

УДК 621.642

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКОВ БЕЛАРУСИ

канд. техн. наук, доц. Л.М. СПИРИДЕНКО, А.И. БОНДАРЧУК
(Полоцкий государственный университет)

Исследуется вопрос технического состояния резервуарных парков Беларуси, находящихся в эксплуатации, в число которых входит более 1500 резервуаров. Самым распространенным типом является вертикальный стальной резервуар. Изучение актов обследования технического состояния показало, что превышение нормативного срока эксплуатации вертикальных стальных резервуаров способствует появлению и прогрессивному развитию коррозионных дефектов конструкции. Наличие критериев оценки коррозии позволит на ранней стадии развития дефекта оценить опасность этого повреждения. Таким образом, приоритетным направлением в обеспечении безопасной эксплуатации вертикальных стальных резервуаров на предприятиях Беларуси выступает разработка методов оценки коррозионных повреждений на основе данных диагностического обследования резервуаров. Данная методика позволит оценить «критичность» дефекта и выбрать оптимальный метод его ремонта. В то же время данная методика оценки опасности позволит поддержать резервуар в работоспособном состоянии, не увеличивая затраты на его обслуживание.

Введение. В процессе добычи, транспортировки и переработки нефти появляется необходимость в использовании емкости для промежуточного или длительного хранения продукта. В качестве объектов такого назначения используют резервуары разной конструкции (изготовленные из стали или железобетона), которые объединяют в группы по хранимому в них продукту, образуя резервуарные парки. Всего в Беларуси находится в эксплуатации более 1500 резервуаров.

Анализ количества резервуаров. Все резервуарные парки предприятий, расположенных в Беларуси, можно распределить по ведомственной принадлежности:

- 1) резервуарный парк предприятий по обеспечению нефтепродуктами (РУП «ПО «Белоруснефть»);
- 2) предприятий по нефтепереработке (ОАО «Нафтан», ОАО «Мозырский НПЗ»);
- 3) предприятий трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов (ОАО «Гомельтранснефть Дружба», ОАО «Полоцктранснефть Дружба», ЧУП «ЗападТранснефтепродукт»);
- 4) другие предприятия (например, министерство обороны).

Резервуарные парки, относящиеся к четвертому пункту, рассматривать нецелесообразно, так как объемы хранимого продукта на территории таких предприятий крайне малы.

Самый многочисленный резервуарный парк располагается на территориях предприятия по обеспечению нефтепродуктами, затем в порядке убывания – предприятий по нефтепереработке и предприятий трубопроводного транспорта (таблица).

Количество резервуаров на предприятиях Беларуси

Распределение предприятий	Название предприятия	Количество резервуаров, %
Предприятия по обеспечению нефтепродуктами	РУП «ПО «Белоруснефть»	55,4
Предприятия по нефтепереработке	ОАО «Нафтан»	35,1
	ОАО «Мозырский НПЗ»	5,2
Предприятия трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов	ЧУП «ЗападТранснефтепродукт»	1,8
	ОАО «Гомельтранснефть Дружба»	1,6
	ОАО «Полоцктранснефть Дружба»	0,9

В данной таблице приведены сведения об общем количестве резервуаров, включая вертикальные, горизонтальные и железобетонные конструкции. Необходимо отметить, что в понятие «вертикальные резервуары» также включены такие типы конструкции, как вертикальные резервуары с понтоном и плавающей крышей.

В [1] приведена классификация всех существующих резервуаров для промышленности по основному используемому материалу для сооружения:

- металлические;
- неметаллические (железобетонные, резиноканевые, из синтетических материалов);
- подземные емкости глубокого заложения, созданные по специальной закрытой технологии в соляных отложениях, в тугопластичных пластах или в пластах крупнообломочных пород.

С учетом анализируемых резервуарных парков предприятий, указанных в таблице, приведенную выше классификацию можно применить для Республики Беларусь. Таким образом, по основному используемому материалу в Беларуси различают следующие типы резервуаров:

- металлические резервуары;
- неметаллические (железобетонные).

