникации (насосы, трубопроводы, задвижки), иметь разработанные планы тушения пожара и ликвидации аварий, с отражением действий обслуживающего персонала при получении указания на откачку горючей жидкости из резервуара при пожаре и обученный действиям по откачке персонал.

Диспетчерский состав (операторы) резервуарных парков должен не только знать схемы технологических коммуникаций, но и уметь при авариях или пожарах быстро и безошибочно выполнять необходимые переключения. Схемы коммуникаций должны всегда находиться на рабочем месте оператора. Действия обслуживающего персонала резервуарных парков, на случай возникновения пожара, должны быть подробно отражены в планах ликвидации аварий и планах тушения пожаров, в том числе, меры по откачке нефтепродуктов и других горючих жидкостей при пожарах в резервуарах.

В "Руководстве по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках" [1] имеются рекомендации по особенностям откачки горючих жидкостей из резервуаров при пожарах. При разработке рекомендаций учитывался тот факт, что такая откачка в некоторых случаях сопровождалась вскипанием нефти и её выбросами, которые приводили к уничтожению пожарной техники, а иногда и гибели людей.

В Руководстве [1] указано, что все операции по откачке нефти и нефтепродуктов из горящего и соседних с ним резервуаров должны проводиться только по решению штаба пожаротушения. Наибольшую опасность представляет непосредственное воздействие пламени на соседние с горящим резервуары

при выполнении в них операции заполнения или откачки нефтепродукта. При откачке жидкости из соседних с горящим резервуаров пламя может проникнуть внутрь этих резервуаров и привести к взрыву паровоздушной смеси в их свободном пространстве с последующим горением. При заполнении соседних резервуаров ЛВЖ пламя может возникнуть на работающих дыхательных устройствах, что представляет большую опасность с точки зрения проникновения пламени внутрь резервуаров, если концентрация в них в это время будет находиться в пределах распространения пламени.

При откачке горящего нефтепродукта из резервуара (если не будут приняты дополнительные меры безопасности, о которых речь пойдёт ниже) следует учитывать факторы, усложняющие тушение [1]:

- отводятся нижние ненагретые слои, в связи с чем увеличивается доля нагретого горючего в резервуаре, повышается среднеобъёмная температура жидкости, увеличивается интенсивность горения и, как следствие, увеличивается расчётное количество сил и средств;

- с увеличением расстояния от пенослива до горячей жидкости в начале тушения тепловое излучение и конвективные потоки интенсивно разрушают пену и препятствуют её накоплению на поверхности горючего;

- при горении тёмных нефтепродуктов и невозможности полной их откачки оставшаяся часть горючего может создать угрозу выброса или вскипания;

- при откачке нефти или другого тёмного нефтепродукта происходит опускание верхнего прогретого гомотермического слоя, соприкосновение которого с находящейся в нижней части резервуара водой может привести к выбросу.

Чтобы при возникновении пожара на одном из резервуаров с ЛВЖ и ГЖ пламя не проникло внутрь соседних резервуаров (если из них производится откачка) через дыхательные и предохранительные клапаны, а иногда и через неплотности диафрагм пенокамер и не привело к взрыву паровоздушной смеси в них с последующим горением, а также чтобы пламя не возникло на работающих дыхательных устройствах (при заполнении соседних резервуаров), операции заполнения соседних резервуаров или откачки из них нефтепродуктов должны быть прекращены, особенно это касается резервуаров вертикальных стальных со стационарной крышей с бензином и с другими легковоспламеняющимися жидкостями, имеющими низкие температуры вспышки. При откачке нефтепродукта из горящего резервуара стенка его выше уровня горючей жидкости должна охлаждаться на всю высоту с учётом влияния колец (рёбер) жёсткости.

Откачку нефтепродукта или индивидуальной горючей жидкости соседние резервуары (находящиеся на безопасном от горящего резервуара расстоянии), в нефтепродуктопровод, танкер или в другие резервуары или амбары рекомендуется производить в следующих экстремальных ситуациях:

- автоматические или полуавтоматические системы пожаротушения и охлаждения горящего резервуара вышли из строя и пожар не удалось ликвидировать в начальной стадии его возникновения;

- горящий нефтепродукт выходит в обвалование при повреждении стенки, шва, соединяющего днище со стенкой резервуара, или прогорании прокладок у задвижек **приёмо-раздаточных патрубков (ПРП)**;

- количество сил и средств для проведения пенной атаки недостаточно;

- количество воды для тушения и охлаждения горящего и соседних с ним резервуаров недостаточно и т.п.

