

В. С. Клубань, Л. Т. Панасевич, Ле Вьет Хай
(Россия, Вьетнам)
(Академия ГПС МЧС России; e-mail: klvls@mail.ru)

БЕЗОПАСНАЯ ОТКАЧКА НЕФТИ ИЗ ГОРЯЩИХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

Рассмотрены основные причины выбросов нефти из горящих вертикальных стальных резервуаров и предложены мероприятия по их предотвращению. Для предотвращения выбросов горячей нефти и вскипаний при пожаре в резервуаре предлагается производить принудительное интенсивное перемешивание нефти с использованием систем размыва донных отложений.

Ключевые слова: выброс, пожар, резервуарный парк, гомотермический слой, водяная подушка, перемешивание нефти.

Для обеспечения пожаровзрывобезопасности при хранении нефти необходимо не допускать возникновения пожаров и взрывов на территории резервуарных парков, а также обеспечить быстрое тушение горящих резервуаров с уменьшением потерь от сгоревших жидкостей и исключением выбросов горящих пожаровзрывоопасных веществ.

При тушении горящих резервуаров с нефтью иногда происходят выбросы и вскипания горячей жидкости, так как при её горении образуется гомотермический слой, в резервуарах всегда имеется слой подтоварной воды и, кроме этого, при тушении пожара в нефть попадает вода, в том числе и вместе с пеной.

Горение нефти и нефтепродуктов в резервуарах может сопровождаться вскипанием и выбросами. Вскипание жидкости происходит из-за наличия в ней взвешенной воды, которая при прогреве горячей жидкости выше 100 °С испаряется, вызывая вскипание нефти или нефтепродукта. Вскипание может произойти примерно через 60 мин горения при содержании влаги в нефти (нефтепродукте) более 0,3 % (например, для резервуарного парка ООО "Марийский нефтеперерабатывающий завод" содержание влаги в нефти составляет 0,5 %). Вскипание также может произойти в начальный период пенной атаки, при подаче пены на поверхность горючей жидкости с температурой кипения выше 100 °С. Этот процесс характеризуется бурным горением вспенившейся массы продукта.

При горении жидкости на верхнем уровне разлива возможен перелив вспенившейся массы через борт резервуара, что создаёт угрозу людям, увеличивает опасность деформации стенок горящего резервуара и перехода огня на соседние резервуары и сооружения.

Гомотермический слой – нагретый слой нефти, которая является многокомпонентной жидкостью, температура в котором обычно равна или выше температуры на поверхности горячей жидкости. Образование гомотермического слоя происходит за счёт частичного выгорания лёгких фракций многокомпонентной горючей жидкости и частичного оседания более тяжёлых фракций

этой жидкости. Механизм формирования нагретого гомотермического слоя можно представить следующим образом: верхний слой горячей жидкости, потерявший в результате выгорания более лёгкие фракции, становится тяжелее нижележащих слоёв, нагретых до той же температуры, и постепенно опускается до холодной жидкости. При нагревании холодной нефти, прилегающей к нижней границе гомотермического слоя, происходит всплывание её к поверхности горения и частичное выгорание. Возникающий противоток обеспечивает равномерное распределение плотности, выравнивание температуры во всём нагретом слое и увеличение его толщины, которая увеличивается со временем [4]. Скорость нарастания гомотермического слоя для нефти (0,25-0,36) м/ч, его температура может достигать до 130-160 °С и более [1].

Если нефть является обводнённой (в ней имеется вода), то температура прогретого слоя может достигать 200-250 °С [2]. Когда нагретый слой достигает водяной подушки (слоя подтоварной воды, находящейся на дне резервуара), вода нагревается выше 100 °С, бурно вскипает, что приводит к интенсивному парообразованию. Водяной пар с большой силой выталкивает горящую жидкость из резервуара (происходит её выброс), либо происходит вскипание и перелив горячей нефти через стенку резервуара) [4].

