DOI: 10.17117/na.2016.11.02.193

<http://ucom.ru/doc/na.2016.11.02.193.pdf>

Поступила (Received): 01.11.2016

Павлова К.Л., Ступин А.В.

Метод акустико-эмиссионного контроля как средство технического диагностирования стальных резервуаров

Pavlova K.L., Stupin A.V.

The method of acoustic emission as a means of technical diagnosing of steel tanks

В статье рассмотрен метод акустической эмиссии резервуаров для хранения сжиженного газа. Метод позволяет повысить производительность контроля и точность локализации дефектов за счет сокращения операций предварительных исследований и замены их расчетными данными

Ключевые слова: стальные резервуары, техническое диагностирование, акустическая эмиссия, неразрушающий контроль

The article describes the method of acoustic emission storage tanks for liquefied gas. The method allows to improve the performance of the control and accuracy of localization of defects by reducing the operations of preliminary studies and replacing them with the calculated data

Key words: steel tanks, technical diagnostics, acoustic emission, non-destructive testing

Павлова Ксения Леонидовна

Студент

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27

Pavlova Ksenia Leonidovna

Student

Komsomolsk-on-Amur state technical university

Komsomolsk-on-Amur, Lenina ave., 27

Ступин Александр Валерьевич

Кандидат технических наук, доцент

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27

Stupin Alexander Valerievich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Komsomolsk-on-Amur state technical university

Komsomolsk-on-Amur, Lenina ave., 27

Для долгосрочной и качественной эксплуатации оборудования как нефтегазовой, так и химической отрасли, предприятиям необходимо производить контроль оборудования. Данное обследование оборудования и его составных элементов является обязательным пунктом для дальнейшего безопасного обслуживания. Проверка оборудования на наличие дефектов включает метод акустической эмиссии, который позволяет определять зарождающиеся дефекты; коррозионное обследование; ультразвуковую толщинометрию. Перечисленные проверки являются неотъемлемой частью полноценного, бесперебойного производственного процесса.

Система технического диагностирования стальных резервуаров включает два уровня проведения работ:

– частичное техническое обследование резервуара с наружной стороны (без выведения его из эксплуатации один раз в пять лет);

– полное техническое обследование, требующее выведения резервуара из эксплуатации, его опорожнения, зачистки и дегазации (один раз в десять лет).

На конструктивной схеме резервуара отмечают элементы (участки) конструкции, которые представляются наиболее предрасположенными к разрушению. При этом первоочередное внимание следует уделять:

– сварным соединениям в вертикальных монтажных стыках стенки, в пересечениях вертикальных и горизонтальных швов в I -III поясах стенки (считая снизу), сварного шва между стенкой и дном, сварных швов приварки люков и врезок в нижние пояса резервуаров;

– местам стенки у нижнего уторного шва, соединяющего стенку с дном;

– местам присоединения трубопроводов, в том числе передающих вибрационные нагрузки;

– участкам стенки, имеющим местные выпучины или вмятины и отклонения образующих резервуара от вертикали (в пределах или за пределами допусков);

– участкам конструкций, наиболее подверженных коррозии: нижнего пояса и двух верхних поясов стенки, дна, настила и несущих элементов крыши, понтонов и плавающих крыш.

Практика показывает, что наибольшая частота отказов резервуаров происходит из-за появления сквозных трещин в сварных соединениях элементов дна, основания обечайки и уторных швах. Основными причинами появления таких трещин являются [1, с. 272]:

– коррозия дна и основания обечайки снаружи, так и внутри обусловленная воздействием подтоварной воды, атмосферными осадками и нарушением гидрофобного слоя основания;

– неравномерная просадка основания;

– дефекты сварных соединений из-за некачественной сварки или монтажа.

Под акустической эмиссией (АЭ) (эмиссия – испускание, генерация) понимается возникновение в среде упругих волн, вызванных изменением ее состояния под действием внешних или внутренних факторов. Акустико-эмиссионный метод основан на анализе этих волн и является одним из пассивных методов акустического контроля. В соответствии с ГОСТ 27655-88 «Акустическая эмиссия. Термины, определения и обозначения» механизм возбуждения акустической эмиссии (АЭ) является совокупность физических и (или) химических процессов, происходящих в объекте контроля. В зависимости от типа процесса АЭ разделяют на следующие виды:

– АЭ материала, вызываемая динамической локальной перестройкой его структуры;

– АЭ трения, вызываемая трением поверхностей твердых тел в местах приложения нагрузки и в соединениях, где имеет место податливость сопрягаемых элементов;

- АЭ утечки, вызванная результатом взаимодействия протекающей через течь жидкости или газа со стенками течи и окружающим воздухом;
- АЭ при химических или электрических реакциях, возникающих в результате протекания соответствующих реакций, в том числе сопровождающих коррозионные процессы;
- магнитная и радиационная АЭ, возникающая соответственно при перемагничивании материалов (магнитный шум) или в результате взаимодействия с ним ионизирующего излучения;
- АЭ, вызываемая фазовыми превращениями в веществах и материалах.

