

*Л.Р. Исанбердина*

(Уфимский государственный нефтяной технический университет;  
e-mail: isanberdina\_lil@mail.ru)

## **КОРРОЗИОННЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ**

*Анализируются некоторые причины коррозионных повреждений металла, а также факторы, влияющие на скорость коррозии стальных резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов.*

*Ключевые слова: коррозия, сталь, резервуар, коррозионные повреждения, сернистые соединения, коррозионная активность.*

*L.R. Isanberdina*

## **CORROSION DAMAGES OF STEEL TANKS FOR THE STORAGE OF OIL AND OIL PRODUCTS**

*Analyzes some of reasons of corrosion metal damages and factors influencing on the corrosion rate of steel tanks for the storage of oil and oil products.*

*Key words: corrosion, steel, tank, corrosion damages, sulfur compounds, corrosion activity.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 28 января 2016 г.

Резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов являются основными технологическими объектами нефтебаз и нефтепроводов [1-2]. Резервуары эксплуатируются при различных условиях окружающей среды. Поэтому при выборе марки стали важным является не только сочетание таких свойств, как хорошая свариваемость, удовлетворительная прочность и пластичность, но и коррозионная стойкость. Таким образом, для надежной и безопасной эксплуатации резервуаров большую роль играет правильный выбор материалов и изучение процесса возникновения их коррозии – разрушения металлов вследствие химического или электрохимического воздействия на них окружающей среды.

При изготовлении различных деталей резервуаров учитывается конструкция резервуара, его ёмкость, технология изготовления и климатические условия эксплуатации. Так, например, для корпусов и днищ цилиндрических резервуаров ёмкостью менее 700 м<sup>3</sup> применяется сталь марки ВСтЗкп.

Для изготовления деталей вертикальных резервуаров (днища, корпуса и кольца жёсткости) ёмкостью 7000-5000 м<sup>3</sup>, эксплуатируемых в районах, где температура не опускается ниже -20 °С, применяется мартеновская спокойная сталь обыкновенного качества ВСтЗ. Сталь данной марки имеет гарантированную ударную вязкость при температуре -20 °С.

При более низких температурах ( $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже) применяется спокойная сталь марки МСтЗ улучшенного раскисления или хорошо раскисленная сталь марки ВСт. У стали марки МСтЗ так же, как и у низколегированных сталей, склонность к хладноломкости меньше, по сравнению с углеродистой сталью обыкновенного качества [3].

Для изготовления нижнего пояса корпуса резервуаров ёмкостью  $10000\text{ м}^3$  независимо от климатических условий рекомендуется применять низколегированные стали (09Г2С, 14Г2 и др.) с гарантированной ударной вязкостью при температуре эксплуатации  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже, для верхнего пояса корпуса, днища и кольца жёсткости – мартеновские спокойные стали марки СтЗ улучшенного раскисления или ВСтЗ.

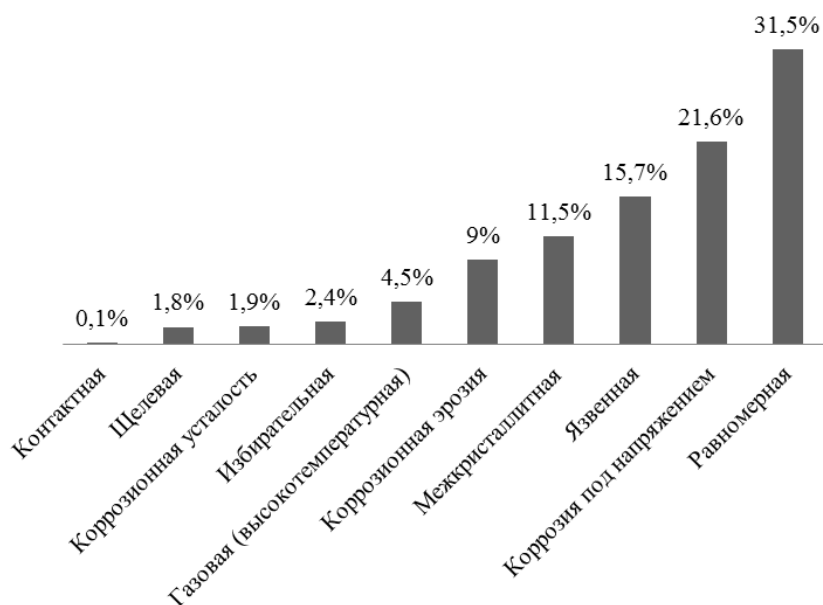
Для нижнего пояса корпуса резервуаров ёмкостью  $30000\text{ м}^3$  и более применяются низколегированные стали после термического улучшения (закалка и высокий отпуск). Улучшение повышает характеристики прочности стали, сохраняя пластичность на необходимом уровне, увеличивает однородность стали, по сравнению с горячекатаной сталью, снижает порог хладноломкости до  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Стали марок ВСтЗкп или ВСтЗпс применяются для изготовления кровли вертикальных цилиндрических резервуаров несущих конструкций покрытия (центральной стойки, колонны и др.), а также лестницы ограждения.

