

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ:
ОПЫТ. РЕАЛИИ. ПЕРСПЕКТИВЫ**

XXIV Международная научно-практическая конференция по проблемам
защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.
Москва, 6–7 июня 2019 г.
Материалы конференции

**Emergency Prevention:
Experience. Realities. Perspectives**

XXIV International Scientific-Practical Conference for Problems of Population
and Territories Protection in Emergencies
Moscow, June 6–7, 2019.
Proceedings of the Conference

Москва
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)
2019

УДК 614.8
П71

П71 Предупреждение чрезвычайных ситуаций: Опыт. Реалии. Перспективы. XXIV Международная научно-практическая конференция по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Москва, 6–7 июня 2019 г. Материалы конференции / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2019, 332 с.

ISBN 978-5-93970-239-3

В книге собраны материалы проведенной 6–7 июня 2019 г. в г. Москва XXIV Международной научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций «Предупреждение чрезвычайных ситуаций: Опыт. Реалии. Перспективы.» (в рамках Международного салона средств обеспечения безопасности «Комплексная безопасность – 2019»).

На конференции были рассмотрены такие вопросы, как:

национальный и международный опыт предупреждения и профилактики чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

возможности современных технологий мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций;

совершенствование систем оповещения и информирования населения о возможных чрезвычайных ситуациях;

подготовка населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций;

развитие международного сотрудничества в области предупреждения чрезвычайных ситуаций, парирования возникающих угроз населению и окружающей среде.

По итогам конференции была принята итоговая декларация, в которой обобщены выводы и предложения.

Также в рамках конференции были проведены «круглые столы»:

Проблемные вопросы радиационной, химической и биологической защиты населения;

Опыт проектирования и эксплуатации систем мониторинга потенциально опасных объектов.

Книга адресована как специалистам в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, так и широкому кругу читателей.

Материалы публикуются в авторской редакции.

Сборник подготовлен сотрудниками ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) Р.В. Романовым, И.А. Козловым, А.Ю. Чураковой, А.В. Телковым, перевод – Т.Е. Наумовой.

© Авторы, 2019

© МЧС России, 2019

© ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2019

ISBN 978-5-93970-239-3

Направления повышения промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением на нефтеперерабатывающем предприятии

Булавка Ю.А., Учреждение образования «Полоцкий государственный университет», доцент кафедры технологии и оборудования переработки нефти и газа, к.т.н., доцент;

Кожемятов К.Ю., Учреждение образования «Полоцкий государственный университет», аспирант

Directions of industrial safety improvement during exploitation of equipment, working under excessive pressure on refinery

Bulavka J.A., Educational institution Polotsk state University,;

Kozhametov K.Y., Educational institution "Polotsk state University»

Представлены результаты анализа сроков эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением на белорусском нефтеперерабатывающем предприятии, предложены направления повышения промышленной безопасности при работе с данным типом оборудования. Установлено, что высокому риску повышенного износа в процессе эксплуатации, подвержены штуцеры с условным проходом до Ду100, основной металл и металл сварных швов корпуса оборудования.

The results of the equipment service life analysis operating under excessive pressure at the Belarusian oil refinery are presented, the directions of increasing industrial safety when working with this type of equipment are proposed. It was found that the high risk of increased wear during operation, exposed fittings with a conditional passage to DN100, the base metal and metal welds of the equipment body.

Ежегодно в мире на объектах нефтегазовой промышленности происходит около 20 тысяч крупных аварий, причем в последние годы отмечается рост аварийности в нефтеперерабатывающей промышленности [1, с. 2]. Примерами таких аварий могут служить:

авария в марте 2005 года на установке изомеризации одного из крупнейших нефтеперерабатывающих заводов США, принадлежащих компании ВР в Тексас-Сити. Произошел мощный взрыв, за которым последовал сильный пожар, 15 человек погибло и свыше 70 получило ранения;

29 мая в 2008 году в водородной компрессорной установке по вторичной переработке нефти Киришского НПЗ произошел взрыв водородсодержащей смеси, а затем пожар. На месте погиб один человек, четверо скончались в больнице, ущерб от аварии составил 107 миллионов рублей;

7 августа 2011 года возник пожар на Хабаровском НПЗ, горели разлившееся топливо и установка насосной станции на общей площади 50 м². Пострадало 5 человек, из которых 2 погибло;

15 июня 2014 года на установке газофракционирования Ачинского НПЗ произошел пропуск углеводородного газа, который привел к объемному взрыву и пожару. Погибло 8 человек, 7 человек были госпитализировано, всего же число пострадавших – 24 человека, ущерб составил примерно 800 млн долларов.

В Республике Беларусь проводится целенаправленная государственная политика в области промышленной безопасности. Однако состояние аварийности на производстве продолжает оставаться сложной социально-экономической проблемой [3, с. 130; 4, с.300].