По конструктивному решению широко представлены металлические цилиндрические резервуары вертикального и горизонтального исполнения. Согласно рисунку 1, наиболее широко распространенный тип – это вертикальный резервуар, изготовленный из стали (сокращенно РВС). В Беларуси около 77 % от всего количества резервуаров приходится на такой тип конструкции, включая резервуары с понтоном и плавающей крышей.



Рис. 1. Количество резервуаров в Беларуси по типам

Среди приведенных выше предприятий самое большое количество вертикальных стальных резервуаров, около 52 % от всего их числа, сосредоточено на территориях РУП «ПО «Белоруснефть» – крупнейшего в Беларуси государственного предприятия по обеспечению нефтепродуктами. Основная деятельность предприятия связана с равномерным распределением нефтепродуктов по республике путем их перемещения с нефтеперерабатывающих заводов на областные филиалы РУП «ПО «Белоруснефть» и затем на региональные или районные пункты налива. На предприятии можно выделить один из основных технологических процессов – длительное хранение светлых и темных нефтепродуктов.

На предприятиях ОАО «Нафтан» и ОАО «Мозырский НПЗ» расположено около 44 % вертикальных стальных резервуаров от всего их числа в Беларуси.

Для нефтеперерабатывающих заводов важным компонентом является промежуточное хранение полученных в ходе химических процессов продуктов разложения нефти. Поэтому резервуарный парк такого рода предприятий представляет собой группы резервуаров небольших объемов, количество которых зависит от производительности самого предприятия и ассортимента выпускаемой продукции. Следует отметить, что ОАО «Нафтан» – это крупный нефтехимический комплекс, который выпускает различные виды топлива, масла смазочные и битумы, ароматические углеводороды и продукты нефтехимии. На территории этого предприятия расположено более 37 % вертикальных резервуаров.

Резервуарные парки предприятий по трубопроводному транспорту нефти и нефтепродуктов состоят из резервуаров типа РВС только на 4,2 %. Специфика деятельности предприятий заключается в том, что хранение большого количества продукта обеспечивается качественно за счет больших геометрических объемов резервуаров, которые позволяют сократить потери хранимого продукта.

Горизонтальные стальные резервуары (РГС) эксплуатируются для хранения темных нефтепродуктов на предприятиях по обеспечению нефтепродуктами РУП «ПО «Белоруснефть» и их количество равно 75 % от всего числа РГС в Беларуси. Также такой тип конструкции активно используется предприятиями для хранения ароматических углеводородов и продуктов нефтехимии на нефтеперерабатывающих заводах. Так, на ОАО «Нафтан» число РГС составляет 25 % от общего количества.

В Беларуси количество вертикальных железобетонных резервуаров (ЖБР) составляет всего 2 %. Причина нераспространенности заключается в том, что сегодня обслуживание и ремонт ЖБР требует от предприятия больших капиталовложений. При завершении эксплуатационного срока службы железобетонный резервуар, как правило, заменяют на стальной, что позволит сократить затраты, связанные с потерями нефти, тем самым снизить расходы на эксплуатацию и ремонт.

Таким образом, проведенный анализ количества резервуаров в промышленности Беларуси свидетельствует, что наиболее распространенным типом конструкции является вертикальный стальной резервуар.

Анализ технического состояния резервуара. Для каждого предприятия геометрический объем вертикального резервуара связан с технологическим процессом. Правила технической эксплуатации резервуаров для нефти и нефтепродуктов, действующие на предприятиях Беларуси, устанавливают требования для вертикальных резервуаров объемом от 100 м³. По этой причине в анализе не участвуют резервуары емкостью до 100 м³.

Рассмотрим вертикальные стальные резервуары объемом от 100 до 75000 м³, количество которых проиллюстрировано рисунком 2.

Согласно [2] в зависимости от объема, резервуары по степени опасности подразделяются на 4 класса:

- класс I – резервуары объемом более 50000 м³;
- класс II – резервуары объемом от 20000 до 50000 м³;
- класс III – резервуары объемом от 1000 до 20000 м³;
- класс IV – резервуары объемом до 1000 м³.

