

Оценка прочности вертикальных резервуаров для хранения нефтепродуктов

МЕДВЕДЕВ В.Д.

Начальник службы металлов и сварки, эксперт

ПОПКОВ А.А.

Начальник отдела экспертизы и диагностирования, эксперт

ЗАВОДСКОЙ А.В.

Начальник лаборатории отдела экспертизы и диагностирования, эксперт

РОГОВ Р.Н.

Начальник лаборатории отдела экспертизы и диагностирования, эксперт

ООО ИЦ «ЭНЕРГОПРОГРЕСС»

E-MAIL: INBOX@EPROG.TATENERGO.RU

Сегодня, по статистике [1], в России и странах СНГ эксплуатируется более 40 тыс. вертикальных и горизонтальных цилиндрических резервуаров емкостью от 100 до 50 тыс. м³ для хранения агрессивных химических веществ, нефтепродуктов и других жидкостей.

Более 70% указанного оборудования уже выработало свой ресурс и подвержено риску неконтролируемого роста отказов вследствие интенсивного накопления повреждений, возникших при эксплуатации. Так, по данным [2], более 3 тыс. резервуаров вертикальных стальных (РВС) находятся в эксплуатации уже порядка 40-50 лет, что при установленном нормативном сроке эксплуатации 20-30 лет является поводом к серьезному ужесточению требований к оценке их технического состояния.

С вступлением в силу ФЗ № 116 «О промышленной безопасности ОПО» [3] для резервуаров, исчерпавших нормативный срок эксплуатации, введена обязательная процедура ЭПБ, в рамках которой должно быть определено фактическое техническое состояние резервуара, установлены возможность, параметры и срок (остаточный ресурс) его к дальнейшей эксплуатации. Такая экспертиза должна проводиться силами специализированной экспертной организации, имеющей соответствующую лицензию Ростехнадзора, а также необходимый для проведения обследования штат специалистов и экспертов.

Инженерный центр «Энергопрогресс» имеет большой опыт работы в сфере ЭПБ объектов котлонадзора, систем газораспределения и газопотребления, а также

Представлены подходы к анализу прочности вертикальных стальных резервуаров для хранения, применяемые специалистами ООО ИЦ «Энергопрогресс» при проведении технического аудита на предприятиях заказчиков.

объектов взрывоопасных и химических опасных производств. Компания была создана в 1989 году и являлась одним из первых инженерных центров РФ в области энергетики. Сегодня в ИЦ реализуется 12 направлений деятельности в области энергетического строительства и комплексного инженерного сопровождения эксплуатации оборудования, энергетических и промышленных предприятий.

Для оказания услуг в области технического аудита и экспертизы промышленного оборудования (в т.ч. резервуаров

для хранения мазута емкостью от 1 тыс. м³) на объектах потенциальных заказчиков в ИЦ «Энергопрогресс» создано специализированное подразделение – Служба металлов и сварки (СМиС), включающая в свой состав отдел экспертизы и диагностирования, а также отдел неразрушающего и разрушающего контроля.

Среди основных заказчиков можно отметить такие предприятия, как Казанские ТЭЦ-1, ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3, Набережно-челнинская ТЭЦ, Елабужская ТЭЦ, Ниж-



Теплоэлектростанция

некамская ТЭЦ (ПТК-1), Заинская и Урусинская ГРЭС и др.

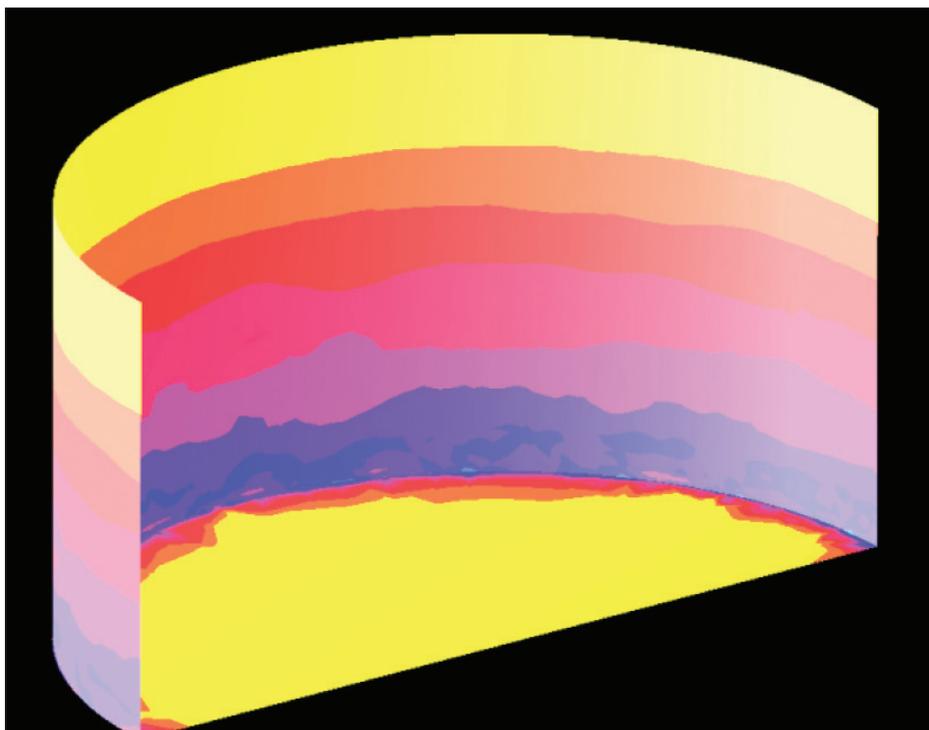
Одной из основных задач при проведении ЭПБ РВС является оценка прочности и устойчивости резервуаров с учетом результатов инструментального контроля. Для ее решения, как правило, применяются упрощенные методики, изложенные, например, в [4-6]. Однако в ряде случаев целесообразным является применение более совершенных подходов, основанных на современных численных методах, и, в частности, метода конечных элементов [7]. Для реализации этих подходов на практике сегодня существует множество инженерных программных продуктов (Пассат, Ansys, Nastran и др.), обеспечивающих многофакторный анализ резервуаров, в т.ч. с учетом особых воздействий.