Статистические данные показывают, что крупные аварии на НПЗ в большинстве случаев происходят из-за утечек горючей жидкости и пара или углеводородного газа, возникающих в основном по следующим причинам (в порядке убывания) [5, с.185]: нарушение правил эксплуатации, технологического регламента; дефекты строительно-монтажных работ, некачественный монтаж и ремонт оборудования; дефекты изготовления оборудования и материалов; отступление от требований проектно-технической документации; износ оборудования, утечки продукта через прокладки, торцовые уплотнения, сальники, коррозия оборудования, прогар труб в печах; конструктивное несовершенство оборудования; внешние природные и техногенные воздействия; несовершенство проектных решений, переполнение промканализации; переполнение емкостей, резервуаров и др.

Цель данного исследования – выполнить анализ эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением на НПЗ, и предложить направления повышения промышленной безопасности.

В качестве объекта исследования принято оборудование, работающего под избыточным давлением на белорусском нефтеперерабатывающем предприятии полного цикла; изучены оборудование колонного, емкостного и реакторного типов, теплообменное оборудование (в т.ч. кристаллизаторы), сепараторы и фильтры. Экспертно-статистическими и аналитическими методами выполнен комплексный анализ ремонтной документации за период 2008-2018 гг. и сроки эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением на белорусском нефтеперерабатывающем предприятии.

Результаты и их обсуждение. Оборудование колонного типа на исследуемом предприятии составляет 6% от общего числа оборудования. К данному типу, согласно ГОСТ 31838-2012, относят цилиндрические вертикальные сосуды постоянного или переменного сечения, оснащенные внутренними тепло- и массообменными устройствами (тарелками или насадкой), а также вспомогательными узлами (ввода жидкости, устройствами для размещения насадочных элементов и т.д.), обеспечивающими проведение технологического процесса (например, ректификации или прямого теплообмена между паром (газом) и жидкостью и др.). Анализ ремонтной документации за период 2008-2018 гг. показал, что наиболее высокая частота работ по замене штуцеров с условным проходом до Ду100 (37% объема работ), замене внутренних устройств (23%), замене штуцеров с условным проходом Ду100 и более (21%); при этом реже выполняются работы по ремонту основного металла и металла сварных швов корпуса (около 19% объема работ).

Сепараторы составляют 6% от общего числа изучаемого оборудования, относятся к оборудованию отстойного типа, схожи по конструкции с аппаратами колонного типа, но отличаются меньшими размерами, снабжены меньшим количеством тарелок, либо вместо тарелок установлена переливная пластина для разделения жидкостей по плотности. По максимальной частоте проводимых видов ремонтов сепараторов выделяются работы по замене штуцеров с условным проходом до Ду100 (76% объема работ); небольшой процент работ приходится на остальные виды ремонта (ремонт основного металла и металла сварных швов корпуса – 11%, замена штуцеров с условным проходом Ду100 и более – 9%, замена внутренних устройств – 4%).

Фильтры составляют 7% от общего числа изучаемого оборудования, относятся к аппаратам для осуществления процесса фильтрования. Наибольшей частотой характеризуются ремонты на фильтрах по замене штуцеров с условным проходом до Ду100 (71% объема работ); незначительный процент приходится на остальные виды ремонтов (ремонт основного металла и металла сварных швов корпуса – 19% и замена штуцеров с условным проходом Ду100 и более – 10%), что обусловлено небольшим средним сроком эксплуатации данного вида оборудования.

Оборудование реакторного типа составляет 2% от общего числа изучаемого оборудования, относится к сосудам, в которых протекают химические реакции, в том числе – в присутствии катализатора. Характеризуется, как правило, наличием высокого давления и температуры. По максимальной частоте проводимых видов ремонта реакторов выделяются работы по ремонту основного металла и металла сварных швов защитного кожуха (75% объема работ), 13% работ приходится на замену внутренних устройств реакторов.

Оборудование емкостного типа составляет 41% от общего числа изучаемого оборудования, относится к сосудам, герметично закрытым емкостям (делят на стационарно установленные и передвижные) согласно ТР ТС 032/2013, предназначенным для ведения химических, тепловых и других технологических процессов, а так же для хранения и транспортировки газообразных, жидких и других веществ. Наибольшей частотой характеризуются ремонты оборудования емкостного типа, включающие замену штуцеров с условным проходом до Ду100 (70% объема работ), по 15% объема работ приходится на замену штуцеров с условным проходом Ду100 и более и ремонт основного металла и металла сварных швов корпуса.

Оборудование теплообменного типа составляет 37% от общего числа изучаемого оборудования, относятся к оборудованию, предназначенному согласно ГОСТ 31842-2012 для передачи тепла при неизотермических условиях эксплуатации. По максимальной частоте проводимых видов ремонтов оборудования теплообменного типа выделяются работы по ремонту основного металла и металла сварных швов корпуса (31% объема работ), работы по замене штуцеров с условным проходом до Ду 100 (30% объема работ), замене и ремонту перегородок распределительных камер (24% объема работ).

Специфической разновидностью теплообменного оборудования являются скребковые кристаллизаторы [15-17]. На исследуемом предприятии такое обо-

рудование составляет всего 1% от общего числа оборудования, однако средний срок эксплуатации кристаллизаторов значительный – составляет 49,2 года. Анализ ремонтной документации по ремонтам, проводимым на кристаллизаторах показал, что единственный вид ремонта – замена внутренних либо реже наружных труб, как основных изнашиваемых частей данного типа оборудования.