Оценка технического состояния резервуаров проводится в целях установления возможности безопасной эксплуатации, в случае обнаружения дефектов или после исчерпания расчётного срока службы. Техническая диагностика может проводиться посредством исследования химического состава, механических свойств и структуры металла. Для определения остаточного срока службы по коррозионному износу проводят измерения фактических толщин элементов резервуара [4].

Коррозионные повреждения являются поверхностными дефектами металла. Они вызывают местное уменьшение толщины стенки с образованием на поверхности продуктов коррозии, в местах образования некоторых дефектов возникает концентрация напряжений, поэтому своевременное их выявление и устранение является важной задачей.

Фирмой "Дюпон" были проведены статистические исследования различных видов коррозии, результаты оценки их процентного соотношения представлены на рис. 1 [5]. Данное статистическое соотношение можно считать приблизительным, поскольку в работах [1-3] отмечается, что в реальных условиях отдельные виды коррозии встречаются в различных сочетаниях.



**Рис. 1.** Процентное соотношение видов коррозии

По характеру коррозионных повреждений внутренней поверхности и степени воздействия коррозионно-активных компонентов нефтепродуктов резервуар разделяют на следующие характерные зоны: кровля, днище и нижний пояс. В зависимости от вида хранимого нефтепродукта скорость коррозии днища и нижнего пояса, находящихся в контакте с подтоварной водой, составляет 0,4 мм/год и более. Скорость коррозии резервуаров для хранения легких нефтепродуктов может достигать 0,5 мм/год [5-8].

К наиболее опасным видам коррозии относятся точечная (питтинговая) и язвенная, поскольку из-за малых размеров язв и их заполнения продуктами коррозии такое разрушение трудно обнаружить и вовремя устранить. После 3...5 лет на днище и нижнем поясе эксплуатации появляются язвы, глубиной до 4...5 мм.

При длительном хранении в резервуарах нефтепродуктов скорость коррозии возрастает, как правило, от днища к крыше резервуара, что объясняется близостью верхних частей резервуара к газовому пространству, насыщенному кислородом. Анализ продуктов коррозии показывает значительное содержание гидроксида железа (III), что подтверждается при технической диагностике этих резервуаров.

Нефть и нефтепродукты являются коррозионно-активными веществами, поскольку содержат в себе сернистые и кислородсодержащие соединения. Их количество зависит от множества факторов: вида топлива, методов переработки и происхождения нефти. Сера и сернистые соединения оказывают коррозионное воздействие на металлы вследствие непосредственного взаимодействия с металлами или в результате воздействия продуктов окисления данных соединений на металлы [9].

Сернистые соединения, содержащиеся в светлых нефтепродуктах, являются коррозионно-агрессивными уже при низкой температуре [10]. По коррозионной агрессивности они классифицируются на активные (элементарная сера, сероводород, меркаптаны) и неактивные (сульфиды, ди- и полисульфиды, тиофаны, тиофены). Серу и сероводород полностью удаляют из светлых нефтепродуктов, поэтому в товарных топливах содержатся только меркаптаны в строго ограниченном количестве. Нефтепродукты по возрастанию коррозионной активности, зависящей от количества сернистых соединений, можно расположить в следующий ряд: авиационные и автомобильные бензины, реактивные топлива, дизельные топлива.