Также штабом пожаротушения может быть принято решение о нецелесообразности подачи в горящий резервуар пены для тушения пожара, а можно ограничиться только откачкой горючей жидкости и охлаждением резервуаров.

Критериями, характеризующими эксплуатационную надёжность способа откачки нефтепродуктов с малой вероятностью образования прогретого гомо-термического слоя (и с малой вероятностью выброса) при пожарах в резервуарах типа РВС, РВСП и РВСПК, являются:

- высокая огнестойкость мокрой стенки (контактирующей с горячей жидкостью);

- возможность использования существующих технологических коммуникаций (трубопроводов, насосов, задвижек и т.п.) для удаления горячей жидкости из зоны горения;

- возможность применения большего количества сил и средств пожарной охраны для защиты (охлаждения) горящего и соседних с ним резервуаров;

- возможность снижения интенсивности горения в процессе откачки горячей жидкости;

- безопасность способа откачки;

- простота способа откачки и его небольшая стоимость.

Верхняя "сухая" часть стального наземного резервуара (выше поверхности горячей жидкости) с нефтепродуктами обычно быстро теряет несущую способность при отсутствии интенсивного её охлаждения. В реальных условиях пожара это, как правило, приводит к обрушению крыши, образованию закрытых пространств (карманов); деформированию стенок, охваченных пламенем пожара, внутрь резервуара и другим нежелательным явлениям. Поэтому быстрая подача воды (в течение 5-10 мин от начала возникновения пожара) автоматической системой охлаждения или от пожарных автомобилей на охлаждение горящего резервуара позволяет сохранить устойчивость его стенки, находящейся выше поверхности горячей жидкости, на которой смонтированы пеногенераторы и кольца орошения.

Нижняя часть стенки стального резервуара, заполненного горячей жидкостью, подобно водонаполненной конструкции, обладает высокой степенью огнестойкости, что позволяет ей удерживать жидкость в резервуаре практически до полного выгорания (если даже резервуар не охлаждается) независимо от состояния верхней части. Однако, если верхняя "сухая" часть открыто горящего продукта в стальном наземном резервуаре по какой-то причине не охлаждается, то при деформации этой части стенки могут появляться трещины и неплотности из-за появления больших температурных напряжений.

Перед началом откачки (в процессе подготовки к откачке) рекомендуется удалить воду, находящуюся в нижней части резервуара, через дренажные устройства до минимально возможного уровня.

Регулируемая откачка горящих открытым пламенем нефтепродуктов из резервуаров позволяет осуществлять целенаправленные оперативные действия по локализации пожара в сжатые сроки после его возникновения. Так, опыты по тушению пожара в резервуаре с нефтепродуктом различными способами показали, что при подаче пены навесными способами (пенными стволами, пеногенераторами, смонтированными на гребёнке коленчатого подъёмника) на поверхность зеркала горящей нефти полностью заполненного резервуара при скорости ветра более 4-5 м/с значительная её часть сносится ветром и не попадает в резервуар. Поэтому при пожаре в полностью заполненном резервуаре целесообразно перед подачей в него пены часть нефтепродукта откачать безопасным способом. Это можно произвести за период сосредоточения привозных сил и средств (пожарной техники, пенообразователя, личного состава) пожарной охраны, который может длиться от 40 мин до 2-х и более часов. И если количество этих сил и средств будет достаточным (по мнению руководителя тушения пожара), чтобы потушить пожар, то откачка может быть прекращена и в резервуар будет подана пена. В этом случае откачка горящей жидкости будет вспомогательной операцией. Но если пожар потушить не удаётся, то откачку можно будет продолжить.

Существующие в резервуарных парках и на нефтебазах технологические коммуникации и насосные позволяют производить откачку открыто горящих нефтепродуктов до предельно-возможного допустимого уровня. Время (длительность) откачки зависит от диаметров приёмо-раздаточных патрубков и их количества, производительности подпорных, основных, зачистного насосов, насосов внутри парковых перекачек, наличия свободных ёмкостей или возможности откачки жидкости в нефтепродуктопровод или на танкер.

