

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ



Научная статья

УДК 622.692.286: 331.45

<https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-2-4-8>

Разработка мероприятий по повышению уровня безопасности труда при эксплуатации резервуаров в весенний период

А. В. Федосов^{id}, Н. Х. Абдрахманов^{id}, О. С. Дьяченко^{id}

Уфимский государственный нефтяной технический университет (г. Уфа, Российская Федерация)

Введение. В работе рассмотрена проблема образования наледи на кольце орошения вертикальных стальных резервуаров (ВСР) в весенний период, угрожающая безопасности персонала при выполнении технологических операций. Обозначена необходимость внедрения средств защиты от наледи, которые позволят освободить товарных операторов от выполнения работы повышенной опасности по очистке льда с сухотрубов.

Постановка задачи. Задачей исследования является обоснование применения возможных способов борьбы с обледенением на кольце орошения резервуаров.

Теоретическая часть. В качестве основной информации приведены современные методы борьбы с обледенением, используемые в отраслях машиностроения, нефтяной промышленности и в строительстве.

Выводы. Предложены варианты использования средств для борьбы с наледью, благодаря которым повысится общий уровень безопасности в резервуарном парке.

Ключевые слова: охрана труда, резервуар, система орошения, обледенение, греющий кабель, противообледенительные жидкости.

Для цитирования: Федосов, А. В. Разработка мероприятий по повышению уровня безопасности труда при эксплуатации резервуаров в весенний период / А. В. Федосов, Н. Х. Абдрахманов, О. С. Дьяченко // Безопасность техногенных и природных систем. — 2022. — № 2. — С.4–8. <https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-2-4-8>

Original article

Development of Measures to Improve Occupational Safety during Operation of Reservoirs in Spring

A. V. Fedosov^{id}, N. Kh. Abdrakhmanov^{id}, O. S. Dyachenko^{id}

Ufa State Petroleum Technological University (Ufa, Russian Federation)

Introduction. The paper considers the problem of ice formation on the spray ring of vertical steel tanks (VST) in spring, which threatens the safety of operating personnel when carrying out technological operations. The necessity of introduction of means of protection against ice is emphasized, which will make it possible to release commercial operators from performance of high risk operations of ice clearing from dry pipelines.

Problem Statement. The task of the research is to substantiate the use of possible ways of icing control on the tank spray ring.

Theoretical Part. As the basic information, the modern methods of de-icing used in mechanical engineering, oil industry and construction are presented.

Conclusions. As a result, the work proposes options for the use of means to fight against icing, through which the overall level of safety in the tank farm will increase.

Keywords: occupational safety, tank, spray system, icing, heating cable, anti-icing liquids.

For citation: Fedosov A. V., Abdrakhmanov N. Kh., Dyachenko O. S. Development of Measures to Improve Occupational Safety during Operation of Reservoirs in Spring. Safety of Technogenic and Natural Systems. 2022;2: 4–8. <https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-2-4-8>

Введение. Проблема обледенения оборудования и сооружений остро стоит перед промышленными отраслями, потому что она напрямую влияет на их долговечность, а также на уровень безопасности при их эксплуатации. Это особенно актуально для северных районов России, где перепады температур в течение суток в период с марта по май могут достигать более 10°C [1].

Находящиеся в континентальной зоне современные резервуары неоднократно испытывают цикл замораживания и оттаивания воды, которая образуется на кольце орошения. Система орошения ВСР представляет собой кольцо полых трубопроводов, расположенных на верхнем поясе и предназначенных для тушения пожара в момент возгорания, а также для охлаждения стенки горящего резервуара. При наступлении аварийной ситуации система орошения срабатывает также и на соседних сооружениях для исключения вероятности перекидывания огня. На сухотрубках системы орошения имеются технологические отверстия для подачи оросительной воды. В весенний период талая вода кристаллизуется на кольце при наступлении отрицательных температур в ночное время, в результате чего на нем образуется наледь, которая даже при регулярной чистке может достигать более 2 м в длину.

Скопление больших масс льда на кольце орошения делает следующие ежедневные производственные операции, выполняемые товарными операторами, опасными для жизни [2]:

- открытие и закрытие коренных задвижек;
- отбор проб;
- дренирование подтоварной воды;
- замер уровня разлива нефтепродукта;
- обслуживание оборудования, находящегося у основания резервуара (сифонный кран, устройство размыва донных отложений, приемо-раздаточное устройство и др.).

Сила тяжести ледяных масс, непрерывно действующих на сухотруб, может привести к износу и разрушению оборудования. Кроме того, возможно нарушение нормального функционирования системы орошения при возникновении аварийных ситуаций.

Проблема сезонности характерна только для резервуаров с кольцом орошения, эксплуатируемых на севере страны. Это задает очень узкий круг ее распространения, мешает нефтяной отрасли разработать общие нормы для защиты кольца орошения от наледи, поэтому предприятия своими силами справляются с ее последствиями [3, 4].

Постановка задачи. Основная задача исследования: обосновать применение технических и химических средств борьбы с наледью на кольцо орошения ВСР для повышения надежности оборудования и безопасности эксплуатационного персонала.