Таким образом, АЭ – явление, сопровождающее едва ли не все физические процессы, протекающие в твердых телах и на их поверхности. Возможности регистрации ряда видов АЭ вследствие их малости, особенно АЭ, возникающих на молекулярном уровне, при движении дефектов (дислокаций) кристаллической решетки, ограничивается чувствительностью аппаратуры, поэтому в практике АЭ контроля большинства промышленных объектов, в том числе объектов нефтегазовой промышленности, используют первые три вида АЭ. Из АЭ первого вида регистрируются только наиболее сильные сигналы от развивающихся дефектов: при росте трещин и при пластическом деформировании материала. Целью АЭ контроля является обнаружение, определение координат и слежение (мониторинг) за источниками акустической эмиссии, связанными с несплошностями на поверхности или в объеме стенки объекта контроля, сварного соединения и изготавливаемых частей и компонентов [1, с.159].

Метод АЭ контроля может быть использован не только для технической диагностики и периодических технических освидетельствований объектов в процессе эксплуатации, но и для контроля ответственных объектов при их изготовлении и в процессе приемочных испытаний. АЭ метод может быть использован также для оценки скорости развития дефекта и, соответственно, оценки остаточного ресурса контролируемого объекта. Регистрация АЭ позволяет определить образование свищей, сквозных трещин, протечек в уплотнениях, заглушках и фланцевых соединениях. Существенным недостатком метода является сложность выделения полезного сигнала из помех, когда дефект мал. Вероятность выявления сигнала АЭ высока только при резком развитии дефекта, поэтому метод АЭ контроля рекомендуется применять в сочетании с другими методами неразрушающего контроля. Другим существенным недостатком метода наряду с высокой стоимостью аппаратуры является необходимость высокой квалификации оператора АЭ контроля. Метод АЭ контроля в соответствии с правилами Ростехнадзора должен применяться при пневмоиспытаниях сосудов, работающих под давлением, в качестве сопровождающего метода, повышающего безопасность проведения испытаний и предупреждения возможных разрушений сосуда [1, с. 178].

Метод акустико-эмиссионного контроля заключается в том, что на объекте контроля размещают первичные преобразователи, нагружают объект контроля, регистрируют сигналы АЭ, по которым судят о техническом состоянии объекта контроля.

Предлагаемое техническое решение ставит своей задачей повышение производительности и точности обнаружения дефектов при контроле и диагностике технического состояния резервуаров для хранения сжиженного газа.

Задача решается за счет того, что в отличие от прототипа, время прихода на первичный преобразователь первого ложного импульса акустической эмиссии определяют по формуле:

$$T_{\Pi} = D/V_{\Pi},$$

где D – диаметр обечайки резервуара; V_{Π} – скорость распространения волн напряжения в воде.

Время до полного затухания колебаний в резервуаре определяют по формуле

$$T_3 = \frac{1}{V_{\Pi} - \delta} (K_{\max} - K_{\text{шум}}),$$

где δ – затухание в воде, дБ/м; $K_{\max}$, $K_{\text{шум}}$ – соответственно, максимальный уровень сигнала АЭ и уровень шумов, дБ.

Необходимые для реализации способа параметры (скорость распространения ультразвука, степень затухания, тип колебаний, уровень сигналов АЭ и шумов) определяют в процессе предварительных исследований акустических свойств резервуара.

Таким образом, предлагаемый способ акустико-эмиссионного контроля резервуаров для хранения сжиженного газа позволяет повысить производительность контроля и точность локализации дефектов за счет сокращения операций предварительных исследований и замены их расчетными [3].

Список используемых источников:

1. Богданов Е.А. Основы технической диагностики нефтегазового оборудования. М.: Высш. шк., 2006. 279 с.
2. РД-03-131-97 «Сосуды, аппараты, котлы и технологические трубопроводы. Акустико-эмиссионный метод контроля».
3. Пат. 2290634 Российская Федерация, МПК G01N29/14. Способ акустико-эмиссионного контроля и диагностики резервуаров для хранения сжиженного газа. Владимироблгаз; заявитель и патентообладатель ОАО "Владимироблгаз" (RU) – № 2005121107/28; заявл. 05.07.2005; опубл. 27.12.2006. 4 с.

© 2016, Павлова К.Л., Ступин А.В.

Метод акустико-эмиссионного контроля как средство технического диагностирования стальных резервуаров

© 2016, Pavlova K.L., Stupin A.V.

The method of acoustic emission as a means of technical diagnosing of steel tanks