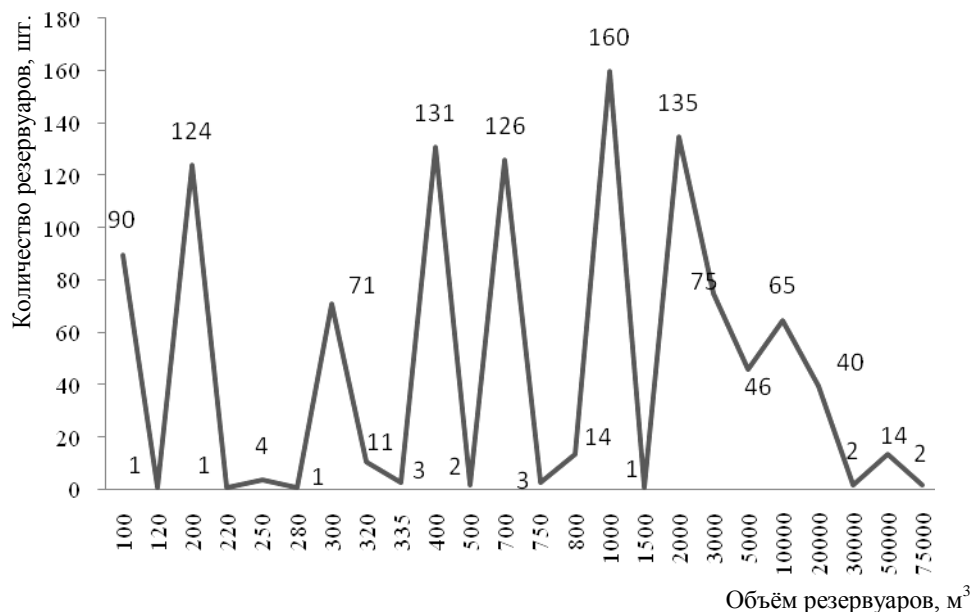


Рис. 2. Количество стальных вертикальных резервуаров в Беларуси объемом от 100 до 75000 м³

Из рисунка 2 видно, что количество вертикальных стальных резервуаров I класса составляет 16 штук, II класса – 42, III класса – 482, IV класса – 582. Полученные данные свидетельствуют о том, что в Беларуси по степени опасности преобладают вертикальные резервуары IV класса объемом до 1000 м³.

Следующим параметром оценки технического состояния резервуарных парков республики является продолжительность их эксплуатации. В соответствии с действующими нормативными документами, срок службы вертикальных стальных резервуаров составляет 20 – 25 лет, если другое значение не указано в проекте. Резервуар является технически сложным конструктивным сооружением. По этой причине параметры конструкции должны соответствовать критериям, установленным технической документацией, в течение всего времени эксплуатации. Другими словами, необходимо поддерживать резервуарный парк в работоспособном состоянии, обеспечив безотказность конструкции и ее элементов для экологически безопасной эксплуатации, что является актуальной задачей в Беларуси, так как среднее значение срока службы анализируемых объектов составляет 39,96 лет.

Изучение актов обследования технического состояния показало, что превышение нормативного срока эксплуатации вертикальных стальных резервуаров способствует появлению и прогрессивному развитию отклонений параметров конструкций от значений, предусмотренных проектом. Таким образом, речь идет о возникновении дефектов конструкции резервуара с течением времени его эксплуатации.

Все дефекты резервуаров, влияющие на эксплуатационную надежность стальных вертикальных резервуаров, можно классифицировать по ряду признаков. Одним из них является классификация *по процессу образования дефекта* [3]:

- дефекты, появившиеся в процессе изготовления металлопроката, – металлургические дефекты: задиры, нарушения геометрии проката, неравномерное легирование, нарушение кристаллической структуры материала, неравномерная термическая обработка и др.;
- дефекты, появившиеся в процессе производства рулонных заготовок, – заводские дефекты: свищи, непровары, гофры, смещения стыкуемых кромок и др.;
- дефекты, появившиеся в процессе транспортировки, – смятие части рулона, локальные вмятины на краю рулона (листа), прогибы в продольном направлении и др.;
- дефекты, появившиеся в процессе монтажа, – монтажные дефекты: некачественная подготовка основания, прожоги в местах установки временных креплений, остатки монтажных приспособлений и др.;
- дефекты, появившиеся в процессе эксплуатации резервуара, – эксплуатационные дефекты: коррозийные дефекты, локальная потеря устойчивости, хлопуны и др.

