
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

УДК 628.147.2

Татьяна Евгеньевна Коршунова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация и управление транспортом», SPIN-код: 6220-5997, AuthorID: 814437, Россия, Владивосток, e-mail: korte12@mail.ru

Михаил Сергеевич Скубеев

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Россия, Владивосток, e-mail: tigrestigres1@gmail.com

Оптимизация ремонта жидкостных трубопроводов на предприятиях по ремонту и техническому обслуживанию транспортных средств

Аннотация. Рассмотрен метод ремонта жидкостных трубопроводов замораживанием применительно к предприятиям по ремонту и техническому обслуживанию транспортных средств. Проведен сравнительный анализ характеристик применяемых хладагентов и замораживающего оборудования, на основе которого определены наиболее оптимальные решения в отношении применения методики, хладагентов и соответствующей аппаратуры.

Ключевые слова: жидкостные трубопроводы, замораживание, хладагенты, замораживающее оборудование, углекислота, фреон, азот.

Tatiana E. Korshunova

Far Eastern State Technical Fisheries University, PhD in engineering science, associate professor of the department of transport operation and management, SPIN-cod: 6220-5997, AuthorID: 814437, Russia, Vladivostok, e-mail: korte12@mail.ru

Mihail S. Skubeev

Far Eastern State Technical Fisheries University, Russia, Vladivostok

Optimization of repair of liquid pipelines on the enterprises for repair and technical to service of vehicles

Abstract. In article the method of repair of liquid pipelines by freezing with reference to the enterprises for repair and maintenance service of vehicles is considered. The comparative assaying of performances of applied coolants and the freezing equipment on which fundamentals the optimal decisions concerning application of a technique, coolants and the corresponding instrumentation are defined is carried out.

Keywords: liquid pipe ducts, quiescing, the coolants, the freezing equipment, carbonic acid, freon, nitrogen.

Специализированные предприятия по ремонту транспортных средств и их обслуживанию могут быть небольшими и крупными, состоящими из нескольких помещений, но любое из них предполагает наличие отопительной системы, системы водоснабжения и канализации, направленные на создание и поддержание благоприятных климатических параметров в цехах и других зонах производственного назначения; обеспечение защиты используемого на объектах технологического оборудования от чрезмерного охлаждения; поддержание установленной температуры хранения и эксплуатации всевозможных технических жидкостей и масел; обеспечение нормативного температурного режима в покрасочных камерах; соблюдение режимов технологических процессов ремонта и технического обслуживания автотранспорта и т.д. Однако даже при правильной эксплуатации и своевременном обслуживании трубопроводов топливной системы или системы водоснабжения возможен их выход из строя из-за коррозии, механических воздействий, высокого давления или по каким-либо другим причинам.

Традиционно при выполнении работ по обслуживанию, ремонту и реконструкции трубопроводов в системах отопления и водоснабжения необходимо их вскрывать и опорожнять. При этом неизбежны сброс давления и жидкости из системы, а после ремонта – заполнение ее жидкостью вновь и «развоздушивание» всего трубопровода. Этот процесс довольно трудоемкий и длительный, часто требует привлечения коммунальных служб, что, как правило, приводит к остановке работы предприятия или части его на довольно продолжительное время и, как следствие, к материальным убыткам предприятия.

Для осуществления подобного рода ремонтных работ жидкостных трубопроводов все более широкое применение приобретает метод замораживания труб, позволяющий проводить ремонт и техническое обслуживание трубных систем, установку или замену трубопроводной арматуры, сантехнического оборудования в рабочем режиме предприятия без предварительного слива жидкости со всей системы, так как зона опорожнения в области повреждения или примыкания к нему остаётся ограниченной, благодаря чему становится возможным сократить дорогостоящие простои в работе или вовсе избежать их [1, 2].

Суть метода заключается в замораживании хладагентом небольшой части трубопровода, заполненного жидкостью. Хладагент поглощает теплоту трубы и заполняющей её среды и испаряется. Из-за постоянного поглощения теплоты в области охлаждения в трубе образуется ледяная пробка, которая закупоривает трубу, препятствуя вытеканию воды из системы, позволяя вывести из работы только ремонтируемый участок трубопровода и провести на нем необходимые работы. Образовавшиеся в трубе заглушки остаются в течение всего времени поступления хладагента к месту заморозки. Как только подтверждается факт закупорки, проводятся требуемые работы на участке трубы между ледяными пробками, по завершении которых систему охлаждения демонтируют, а ледяные пробки оставляют для постепенного размораживания за счет восприятия окружающей теплоты либо ускоряют процесс принудительным подогревом. Затем работа трубопровода самопроизвольно возобновляется.