Кислородсодержащие соединения, содержащиеся в нефтепродуктах, также влияют на их коррозионную активность. Они попадают в нефтепродукты с исходным сырьем, образуются в нефти при её переработке, а в нефтепродуктах – в результате окисления товарных топлив при их хранении и применении.

Кислородсодержащие соединения, входящие в состав нефтепродуктов, представляют собой нафтеновые кислоты. Данные соединения нефти можно разделить на несколько фракций и в порядке уменьшения содержания нафтеновых кислот расположить в следующий ряд: керосиновые, бензиновые, газойлевые и дизельные.

Следует отметить, что сернистые соединения являются более агрессивными для металлов и сплавов, чем продукты самоокисления нафтеновых кислот. Результаты исследований подтверждают, что светлые нефтепродукты, особенно содержащие сернистые соединения и непредельные углеводороды, в коррозионном отношении являются достаточно агрессивными. Но в настоящее время оценить количественные характеристики коррозии металлов под влиянием различных видов товарных топлив пока не представляется возможным. В то же время, оценить потенциальную коррозионную агрессивность каждого конкретного вида топлива возможно, благодаря достаточно исчерпывающим данным о химическом составе товарных топлив и наличии в них сернистых соединений.

## Выводы

Скорость коррозионного повреждения металла резервуара зависит от многих факторов, связанных как со свойствами металла, так и со свойствами среды, внешними воздействиями и условиями защиты данного резервуара. Коррозия его внутренних поверхностей является доминирующим фактором, влияющим на нормативный срок службы резервуара. Для устранения коррозионного разрушения применяются различные виды защиты. Одним из них является применение органических и неорганических ингибиторов коррозии. В целях своевременного выявления и устранения различных дефектов необходимо проводить техническое диагностирование, поскольку материальный ущерб, приносимый коррозией, может достигать огромных размеров.

## Литература

1. *Розенштейн И.М.* Аварии и надежность стальных резервуаров. М.: Недра, 1995. 253 с.
2. *Тарасенко А.А.* Напряжённо-деформированное состояние вертикальных стальных резервуаров при ремонтных работах: монография. М.: Недра, 1999. 270 с.
3. *Гареев А.Г., Худяков М.А., Кравцов В.В.* Разрушение нефтегазового оборудования: учебное пособие. Уфа, 2010. 144 с.
4. *РД 153-112-017-97.* Инструкция по диагностике и оценке остаточного ресурса вертикальных стальных резервуаров.
5. *Абдуллин Р.М., Лаптев А.Б., Бугай Д.Е., Тюсенков А.С.* Повышение безопасности эксплуатации промысловых трубопроводов в условиях локализации коррозии в зоне, расположенной после электроизолирующих фланцев // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2009. № 2. С. 131-136.
6. *Тюсенков А.С.* Повышение безопасности эксплуатации оборудования для подготовки и хранения нефти в условиях накопления электростатических зарядов в водонефтяной смеси: дисс. ... канд. техн. наук. Уфа: УГНТУ, 2012.
7. *Бусыгина Е.А., Гималова М.Р., Тюсенков А.С.* Повышение коррозионной стойкости стали 20 науглероживанием в среде нефтяного пека // 64-я науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных УГНТУ: сб. матер. конф. Кн. 1. Уфа: изд-во УГНТУ, 2013. С. 231.
8. *Латыпов О.Р., Тюсенков А.С., Лаптев А.Б., Бугай Д.Е.* Способ управления водородным показателем pH и окислительно-восстановительным потенциалом Eh технологических жидкостей нефтепромыслов и устройство для его осуществления: пат. 2546736 РФ: МПК С02F 1/46. Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО УГНТУ, 2013157730/05. Заявл. 24.12.2013, опубл. 10.04.2015, бюл. № 10. 11 с: ил.
9. *Тюсенков А.С., Кононов Д.В., Бугай Д.Е., Лаптев А.Б.* Изменение коррозионной активности воды при транспорте водонефтяной смеси по футерованному трубопроводу // Нефтегазовое дело. 2011. № 5. С. 89-95.
10. *Тюсенков А.С., Кононов Д.В., Бугай Д.Е., Лаптев А.Б.* Оценка возможности применения ПАВ для снижения подкисления нефти при перекачке водонефтяной эмульсии по трубопроводам // Нефтегазовое дело. 2011. Т. 9. № 2. С. 38-40.