На данный момент основной способ борьбы со льдом — это механическая очистка сухотруба товарными операторами с помощью рабочего инструмента, т.к. зачастую на объекте отсутствуют специализированные скребки. Такой метод уборки наледи может привести к повреждению обшивки резервуара, а неконтролируемое падение сбитого льда угрожает оборудованию на первом поясе.

Процесс очистки ледяных масс относится к работам повышенной опасности, поскольку на оператора начинает действовать ряд опасных факторов [5]:

- высота более 1,8 м;
- скользкая поверхность, которая может стать причиной падения;
- бесконтрольное падение сбитого льда;
- воздействие метеорологических факторов (ветер, снег);
- физически тяжелая работа, затратная по времени.

Поэтому во избежание возможных травм и падений предприятиям следует разрабатывать нормативную документацию, регулирующую данный процесс работы, приводить перечень омедненного оборудования, пригодного для очистки опасных промышленных сооружений.

Уменьшение объема выполняемых работ повышенной опасности, а также действующих вредных и опасных производственных факторов — это одна из задач охраны труда на опасных производственных объектах. Разработка соответствующей документации не решает данную задачу [6, 7], поэтому необходимо рассмотреть альтернативные варианты борьбы с обледенением.

Теоретическая часть. Перспективным направлением в решении проблемы обледенения можно считать предупреждение его образования. В нефтяной отрасли давно применяют специализированные греющие

кабели во взрывозащищенном исполнении для обогрева нефтепродуктов в железнодорожных цистернах, резервуарах, трубопроводах. Одной из основных характеристик кабелей является их способность к саморегулированию температуры обогрева в зависимости от внешней среды. Особая саморегулирующая матрица кабеля способна уменьшать проходящий электрический ток по специальным токоведущим дорожкам за счет расширения полимера внутри кабеля при положительной температуре окружающей среды, и наоборот, увеличивать температуру обогрева благодаря увеличению тока при сужении полимера [8].

Обоснование возможности внедрения греющего кабеля на кольцо орошения резервуара должно начинаться с анализа документации по промышленной безопасности. Использование электрооборудования в зоне допустимо по ГОСТ 12.2.020–76 во взрывозащищенном исполнении. Сейчас существует большое количество компаний, специализирующихся на промышленном обогреве оборудования и сооружений, благодаря чему проблемы с подбором кабеля не возникают.

Основной задачей при подборе греющего кабеля является вопрос о его положении при монтаже. Здесь существуют несколько вариантов:

- монтаж спиралью;
- монтаж вдоль линии сухотруба.

Монтаж спиралью используется для обогрева труб относительно небольшого диаметра. Такой способ укладывает кабель витками и позволяет прогреть большую площадь поверхности. Его очевидным недостатком является то, что сухотруб является перфорированной трубой, а перекрытие этих отверстий нарушит нормальную работу оборудования.

Предпочтительней будет фиксация греющего кабеля параллельно сухотрубу сверху. Таким образом кабель всегда будет виден при осмотре, на него не будет стекать талая вода, а также не предвидится препятствие для работы системы орошения. На рис. 2 черным цветом обозначен греющий кабель на кольце орошения.

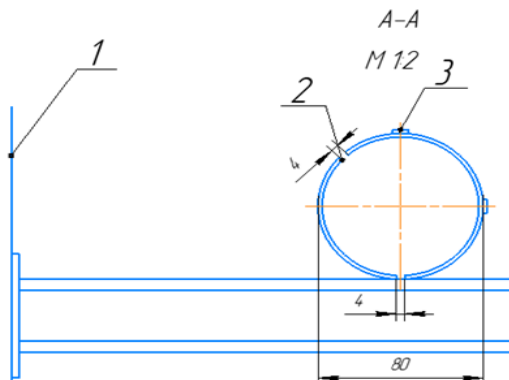


Рис. 1. Схема расположения греющего кабеля на кольце орошения РВС:
1 — стенка РВС; 2 — технологическое отверстие; 3 — греющий кабель



Рис. 2. 3D Модель резервуара с греющим кабелем

Хотя на данный момент на рынке существует множество вариантов греющих кабелей, универсального, обладающего всеми требуемыми техническими характеристиками, пока не предложено. Это может являться направлением для дальнейших исследований проблемы борьбы с обледенением резервуаров.

Внедрение греющего кабеля на кольцо орошения резервуара эффективно решает проблему обледенения и образования наледи, что уменьшает вероятность возникновения несчастных случаев и затруднение работы системы орошения.

Еще одним способом борьбы с обледенением является использование специальных противообледенительных жидкостей (ПОЖ). Химический метод используется в авиационной промышленности для защиты летательных аппаратов перед полетом. Кроме того, гидрофобные составы применяют для обработки крыш и карнизов у общественных сооружений [9].

Основу антиобледенительных композиций составляют органосилаксаны или другие полимеры, которые после присоединения добавок в виде химических наполнителей, растворителей и ингибиторов коррозии позволяют покрытию получить антиадгезионную структуру, работающую по принципу уменьшения сцепления поверхности с жидкостью, благодаря чему вода стекает, не успевая кристаллизироваться.