Необходимыми условиями применения метода являются возможность замораживания среды, заполняющей трубопровод с образованием из нее пробки; отсутствие структурных изменений в материале трубы под воздействием хладагента; в месте замораживания труба должна быть полностью заполнена жидкостью; подлежащий замораживанию участок системы не имеет течи; исключена возможность повреждения трубы в процессе заморозки; должны быть учтены дополнительные нагрузки на трубу, вызванные фазовым переходом жидкости в твердое состояние. По имеющимся данным все эти требования возможно реализовать при заморозке труб из нелегированной (углеродистой) и легированной стали, меди, латуни, бронзы, алюминия и металлопластика [1, 2, 3 и др.].

Мини-аппаратура и аппаратура большой производительности для заморозки труб представлена торговыми сетями в различном ценовом диапазоне и в большом ассортименте от

таких компаний-производителей, как Rems (Германия), Rothenberger (Германия), Virax (Франция), Ridge Tool (США) и др. В качестве хладагентов в них используется углекислота с непосредственной подачей к месту заморозки из баллонов либо фреон, подающийся из установок на электрической основе с закрытой циркуляцией хладагента.

Несмотря на ряд достоинств углекислотных аппаратов (простоту конструкции, небольшую стоимость в сравнении с электрическими моделями, автономность работы), в последнее время все большей популярностью пользуются установки на электрической основе с закрытой циркуляцией хладагента.

Большинство электрических аппаратов снабжены устройствами для автоматизированного управления процессом замораживания, что в значительной степени упрощает регулирование всего рабочего процесса ремонта. По сути, электрические установки для замораживания – это холодильные камеры, которые отличаются от холодильника лишь вариантом испарения (испарение вещества осуществляется с клемм аппаратуры). Электрические установки с закрытой циркуляцией хладагента по сравнению с углекислотными не оказывают вредных воздействий на окружающую среду и человека, не нуждаются в хорошо вентилируемом помещении, более безопасны и приспособлены для работы, потребляют небольшое количество электроэнергии, но вместе с тем и существенно более дорогостоящие [3, 4]. Тем не менее следует отметить, что сам по себе фреон, используемый в замораживающих электроустановках, токсичен и при его термическом разложении выделяются токсичные фтористый водород, фосген, окись углерода. Большое скопление паров продуктов разложения фреона может вызывать у человека потерю сознания, сердечные боли, усиленные нехваткой кислорода.

Независимо от применяемого оборудования и хладагента, технологический процесс заморозки труб одинаков: на нужном участке трубы, в зависимости от комплектации применяемого оборудования, накладываются замораживающие колодки, головки, манжеты, клеммы и т.п., к которым подается соответствующий хладагент, и начинается процесс заморозки. Длительность процесса составляет 5–20 мин в зависимости от применяемого хладагента, материала трубы, ее размера, степени изношенности и других факторов.

Компаниями Messer Griesheim (Германия) и Huntingdon Fusion Techniques (Великобритания) в качестве хладагента для замораживания труб используется жидкий азот, которым через снабжающий провод от автоматической станции ожижения азота или баллона с жидким азотом заполняется охлаждающая манжета, установленная непосредственно на необходимом участке ремонтируемой трубы [5–7].

Изыскательские и исследовательские работы, проведенные этими предприятиями, показали, что процесс замораживания жидким азотом сам по себе не приводит к перегрузке стальной трубы:

- в процессе замораживания участка водонаполненного трубопровода при переходе жидкой фазы в твердое (замороженное) состояние изменения объема жидкости перед закупоркой трубы компенсируется трубопроводной системой;

- понижение температуры трубы вызывает осевое изменение длины и, как следствие, возникновение продольных напряжений у жестко закреплённых труб, однако это не является критичным, если материал трубопровода имеет достаточный предел прочности при растяжении;

- перепад температуры между наружной и внутренней стенкой трубы в начале заморозки создаёт дополнительные нагрузки, но у тонкостенных труб с отношением наружного диаметра к внутреннему не более 1,2 это не является критичным вследствие довольно высокой теплопроводности стали. У более толстостенных труб (с отношением наружного диаметра к внутреннему, равным или более 1,2) возникающую нагрузку при разработке технологического процесса замораживания уже следует принять во внимание;

- другие виды нагрузок, например, такие, как рабочее давление, скачки давления, внутренние напряжения зависят от соответствующих трубопроводных систем (вида укладки, рас-

чётных критериев и т. п.), поэтому их необходимо рассматривать только применительно к каждому конкретному случаю;

- по мере выравнивания температуры по сечению стенки трубы к окончанию заморозки нагрузки на трубопровод снижаются до вполне приемлемых.

Исследование влияния температуры жидкого азота (-196 °С) на свойства стальных труб как с аустенитной, так и ферритно-перлитной структурой показали, что они могут быть охлаждены жидким азотом без необратимого изменения структуры, прочности и ударной вязкости. Результат был получен на базе 10 000 испытаний при условии, что участок замораживания трубы не был поврежден механически, не подвержен коррозии и не имел сварных швов [5, 6].

Несмотря на то, что до сегодняшнего дня для заморозки труб широко и успешно используются углекислота или фреон, исследования и опыт работы компаний Messer Griesheim и Huntingdon Fusion Techniques побуждают обратить более пристальное внимание на такой хладагент, как азот.