На сегодня специалистами ООО ИЦ «Энергопрогресс» успешно применяются указанные подходы к оценке напряженно-деформированного состояния РВС, предназначенных для хранения нефтепродуктов. Для этого в штате компании имеются обученные и аттестованные специалисты по проведению прочностных расчетов и расчету остаточного ресурса промышленного оборудования, а также специализированное программное обеспечение для проведения структурного анализа как на основе методик [4-6], так и метода конечных элементов.

На рисунке показан пример распределения напряжений в обследованном РВС для хранения мазута. Экспертиза проводилась специалистами ИЦ «Энергопрогресс» в 2015 году.

Резервуар объемом 5 тыс. м³ на момент проведения экспертизы находился в эксплуатации уже более 40 лет. Расчет напряженно-деформированного состояния резервуара выполнялся с учетом фактической толщины каждого из восьми поясов обечайки, определенной на основе инструментального обследования. В результате экспертизы установлено, что объект контроля не в полной мере соответствует требованиям промышленной безопасности. При этом ему был назначен ресурс дальнейшей эксплуатации, равный 8 годам, при условии обязательной реализации мероприятий по устранению замечаний экспертизы, а также проведения частичного освидетельствования через 4 года эксплуатации.

Анализ результатов обследования резервуаров мазута ТЭЦ и ГРЭС также показал, что в процессе эксплуатации, как правило, происходит накопление коррозионных повреждений металла по наружной поверхности нижней обечайки, примыкающей к уторному узлу из-за нарушения требований к отмотке вокруг резервуара, а именно из-за превышения уровня отмотки над поверхностью пло-



Распределения напряжений от статических нагрузок

щадки, на которой установлен резервуар. То есть в данном случае образуется полость, в которой скапливаются конденсат и атмосферные осадки, что, в свою очередь, приводит к значительной интенсификации процессов коррозии металла.

Так, за 12 лет эксплуатации произошло утонение нижней обечайки одного из обследованных резервуаров ТЭЦ до 6,5 мм (номинальная толщина – 10 мм). Это привело к необходимости снижения уровня налива мазута на 30%, а в дальнейшем – к восстановительному ремонту по замене участка нижней обечайки, примыкающего к уторному узлу.

В процессе проведения ЭПБ резервуаров мазута данные отклонения отмотки от требований НТД были устранены, что

в дальнейшем позволит значительно снизить объем (и, соответственно, стоимость) ремонтов резервуаров.

Выводы

Применяемые специалистами ООО ИЦ «Энергопрогресс» подходы к оценке напряженно-деформированного состояния резервуаров позволяют корректно оценивать опасность выявленных на этапе инструментального обследования дефектов и повреждений. Это позволяет эксплуатирующим организациям обеспечить безаварийную эксплуатацию резервуарных парков и обоснованно подойти к вопросам определения объемов и сроков ремонтно-восстановительных работ.

Литература

1. Ханухов Х.М. Нормативно-техническое и организационное обеспечение безопасной эксплуатации резервуарных конструкций/Х.М. Ханухов, А.В. Алипов. Предотвращение аварий зданий и сооружений: Сб. научных трудов. – М., 2011, № 10. – С. 384-422.
2. Тарасенко А.А. Разработка научных основ методов ремонта вертикальных стальных резервуаров: Дис. ... докт. техн. наук. – Тюмень, 1999.
3. ФЗ № 116 от 21.07.1997 «О промышленной безопасности ОПО» (ред. от 02.07.2013).
4. СТО-03-001-06 ЭПБ стальных вертикальных сварных резервуаров для нефти и нефтепродуктов.
5. РД 153-112-017-97 Инструкция по диагностике и оценке остаточного ресурса вертикальных стальных резервуаров.
6. РД-23.020.00-КТН-296-07 Руководство по оценке технического состояния резервуаров.
7. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир. – 1975. – 542 с.