По первым трем позициям дефекты устраняются после обнаружения при изготовлении металлоконструкций резервуара на производстве либо выбраковываются. Наиболее опасными являются монтажные и эксплуатационные дефекты, появившиеся при некачественном монтаже резервуаров на площадке, и невыявленные в процессе контроля при сооружении.

Монтажные и эксплуатационные дефекты можно классифицировать по *конструктивным элементам резервуара*: основание; днище; окрайки днища; стенка; крыша; вспомогательные элементы (лестница, пожарный трубопровод и др.).

Используя акты обследования технического состояния вертикальных стальных резервуаров, был определен конструктивный элемент, который с учетом климатических условий в Беларуси и режимов эксплуатации в технологических процессах предприятий республики более всего подвергается образованию дефектов. Проведенный анализ актов показал, что стенка вертикального стального резервуара – это самый уязвимый элемент этой конструкции. Результаты анализа представлены на рисунке 3.

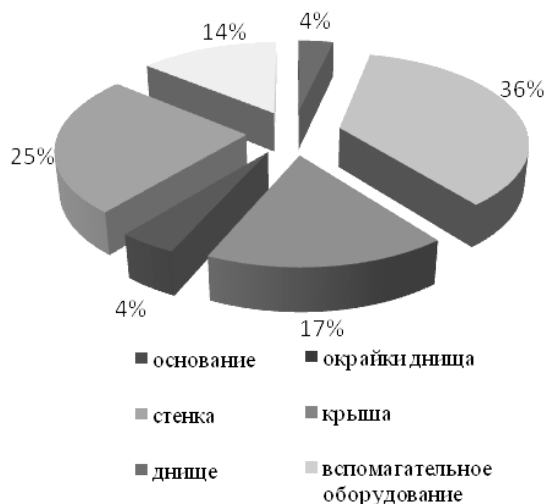


Рис. 3. Дефекты резервуара вертикального стального по конструктивным элементам

К наиболее часто встречающимся дефектам вертикального стального резервуара можно отнести следующие [3]:

- дефекты монтажных сварных швов;
- коррозионные повреждения;
- вырывы металла и остатки при варке монтажных приспособлений на стенке;
- хлопунцы;
- вмятины и выпучины;
- неравномерная осадка основания резервуара;
- недопустимые отклонения от вертикали.

Наряду с вышеперечисленными дефектами коррозионные повреждения являются самым распространенным видом разрушения целостности оболочки. На их долю приходится около 50 % от всего количества дефектов у вертикальных стальных резервуаров. При этом акты обследования технического состояния РВС позволили определить, что коррозионный износ металла конструкции встречается у 84 % резервуаров предприятий Беларуси, приведенных в таблице выше.

Согласно [4] и с учетом актов обследования состояния резервуаров в Беларуси, различают сплошную и язвенную коррозию. Сплошная коррозия – это коррозия, которая охватывает всю поверхность металла конструкции или ее отдельных элементов (например, пояса стенки резервуара или отдельного листа).

Коррозионная язва – это местное коррозионное разрушение, имеющее вид отдельной раковины. Язвенная коррозия характеризуется появлением на поверхности металла отдельных или множественных повреждений. Такой вид коррозии считают самой сложной, поскольку помимо увеличения площади корродируемого участка увеличивается и глубина язвы.

Самым распространенным видом является язвенная коррозия. Она обнаружена в 95 % случаев коррозионного повреждения металла вертикальных резервуаров. При этом нужно отметить, что около 26 % язвенной коррозии привело к образованию сквозного отверстия в элементах конструкции. Согласно [5], возникновение такой ситуации недопустимо в эксплуатации вертикального резервуара. Понятие «сквозное отверстие» означает, что фактическая толщина элемента конструкции вертикального стального резервуара стала меньше отбраковочной величины [5]. С целью обеспечения безопасной эксплуатации резервуаров на предприятиях должны быть предусмотрены профилактические осмотры и обследования объектов.