Выбросы могут происходить также из открытых амбаров, заполненных нефтью. Так, 21 января 1901 года загорелась нефть, хранящаяся в вырытом в земле открытом амбаре, вмещающем около 100 тыс. тонн на нефтепромыслах братьев Нобелей в Баку. В этом амбаре дно было покрыто слоем воды, а стены были густо обмазаны глиной для предотвращения просачивания нефти в почву.

Горящая нефть прогревалась в глубину, к исходу первых суток произошло бурное вскипание воды, которая покрывала дно амбара, и выброс нефти, которая хлынула через город огненным потоком в сторону морского залива, уничтожая всё на своем пути (здания, жилые дома, бараки рабочих). Во время этого пожара погибло 129 человек, 1,5 тыс. человек лишились крова [2].

Защита от выброса горячей нефти в настоящее время в основном сводится к недопущению возникновения пожара в нефтяных резервуарах и его тушению (до возникновения выброса).

Для предотвращения образования гомотермического слоя и/или его разрушения горящую жидкость в резервуаре следует перемешивать.

Одним из надежных способов предотвращения образования гомотермического слоя является перемешивание нефти в горящем **резервуаре вертикальном стальном (РВС)**. Большая часть нефтяных резервуаров, находящихся в эксплуатации в России, оборудована системами размыва донных отложений (мешалки типа "Диоген", "Тайфун" и аналогичные им, а также системы размыва и предотвращения накопления парафинистого осадка), поэтому наиболее приемлемым и экономичным способом перемешивания нефти является её перемешивание этими системами размыва.

Рассмотрим особенности устройства и работы этих систем размыва отложений.

Мешалки типа "Диоген" или "Тайфун" устанавливаются на крышках люков-лазов, расположенных на первом поясе РВС, и предназначены для размыва тяжёлых смоло-парафинистых отложений, которые накапливаются на днищах этих нефтяных резервуарах в процессе эксплуатации.

Принцип работы мешалок указанных типов заключается в том, что при их работе образуется направленная затопленная струя нефти над днищем резервуара, создаваемая пропеллером мешалки, а также происходит её угловое возвратное движение (рис. 1) [4]. При этом происходит размыв тяжёлых донных отложений (осадка), находящихся на днище резервуаров, без вывода этих резервуаров из эксплуатации.

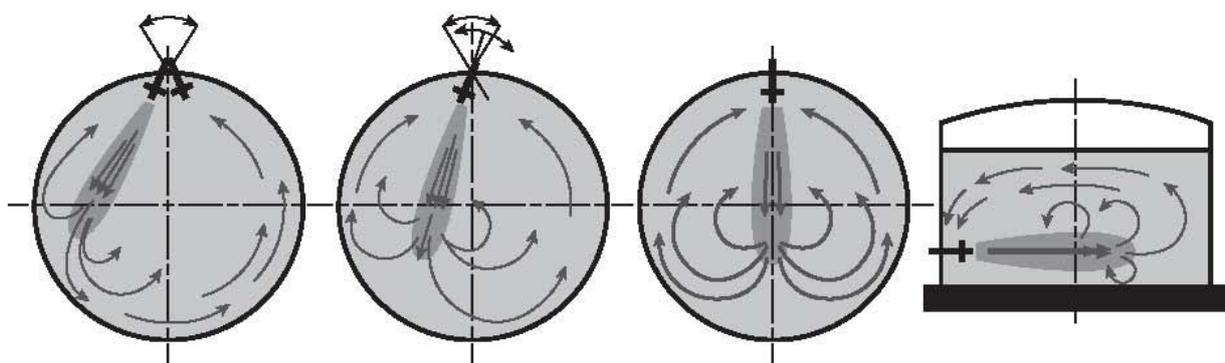


Рис. 1. Схема направления потоков жидкости в резервуаре при работе устройства "Тайфун"

При перемешивании массы нефти, находящейся в резервуаре, тяжёлые парафинистые отложения, осадки и механические примеси отрываются от днища, взвешиваются в общей массе нефти и затем откачиваются вместе с нефтью в магистральный нефтепровод или в другие резервуары. Мешалка имеет автоматический привод перемещения вала и может работать непрерывно в течение нескольких суток, перемещая затопленную струю нефти по всей поверхности днища резервуара. В резервуарах объёмом до 20 тыс. м³ обычно смонтирована одна мешалка, объёмом 50 тыс. м³ – две мешалки [4].