Азот не токсичен, безопасен для человека, удобен в производстве, хранении и транспортировании, относительно дешев, его можно производить непосредственно из воздуха. Генераторы, вырабатывающие жидкий и газообразный азот непосредственно из атмосферного воздуха, широко представлены на рынке компаниями Kelvin IC (США), SmartGreenTech (Россия), MMR Technologies Inc (США), Химэлектроника (Россия) и компаниями Швейцарии, Германии, Франции, Турции, Японии, Кореи, Китая, цена которых сопоставима со стоимостью установок на электрической основе с закрытой циркуляцией хладагента.

Учитывая достоинства азота в сравнении с другими хладагентами, нами был проведен эксперимент по заморозке жидким азотом участка стальной водопроводной наполненной водой трубы диаметром 20 мм, поступающим из сосуда Дьюара. Время заморозки на одновременное образование ледяных пробок с одной и другой стороны участка трубы составило чуть больше 1 мин при суммарном расходе азота 0,07 л. Таким образом, было установлено, что длительность заморозки труб одинакового диаметра жидким азотом в 3–4 раза меньше [3, 8, 9], чем углекислотой или фреоном. Несмотря на то, что стоимость углекислоты в 2–3 раза ниже стоимости жидкого азота, время заморозки азотом значительно меньше, и он лишен тех недостатков, которые присущи углекислоте или фреону. Стоимость же фреона значительно выше стоимости азота.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

- применение метода заморозки труб для осуществления ремонта и обслуживания водопроводных и отопительных систем на промышленных предприятиях, включая предприятия по ремонту и техническому обслуживанию транспортных средств, является целесообразным и экономически оправданным;

- использование жидкого азота для замораживания труб более предпочтительно по сравнению с такими хладагентами, как углекислота и фреон с точки зрения экологической безопасности и сокращения времени процесса заморозки, а также снижения затрат на проведение ремонта трубных систем;

- стоимость установок для замораживания жидким азотом сопоставима со стоимостью установок на электрической основе с закрытой циркуляцией хладагента и может окупиться за непродолжительное время;

- заморозка жидким азотом из накопителя (сосуда Дьюара, термоса, криоцилиндра) эффективна в условиях небольшого предприятия. На более крупных предприятиях целесообразно использовать небольшую мобильную станцию по выработке азота, способную производить его как в жидком, так и в газообразном состоянии, применяя ее не только при проведении ремонтных работ сантехнического оборудования и трубных систем, но и на шиномонтажном участке для реализации современной технологии наполнения шин транспортных средств газообразным азотом.

Список литературы

1. Сахаров А. Технология ремонта труб методом замораживания [Электронный ресурс] // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2009. № 6. URL: <https://www.c-o-k.ru/articles/tehnologiya-remonta-trub-metodom-zamorazhivaniya> (дата обращения: 25.02.2020).
2. Сахаров А. Ремонт труб методом замораживания // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2010. № 9(105). С. 18–21.
3. Руководство по эксплуатации (инструкция) Rems Frigo 2 [Электронный ресурс]. URL: http://rems-shop.ru/zamorozka_trub/cat/Elektricheskij-apparat-dlya-zamorozki-trub---REMS-Frigo/ (дата обращения: 26.02.2020).
4. Сахаров А. Развитие электрического оборудования для замораживания [Электронный ресурс]. URL: <http://w-k-o.ru/stat/id45> (дата обращения: 26.02.2020).
5. Messer Group [Электронный ресурс]. URL: <https://www.messergroup.com/ru/home> (дата обращения: 02.03.2020).
6. Hardness and dimensional stability thank cooling energy. Nitrogen cooling ensures efficient transformation of retained austenite into martensite [Электронный ресурс]. URL: https://www.messergroup.com/ru/technical-press-release/-/asset_publisher/UUiga630cfij/content/mit-kalte-zu-harte-und-ma-haltigkeit?redirect=%2Fru%2Ftechnical-press-release&inheritRedirect=true (дата обращения: 02.03.2020).
7. Freeze it and make your Pipe Repair Easy [Электронный ресурс]. URL: https://www.huntingdonfusion.com/index.php/en_gb/products/pipe-freezing-equipment/accu-freez (дата обращения: 05.03.2020).
8. Аппарат «Мороз» для заморозки труб [Электронный ресурс]. URL: <https://www.z-tec.ru/product/apparat-dlya-zamorozki-trub-moroz/> (дата обращения: 06.03.2020).
9. Трубозамораживающий агрегат с хладогентом REMS Эскимо [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tool-pro.ru/prochistka-trub/zamorozka-trub/rems-eskimo.html> (дата обращения: 06.03.2020).

© Коршунова Т.Е., Скубеев М.С., 2020

Для цитирования: Научные труды Дальрыбвтуза. 2020. Т. 53, № 3. С. 53–57.

Статья поступила в редакцию 08.06.2020; принята к публикации 25.09.2020.