В таблице 1 приведены средние сроки эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением на белорусском нефтеперерабатывающем предприятии.

Таблица 1

Сроки эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением на НПЗ

Тип оборудования, работающего под избыточным давлением	Средний срок эксплуатации на НПЗ
Оборудование колонного типа	38,6
Оборудование емкостного типа	34,8
Оборудование реакторного типа	32,8
Теплообменное оборудование	31,2
Сепараторы	28,3
Фильтры	25,0

Таким образом, дольше всего эксплуатируется оборудование колонного, емкостного и реакторного типов. При этом, заявленный разработчиком срок службы сосудов, работающих под избыточным давлением, как правило, составляет 20 лет.

Комплексный анализ жизненного цикла оборудования, работающего под избыточным давлением на белорусском нефтеперерабатывающем предприятии, показал, что высокому риску повышенного износа в процессе эксплуатации, требующему ремонта, подвержены штуцеры с условным проходом до Ду100, основной металл и металл сварных швов корпуса различного оборудования.

Причина частой замены штуцеров с малым условным проходом связана с небольшим запасом между исполнительной и отбраковочной толщинами патрубков штуцеров. Так, например, для штуцера Ду50 по расчету на прочность достаточно и наиболее часто применяется труба с номинальной толщиной 4 мм. В соответствии с инструкцией по ревизии, ремонту и отбраковке, принятой на исследуемом предприятии, отбраковочная толщина для патрубка штуцера Ду50 составляет 2,0 мм, если в расчете на прочность не указано иное, большее значение. Исполнительная же толщина стенки в результате погрешности при изготовлении зачастую составляет порядка 3,8-3,9 мм. При этом на практике такие штуцера бракуются при толщине 2,5-2,7 мм, как приближающиеся к отбраковочным, для повышения надежности и безотказности работы в межремонтный период и недопущения останова технологической установки из-за пропуска продукта. В таком случае, даже при скорости коррозии до 0,1 мм/год, толщины штуцера на практике не хватает на заявленный срок службы сосуда (обычно со-

ставляет 20 лет). Из практического опыта, замена таких штуцеров при ремонте на толстостенные порядка 6-8 мм приводит к безотказной работе данных узлов на протяжении всего жизненного цикла оборудования вплоть до списания.

Таким образом, в качестве направления повышения промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением, предполагается, что для нового оборудования целесообразно согласовывать с разработчиками увеличение толщины штуцеров с условным проходом до Ду100. При этом, несмотря на незначительное увеличение стоимости такого оборудования, можно добиться безремонтной эксплуатации оборудования даже после окончания назначенного срока службы.

Причинами ремонта основного металла и металла сварных швов являются скрытые металлургические дефекты и дефекты сварных швов, не выявленные при изготовлении сосуда (аппарата), а также агрессивное воздействие рабочей среды сосуда (аппарата), образование застойных зон, накопление частиц твердой фазы из рабочей среды (окалина, мех примеси и др.), которая контролируется визуально и с помощью ультразвуковой толщинометрии. В местах, вызывающих подозрение на наличие дефектов дополнительно могут проводиться ультразвуковая и цветная дефектоскопии.

По нашему мнению, для минимизации количества ремонтов данного типа необходимо: усилить входной контроль для вновь монтируемого оборудования, усилить контроль за подбором материала для конкретной рабочей среды и рабочих параметров, таких как температура и давление; обеспечить четкое соблюдение норм технологического регламента; для вновь проектируемого оборудования применять современные технические решения для минимизации количества застойных зон.

Полученные результаты исследований по комплексному анализу жизненного цикла оборудования, работающего под избыточным давлением, могут быть эффективно использованы для повышения уровня промышленной безопасности, снижения риска аварий на нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях.

Литература

1. Bulavka Y.A. Mayorava K. I., Ayoub Z. Emergency sorbents for oil and petroleum product spills based on vegetable raw materials // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 451 (1). art. no. 012218. DOI: 10.1088/1757-899X/451/1/012218.

2. Булавка Ю.А. Проблема выбора наиболее опасного аппарата для оценки взрывоопасности технологического блока на нефтеперерабатывающих и нефтехимических производствах//Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. 2016. № 11. С. 125-129.

3. Булавка Ю.А. Анализ производственного травматизма на нефтеперерабатывающем предприятии// Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. В, Промышленность. Прикладные науки. 2011 . № 3. С. 130-137

4. Кожемятов К.Ю., Булавка Ю.А. Анализ практического опыта эксплуатации теплообменного оборудования на нефтеперерабатывающем заводе //Безопасность, современные технологии в энергетике. Всероссийская специализированная научно-практической конференция молодых специалистов (с международным участием), 29–30 марта 2018. сб. докл. : М.: ОАО «ВТИ», 2018. С. 299-304.

5. Краснов А. В., Садыкова З. Х., Пережогин Д. Ю., Мухин И. А. Статистика чрезвычайных происшествий на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности за 2007-2016 гг.//Нефтегазовое дело. 2017. № 6. С. 179-181