Системы размыва парафинистого осадка (например, СР-20000МН для резервуаров РВС-20000 или СР-50000МН для РВС-50000 и другие) также применяются для размыва парафинистого осадка в процессе эксплуатации резервуаров. Указанные системы размыва и предотвращения накопления парафинистого осадка представляют собой стационарные устройства, монтируемые внутри резервуаров во время их строительства или капитального ремонта. Системы размыва эффективны при производительности подачи (закачки) в них нефти от 1000-2000 м³/ч и выше. Закачка нефти в систему размыва тяжёлых парафинистых отложений обычно производится зачистными или продуктовыми насосами.

При работе системы размыва и предотвращения накопления парафинистого осадка осуществляется размыв осадка без вывода резервуаров из эксплуатации за счёт кинетической энергии нефти, закачиваемой насосом через систему размыва в резервуар. Нефть, выходя из веерных кольцевых пригружённых сопел системы размыва с большой скоростью распространяется по днищу резервуара, смывает осадок и взвешивает его в массе нефти. Взвешенный осадок удаляется из резервуаров вместе с нефтью при её откачке потребителям (на нефтеперерабатывающие заводы, в магистральные нефтепроводы и т.п.).

Примечание: в настоящее время вновь вводимые в эксплуатацию нефтяные РВС, как правило, оборудуются мешалками типа "Диоген", "Тайфун" или аналогичными им.

Из описания сущности работы мешалок и систем размыва осадка можно сделать вывод, что если они перемешивают всю массу нефти при нормальной эксплуатации нефтяных резервуаров, то будучи включёнными в работу при пожаре они будут предотвращать образование гомотермического слоя или способствовать его разрушению (если он начал образовываться или уже образовался), а также будут разрушать водяную подушку, интенсивно перемешивая воду с нефтью.

Следовательно, мешалки и системы размыва осадка, смонтированные (находящиеся) в РВС в работоспособном состоянии, целесообразно использовать при тушении пожаров горящих открытым пламенем резервуаров, для разрушения или предотвращения образования гомотермического слоя и, следовательно, для предотвращения выбросов горячей нефти. Руководителям тушения пожара в горящих нефтяных резервуарах следует иметь в виду, что во всех нефтяных РВС, находящихся в эксплуатации, имеется слой подтоварной воды, поэтому целесообразно обеспечить его удаление (дренирование) средствами, предусмотренными проектом, перед включением мешалок или перед подачей нефти в систему размыва осадка в горящем резервуаре. Оставшаяся после дренирования вода будет перемешиваться вместе с размытыми парафинистыми отложениями и механическими примесями с нефтью, находящейся в горящем резервуаре, и может откачиваться из него насосами.

В соответствии с требованиями п. 13.2.3 СП 155.13130.2014¹, наземные резервуары для нефти и нефтепродуктов объёмом 5000 м³ и более должны быть оборудованы **установками автоматического пожаротушения (АУП)**. Однако, согласно статистике, в тушении большей части пожаров в резервуарах установленные в них АУП не участвуют, в связи с выходом из строя хотя бы одного пеногенератора в начале пожара. Например, в резервуарах со стационарной крышей пожар, как правило, начинается со взрыва паровоздушной смеси в его свободном пространстве, что приводит к подрыву или отрыву крыши, отрыву стенок от днища, повреждению части пеногенераторов или их диафрагм, установленных на верхних поясах стенок РВС, и подводящих к ним трубопроводов.