После обработки антиобледенительными композициями поверхность приобретает ряд свойств:

- гидрофобность;
- пожаростойкость;
- устойчивость к атмосферным осадкам;
- антикоррозионность.

Продолжительный срок службы и низкие экономические затраты на покрытие могут сделать химический метод наиболее востребованным среди предложенных решений. Покрытие кольца орошения гидрофобным составом в теории способно показать отличный результат.

На данный момент не предложен оптимальный состав противообледенительных жидкостей, поэтому дальнейшие исследования в этом направлении являются актуальными.

Такими образом, использование специальных противообледенительных жидкостей возможно для решения проблемы обледенения и образования наледи, которая образуется на кольце орошения резервуаров, что также уменьшает вероятность возникновения несчастных случаев и затруднения работы системы орошения.

Выводы. Существующая проблема обледенения ставит под угрозу безопасность эксплуатационного персонала [10]. В исследовании предложены эффективные методы борьбы с обледенением. Внедрение предложенных способов позволит повысить безопасность при эксплуатации резервуаров в наиболее опасный период года. Для выбора наиболее подходящего метода необходима проверка на практике.

Библиографический список

1. Анисимов, О. А. Климат в арктической зоне России: анализ современных изменений и модельные проекции на XXI век / О. А. Анисимов, В. А. Кокорев // Электронный научный журнал «Вестник Московского университета» — 2016. — № 5. — С. 61–66. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klimat-v-arkticheskoy-zone-rossii-analiz-sovremennyh-izmeneniy-i-modelnye-proektsii-na-xxi-vek> (дата обращения : 15.11.2021).
2. Коршак, А. А. Нефтебазы и АЗС: учебное пособие / А. А. Коршак, Г. Е. Коробков, Е. М. Муфтахов. — Уфа : ДизайнПолиграфСервис, 2006. — 415 с.
3. Абдрахимов, Ю. Р. Управление рисками и техническое регулирование: монография / Ю. Р. Абдрахимов, А. В. Федосов, Н. В. Вадулина. — Уфа : РИЦ УГНТУ, 2013. — 176 с.
4. Принципы разработки информационной модели управления минимизацией рисков опасных производственных объектов нефтегазового комплекса / Н. Х. Абдрахманов, Н. В. Шутов, К. Н. Абдрахманова, [и др.] // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». — 2014. — № 4. — С. 353–367.
5. Энциклопедия безопасности жизнедеятельности: учеб. пособ. / Р. Н. Бахтизин, С. Г. Родионова, Ю. В. Лисин [и др.]. — Москва : Издательский дом Недра, 2017. — 826 с.
6. Надежность технических систем и техногенный риск: учеб. пособ. / В. А. Акимов, В. Л. Лапин, В. М. Попов [и др.] / под общ. ред. М. И. Фалеева. — Москва : Финансовый издательский дом «Деловой экспресс», 2002. — 368 с.
7. Тимофеева, С. С. Современные методы оценки профессиональных рисков и их значение в системе управления охраной труда / С. С. Тимофеева // XXI век. Техносферная безопасность. — 2016. — Т. 1, № 1 (1). — С. 14–24.
8. Бердышев, И. В. Принцип действия и основы монтажа систем антиобледенения и снеготаяния / И. В. Бердышев // Символ науки. — 2020. — № 3. — С. 19–22.

9. Поверхностно-активные вещества в составах противообледенительных жидкостей / Р. Р. Мингазов, Н. Ю. Башкирцев, Ю. С. Овчинникова [и др.] // Вестник технологического университета. — 2015. — Т. 18, № 6. — С. 85–87.

10. Федосов, А. В. Профессиональные риски работников нефтяной промышленности / А. В. Федосов, З. А. Закирова, И. Е. Гусева // Безопасность труда в промышленности. — 2016. — № 6. — С. 70–73.

Поступила в редакцию: 25.02.2022

Поступила после рецензирования: 08.04.2022

Принята к публикации: 08.04.2022

Об авторах:

Федосов Артем Васильевич, доцент кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда» Уфимского государственного нефтяного технического университета (450044, РФ, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1), кандидат технических наук, [ORCID](#), fedsv-artem@rambler.ru.

Абдрахманов Наиль Хадитович, заведующий кафедрой «Промышленная безопасность и охрана труда» Уфимского государственного нефтяного технического университета (450044, РФ, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1), доктор технических наук, профессор, [ORCID](#), anailx@mail.ru.

Дьяченко Оксана Сергеевна, магистрант кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда» Уфимского государственного нефтяного технического университета (450044, РФ, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1), [ORCID](#), oksanasadina@mail.ru.

Заявленный вклад соавторов:

А. В. Федосов — научное руководство, формулирование основной цели исследования, создание методики его проведения, обработка данных наблюдений, редактирование текста; Н. Х. Абдрахманов — определение структуры статьи, критический анализ, редактирование; О. С. Дьяченко — разработка основной концепции исследования, постановка задачи, участие в исследовании.