Профилактические осмотры выполняются ежедневно (каждую смену) обслуживающим персоналом. При проведении осмотра вероятность определения фактической толщины без измерительных при-

боров будет мала, тем более невозможно определить, будет ли она меньше отбраковочной величины. Помимо этого в течение 8 – 10 лет (не реже 1 раза) вертикальный стальной резервуар должен пройти полное диагностическое обследование. Результатом такого обследования служит заключение о его техническом состоянии и определении критериев отбраковки элементов конструкции, что в свою очередь позволит принять решение о необходимости проведения ремонта.

Тогда, с одной стороны, причиной образования коррозионного повреждения в резервуаре может являться несоблюдение графиков текущего и капитального ремонтов, а с другой – отсутствие оценки геометрических размеров коррозии по степени опасности его развития. Наличие критериев оценки, позволят на ранней стадии развития язвенной коррозии оценить опасность этого повреждения до момента наступления критического геометрического размера, близкого к отбраковочному. Оценив по степени опасности коррозию, необходимо принять решение по устранению данного дефекта и выбора оптимального метода ремонта в соответствии с его степенью опасности.

Таким образом, приоритетным направлением в обеспечении безопасной эксплуатации вертикальных стальных резервуаров на предприятиях Беларуси является разработка методов оценки коррозионных повреждений на основе данных диагностического обследования резервуаров. Данная методика позволит оценить «критичность» дефекта и выбрать оптимальный метод его ремонта. В то же время данная методика оценки опасности позволит поддержать резервуар в работоспособном состоянии, не увеличивая затраты на его обслуживание.

Заключение. Анализ актов технического состояния позволил выявить, что самым распространенным типом конструкции в Беларуси является вертикальный стальной резервуар. Основная причина большого количества дефектов таких резервуаров связана с истечением его срока службы. Для обеспечения безопасной эксплуатации резервуарных парков Беларуси необходимо разработать методы оценки коррозионных повреждений металла резервуара по геометрическим параметрам и на основе этой методики предложить оптимальный метод ремонта. Внедрение методики оценки коррозионных повреждений при соблюдении всех норм и правил технической документации позволит предприятию поддержать надежность конструкций резервуарных парков, не увеличивая затраты на их эксплуатацию и устранение последствий аварий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Резервуары для нефти и нефтепродуктов. Конструкции и оборудование / Ф.М. Мустафин [и др.]. – Уфа, 2009.
2. Стальные вертикальные цилиндрические резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов. Правила проектирования и устройства: ТКП 45-5.04-172-2010.
3. Бондарчук, А.И. Выбор методов ремонта вертикальных стальных резервуаров с учетом наличия дефектов / А.И. Бондарчук // Труды молодых специалистов Полоц. гос ун-та. Строительство. Вып. 52. – С. 161 – 163.
4. Стандарт Ассоциации. Резервуары стальные сварные для нефти и нефтепродуктов. Техническое диагностирование и анализ безопасности: СА-03-008-08.
5. Правила технической эксплуатации резервуаров для нефти и нефтепродуктов: ТКП 169-2009.

Поступила 02.12.2013

TECHNICAL CONDITION OF TANK FARM IN BELARUS

L. SPIRIDENOK, A. BONDARCHUK

There are more than 1,500 tanks in operation in Belarus. The most common type is a vertical steel tank. Acts of technical condition show that a regulatory lifetime excess of vertical steel tanks contributes to the emergence and progressive development of corrosion defects in construction. The presence of corrosion assessment criteria allow to assess the danger of damage at early stages of defect. Thus, the priority in ensuring the safe operation of vertical steel tanks at the Belarusian enterprises is to develop methods for assessing corrosion damage on the basis of diagnostic testing of tanks. This technique will allow to estimate the “priority” of the defect and choose the optimal method of repair. At the same time, this technique of risk assessment will allow to support the tank to be operable without increasing the cost of its maintenance.