Если хотя бы один из пеногенераторов типа ГПСС-2000 или ГВПС-2000, установленных на РВС со стационарной крышей, выходит из строя или диафрагмы некоторых пеногенераторов не вскрываются, то количество пены, подаваемой в горящий резервуар, будет недостаточным для ликвидации горения.

¹ СП 155.13130.2014. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности: свод правил

Тушение горящих открытым пламенем нефтяных резервуаров передвижной пожарной техникой, как правило, производится традиционным способом – подачей пены средней или низкой кратности на поверхность горячей жидкости при помощи пеногенераторов, установок типа "Пурга" или мониторов. При этом пожары в нефтяных резервуарах нередко принимают затяжной характер, иногда сопровождаются вскипаниями и выбросами нефти, что приводит к их распространению на соседние резервуары, здания и сооружения, а иногда к травмированию и гибели участников тушения пожара, работников резервуарных парков и нефтебаз, к повреждению или уничтожению пожарной техники (автоцистерн, пеноподъемников, пожарных рукавов и т.п.). При увеличении площади разлива вышедшей из горящего резервуара жидкости требуется увеличение количества пенообразователей и воды для тушения и охлаждения соседних с горящим резервуаров и резервуаров, оказавшихся в зоне разлива горячей жидкости. В качестве примера можно привести трагические последствия пожара в резервуарном парке линейной производственно-диспетчерской станции "Конда", произошедшего 22 августа 2009 г., на котором погибли пожарные работники, один резервуар типа РВС-20000 взорвался, горение второго резервуара сопровождалось выбросами нефти, огонь распространился на группу из 6 РВС-20000 [3].

Горение нефти в резервуаре можно ликвидировать не только подачей огнегасительных средств в очаг пожара, но также с помощью её откачки из зоны горения: после удаления из зоны горения горючего вещества горение прекращается [4, 5]. Однако в России откачка нефти при тушении горящих открытым пламенем РВС производится редко из-за боязни угрозы выбросов горячей нефти.

Вместе с тем, при пожарах на всех типах РВС (со стационарной крышей, с понтоном, с плавающей крышей) нередко возникает необходимость откачки нефти из горящего резервуара через технологические трубопроводы в другие резервуары резервуарного парка, в танкеры, находящиеся под загрузкой, в специальные аварийные резервуары, предназначенные для сброса в них нефти из горящих резервуаров, а также в магистральный нефтепровод (при его наличии), а из него – в свободные или не полностью заполненные резервуары головных нефтеперекачивающих станций, находящиеся на значительных расстояниях (400-800 км и более) от резервуарного парка, в котором произошел пожар.

Откачку нефти из горящих резервуаров рекомендуется производить в следующих экстремальных ситуациях: когда горящая нефть выходит в обвалование при повреждении стенки или шва, соединяющего днище со стенкой резервуара, или при прогорании прокладок у задвижек **приёмо-раздаточных патрубков (ПРП)**, количества сил и средств для проведения пенной атаки недостаточно; количества воды для тушения и охлаждения горящего и соседних с ним резервуаров недостаточно, система подслоного тушения не смонтирована, а существующая автоматическая или полуавтоматическая система пожаротушения и система охлаждения вышли из строя и пожар не удалось ликвидировать в начальной стадии его возникновения [4, 6].

Некоторые особенности откачки нефти из горящих резервуаров приведены в приложении 8 "Руководства по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках" [5].

Следует иметь в виду, что откачку нефти из горящих резервуаров можно производить до минимально возможного уровня, так как полностью откачать нефть из стальных вертикальных нефтяных резервуаров типа РВС, РВСП, РВСПК невозможно, поскольку ПРП в них расположены в нижней части стенки на расстоянии 0,35-0,5 м от днища. Так как основная масса резервуаров, эксплуатируемых в России, имеет плоское днище, то ПРП в них врезаны в боковую стенку.

Полностью откачать нефть из стальных вертикальных нефтяных резервуаров можно только в том случае, если их днище имеет коническую форму (конус направлен вниз) и ПРП в них размещены в нижней части конуса днища.