Для создания безопасных условий управления задвижками при пожаре в резервуаре, особенно при горении нефтепродукта не только в резервуаре, но и в его обваловании, а также для использования технологических трубопроводов для подачи в резервуар пены под слой горящего нефтепродукта, в резервуарных парках следует провести работу по размещению (выносу) технологических задвижек на ПРП и задвижек газоуравнительной обвязки за пределы обвалования. Коренные задвижки должны находиться постоянно в открытом состоянии; их закрытие следует производить только на период ремонтных работ на самом резервуаре, задвижках или коммуникациях этого резервуара.

На ПРП предусмотрено устройство управляемых дистанционно или неуправляемых клапанов – хлопуш, предназначенных для перекрытия ПРП в нерабочем состоянии (в дополнение к перекрыванию задвижками). Были случаи, когда в условиях пожара из-за невозможности открытия хлопуш на приёмо-раздаточных трубопроводах не удавалось производить откачку жидкости. Поэтому необходимо предусмотреть дистанционное управление хлопушами (из операторной) или их привод предусмотреть с обвалований резервуаров, чтобы обеспечивалось открытие хлопуш при любых условиях, в том числе при горении нефтепродукта в обваловании.

С понижением уровня горячей жидкости ниже узла управления хлопушей из-за воздействия высокой температуры может произойти обрыв троса, удерживающего хлопушу и перекрытие ПРП, то есть в резервуаре могут остаться нефтепродукты высотой более 1 м, которые невозможно удалить через ПРП. Чтобы исключить опасность обрыва троса и перекрытие трубопровода закрывшейся хлопушей, целесообразно хлопуши, которые установлены на ПРП внутри резервуаров, заменить на хлопуши, устанавливаемые в ПРП снаружи резервуаров.

При нормальной эксплуатации магистральных продуктопроводов и резервуарных парков, к которым подведены продуктопроводы, постоянно существует возможность откачки в них горючих жидкостей при пожарах. Производительность основных насосов магистральных нефтепродуктопроводов больше производительности подпорных насосов, поэтому время откачки нефтепродуктов или других горючих жидкостей из резервуара при пожарах регламентируется, в основном, производительностью подпорных насосов, установленных в насосных станциях, и диаметрами ПРП.

Особенно целесообразно производить откачку ЛВЖ и ГЖ из резервуаров больших объёмов типа РВС или РВСП с сорванной или подорванной крышей, в которых образовались закрытые карманы, и из резервуаров типа РВСПК или РВСП с затонувшей или поврежденной плавающей крышей или понтоном.

После откачки нефтепродукта из резервуара при пожаре до минимально возможного уровня разлива руководителем тушения пожара могут рассматриваться три варианта действий:

- дальнейшая откачка оставшегося нефтепродукта;
- тушение оставшегося нефтепродукта привозными средствами;
- контролируемое выжигание оставшегося нефтепродукта.

Безопасный способ откачки нефтепродуктов может также с успехом использоваться при необходимости их быстрой откачки из резервуаров, находящихся в аварийном состоянии.

Рассматриваемые в настоящей статье вопросы, несомненно, привлекут внимание работников пожарной охраны МЧС России, служб эксплуатации и ведомственной пожарной охраны нефтебаз и резервуарных парков магистральных нефтепродуктопроводов. Мнения специалистов будут учтены авторами в дальнейшей работе над безопасным способом откачки нефтепродуктов из резервуаров при пожарах.

Литература

1. **Руководство** по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. М.: ГУГПС – ВНИИПО – МИПБ, 1999.
2. **Клубань В.С., Фам Хуи Куанг.** Обоснование возможности откачки нефти и нефтепродуктов из горящих резервуаров во Вьетнаме // Матер. 2-й междунар. науч.-техн. конф. "Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации". М.: Академия ГПС МЧС России, 2013.
3. **Безродный И.Ф., Гилетич А.Н., Меркулов Б.А. и др.** Тушение нефти и нефтепродуктов. Пособие. М.: ВНИИПО МВД России, 1996.
4. **Швырков С.А., Горячев С.А, Сучков В.П., Клубань В.С., Петров А.П. и др.** Пожарная безопасность технологических процессов – М., Академия ГПС МЧС России, 2012.