Быструю контролируемую откачку нефти из горящего открытым пламенем резервуара безопасным способом следует осуществлять по одной из следующих схем:

- если резервуары оборудованы мешалками "Диоген", "Тайфун" или аналогичными им и одним или двумя ПРП, то после включения в работу указанных мешалок откачка нефти из горящего резервуара может производиться по одному или одновременно по двум трубопроводам, например, двумя или тремя продуктовыми насосами (по расходному трубопроводу); зачистным насосом и одним-двумя насосами внутрипарковой перекачки (по второму трубопроводу) в резервуары, расположенные на безопасных расстояниях от горящих (находящиеся на отстое или неполностью заполненные резервуары резервуарного парка (парков) нефтебазы или линейной производственно-диспетчерской станции, в танкеры, находящиеся под загрузкой, в специальные аварийные резервуары, предназначенные для сброса в них нефти из горящих резервуаров, а также в магистральный нефтепровод, а из него – в свободные или не полностью заполненные резервуары головных нефтеперекачивающих станций. Мешалки можно включать перед началом откачки, в процессе откачки и работать они могут в течение всего периода откачки до достижения горячей нефтью минимально возможного уровня разлива или до вхождения насоса, задействованного на откачку, имеющего самую низкую производительность, в режим кавитации;

- если резервуары оборудованы системами размыва и предотвращения накопления парафинистого осадка (например, типа СР-20000МН, СР-50000МН или другими) и двумя ПРП (здесь не рассматриваются РВС, оборудованные одним ПРП), то откачка нефти из горящего резервуара может производиться по одному (расходному) ПРП (трубопроводу) тремя-четырьмя продуктовыми насосами в резервуары, расположенные на безопасных расстояниях от горящих, находящиеся на отстое, или в неполностью заполненные резервуары резервуарного парка (парков) нефтебазы. По второму ПРП в это же время должна произ-

водиться закачка нефти в горящий резервуар зачистным насосом или одним из насосов внутрипарковой перекачки. Отбор нефти для закачки в горящий резервуар по второму трубопроводу может осуществляться из любого полностью или частично заполненного нефтяного резервуара, находящегося в резервуарном парке.

Примерное время включения зачистного насоса на подачу нефти в систему размыва устанавливается в зависимости от уровня разлива и от длительности свободного горения нефти в резервуаре, а именно:

- при верхнем уровне разлива зачистной насос на закачку нефти в систему размыва резервуара следует включать через 40-60 *мин* после начала её откачки;
- при времени свободного горения нефти в резервуаре 40 *мин* и более и уровне разлива 5-6 *м* зачистной насос на закачку нефти в систему размыва следует включать через 20-30 *мин* после начала откачки;
- при времени свободного горения нефти в резервуаре 40 *мин* и более и уровне разлива 4,5 *м* и менее зачистной насос на закачку нефти в систему размыва резервуара следует включать одновременно с началом откачки или сначала подать нефть в систему размыва отложений горящего резервуара, а через 10-15 *мин* после начала закачки начать откачку нефти по второму трубопроводу.

Откачку из горящего резервуара в период закачки нефти в систему размыва парафинистых отложений зачистным насосом следует продолжать продуктовыми насосами (тремя, двумя или одним насосом, в зависимости от появления признаков начала кавитации) по расходному трубопроводу.

Рассмотренные схемы откачки могут частично видоизменяться, уточняться на месте в зависимости от производительности насосов, наличия и количества этих насосов, существующих схем откачки и закачки нефти в резервуары. Например, если существующие схемы не позволяют производить откачку нефти насосами внутрипарковой перекачки из одного резервуарного парка в другой этой же нефтебазы, то откачку нефти можно предусматривать без этих насосов; направление откачки нефти продуктовыми насосами можно предусматривать частично в нефтепровод при его наличии (двумя-тремя насосами), а частично – в резервуары резервуарного парка (третьим продуктовым насосом), находящиеся на безопасном расстоянии от горящего.

При откачке нефти из горящего резервуара возможно регулировать минимально-возможный уровень разлива нефти: сначала можно производить откачку четырьмя, тремя или двумя насосами, затем, когда наблюдается начало кавитации, надо выключить один или два насоса, а откачку производить оставшимся (оставшимися) насосами. При повторном появлении кавитации следует выключить ещё один насос. После этого откачка может быть продолжена зачистным насосом или одним из насосов внутрипарковой перекачки. Цикл повторяется до момента, при котором откачка будет производиться одним насосом с самой меньшей производительностью, который должен быть остановлен при вхождении в режим кавитации [6].

Рекомендуется при появлении признаков начала кавитации насоса с самой меньшей производительностью частичным перекрытием задвижки на его напорной линии обеспечить откачку горячей жидкости из резервуара до достижения более минимально возможного уровня разлива.

Оперативный штаб тушения пожара может также принять решение о продолжении откачки оставшейся в горящем резервуаре нефти после останова всех насосов насосной станции, откачивающих нефть, через патрубок водоспуска (сифонный кран) передвижным насосом небольшой производительности.

Если суммарная производительность насосов, задействованных на откачку из горящего РВС (например, РВС-20000) будет 8000-12000 м³/ч, то производительность насоса, задействованного на закачку нефти в этот РВС будет, например, 1800-2200 м³/ч. При этом время откачки из максимально заполненного резервуара (19000 м³) до минимально возможного уровня разлива 1,1-1,4 м может находиться в пределах от 2 до 2,5 часов.

Если из горящего резервуара откачивается нефть, перемешиваемая одной или двумя мешалками или системой размыва осадка, то будет предотвращено образование гомотермического слоя, будет разрушен и частично удалён слой подтоварной воды, а также исключен выброс нефти. Однако, если будет принято решение о тушении пожара методом контролируемого выжигания нефти, то не исключено, что при достижении минимально возможного уровня разлива нефти через какое-то время произойдёт осаждение остатков воды, перемешанной с нефтью (образуется водяная подушка), в РВС через какое-то время может произойти небольшой выброс или вскипание нефти, но большой опасности они представлять не будут, так как количество нефти, оставшейся после откачки, будет сравнительно небольшим, она практически будет догорать.

Вместе с тем, руководители, ответственные за безопасность работ при тушении пожара, должны заранее рассчитывать время возможного вскипания и выброса нефти, обеспечить наблюдение за характером горения в резервуаре. Выбросу и вскипанию предшествуют: возникший глухой шум, характерный для кипящей жидкости, заметно увеличивающаяся высота и яркость пламени (от ярко-красного до желтоватого), уменьшение количества дыма, появление отдельных хлопков (потрескиваний) и вибрация стенок горящего резервуара, особенно верхних поясов [5].

Для обеспечения безопасности личного состава пожарной охраны и работников резервуарного парка при угрозе выброса нефти пожарные автомобили (по возможности) следует устанавливать с наветренной стороны на расстоянии не менее 100 м, обслуживающий персонал и пожарных работников, не занятых в тушении пожара, удалять из опасной зоны, установить сигналы опасности и довести их до лиц, участвующих в тушении, при которых люди отходят на безопасное расстояние.

Литература

1. *Корольченко А. Я., Корольченко Д. А.* Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник. Т. 1, 2. М.: Химия, 2004.
2. *Савельев П. С.* Пожары-катастрофы. М.: Первая образцовая типография, 2003.
3. *Волков О. М.* Версия "домино" на пожаре группы РВС-20000 на линейной производственно-диспетчерской станции "Конда" // Технологии техносферной безопасности. 2013. Вып. 3 (49). 17 с. <http://academygps.ru/ttb>.
4. *Клубань В. С., Федосеева Е. В.* О возможности предотвращения выбросов нефти из горящих вертикальных стальных резервуаров // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. № 1. 2016. С. 60-65.
5. Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. М., 2000.
6. *Клубань В. С., Фам Х. К.* О безопасной откачке нефти и нефтепродуктов из горящих резервуаров // Технологии техносферной безопасности. 2013. Вып. 5 (51). 5 с. <http://academygps.ru/ttb>.

Материал поступил в редакцию 29 марта 2018 г.

Для цитирования: *Клубань В. С., Панасевич Л. Т., Ле Вьет Хай.* Безопасная откачка нефти из горящих вертикальных стальных резервуаров // Технологии техносферной безопасности. – Вып. 1 (83). – 2019. – С. 14-23. DOI: 10.25257/TTS.2019.1.83.14-23.

V. S. Kluban, L.T. Panasevich, Le Viet Hai
(Russia, Vietnam)

SAFE OIL PUMPING FROM BURNING VERTICAL STEEL TANKS

Emissions and effervescence from the burning oil tanks occur because homo-thermal layer is formed when oil is burning. There is a produced water in the tanks and water enters the oil, including with foam when extinguishing a fire. To prevent the formation of a homothermal layer and (or) its destruction, it is proposed to mix the burning liquid in the tank using agitators or paraffin erosion systems mounted in the vertical steel tank. It is proposed to pump oil from burning tanks in extreme situations through process pipelines to other tanks of the tank farm, as well as to the main oil pipeline and to free or incompletely filled tanks of the head oil pumping stations from there. Oil pumping from burning tanks can be made only to the lowest possible level, that is, it is impossible to completely pump out oil from oil reservoirs of the vertical steel tank type. Schemes of fast controlled pumping of oil from tanks burning with an open flame in a safe way are proposed and given.

First, you can pump out with four, three or two pumps, then, when there is a beginning of cavitation, you must turn off one or two pumps, and pump out with the remaining pumps. When cavitation appears again, turn off another pump. The cycle is repeated until the moment when pumping will be performed by one pump with the lowest capacity, which will be stopped when entering the cavitation mode. The issue of extinguishing a fire by the method of controlled burning out of oil after it has been pumped to the lowest possible level is considered, and recommendations are given to ensure the safety of people participating in extinguishing a fire.

Key words: emission, fire, tank farm, homothermal layer, water cushion, oil mixing.

References

1. Korolchenko A. Ya., Korolchenko D. A. *Pozharovzryvoopasnost' veshhestv i materialov i sredstva ih tusheniya* [Fire and explosion hazard of substances and materials and their extinguishing agents. handbook], vol. 1, 2, Himija Publ., 2004.
2. Saveliev P. S. *Pozhary-katastrofy* [Fires-catastrophes]. Moscow, First model printing house, 2003.
3. Volkov O. M. Version "Domino" on the fire of group of vertical steel tanks on the linear production-management station "Konda". *Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti / Technology of technosphere safety*, vol. 3 (49), 2013, 17 p. Available at: <http://academygps.ru/ttb> (in Russian).
4. Kluban V. S., Fedoseeva E. V. About the possibility of preventing oil blowout from burning vertical steel tanks. *Pozhary i chrezvychainye situatsii: predotvrashchenie, likvidatsiia / Fire and Emergencies: Prevention, Elimination*, no. 1, 2016, pp. 60-65 (in Russian).
5. Guidelines for extinguishing oil and oil products in tanks and tank farms. Moscow, 2000.
6. Kluban V. S., Pham H. Q. About save pumping out oil and oil products from the burning tanks. *Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti / Technology of technosphere safety*, vol. 5 (51), 2013, 5 p. Available at: <http://academygps.ru/ttb> (in Russian).

For citation: Kluban V. S., Panasevich L. T., Le Viet Hai. Safe oil pumping from burning vertical steel tanks. *Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti / Technology of technosphere safety*, vol. 1 (83), 2019, pp. 14-23 (in Russian). DOI: 10.25257/TTS.2019.1.83.14-23.