

Михайлова Н.Л.¹, Черницов Н.С.², Логваль Д.А.³, Трофимова А.А.⁴, Шишков Э.В.⁵ ©
¹Руководитель УЦ АНО НТЦ "ТЕХНОПРОГРЕСС"; ²инженер по обследованию ЗАО «НИЦ «ТЕХНОПРОГРЕСС»; ³инженер по обследованию ЗАО «НИЦ «ТЕХНОПРОГРЕСС»;
⁴эксперт ООО «ЛЕНПРОМЭКСПЕРТИЗА»; ⁵эксперт АНО НТЦ «ТЕХНОПРОГРЕСС»

АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫЙ КОНТРОЛЬ БАЛЛОНОВ

Аннотация

Данная статья посвящена вопросу области применения акустико-эмиссионного контроля баллонов, находящихся в эксплуатации за пределами гарантийного срока акустико-эмиссионным методом контроля.

Ключевые слова: баллон, давление внутреннее, давление пробное, давление рабочее, давление расчетное, дефект.

Акустико-эмиссионный контроль (АЭК) баллонов, рассмотренный в настоящей статье, может использоваться при диагностике технического состояния баллонов, входящих в состав стационарных и мобильных установок, находящихся в эксплуатации за пределами гарантийного срока акустико-эмиссионным методом контроля.

АЭК контроль обеспечивает обнаружение, определение координат и слежение за источниками акустической эмиссии, оценку скорости развития дефекта в целях заблаговременного прекращения испытаний и предотвращения разрушения изделия, определение факта образования свищей, сквозных трещин, протечек в уплотнениях, заглушках и фланцевых соединениях.

Описанный в данной статье метод акустической эмиссии относится к неразрушающему методу контроля.

При проведении пневматических испытаний баллонов пробным давлением оборудование, в случае необходимости, должно обеспечивать быстрый сброс давления.

Давление при испытании должно контролироваться двумя манометрами. Оба манометра выбираются одного типа, предела измерения, одинаковых классов точности, цены деления. Манометры должны иметь класс точности 1,5. Температура в помещении должна быть не ниже 18 °С, оно должно быть обеспечено электропитанием напряжением 220 В и мощностью не ниже 10 кВт.

Чувствительность АЭК и рабочий частотный диапазон определяют характеристики ПАЭ. Рабочую частоту выбирают исходя из условий шумов, акустического затухания в объекте. Для контроля баллонов КДС рекомендуется использовать ПАЭ с диапазоном частот 100-300 кГц.

Аппаратная и программная часть должна обеспечивать измерение следующих параметров: время регистрации АЭ сигнала; время регистрации максимальной амплитуды АЭ сигнала; время окончания АЭ сигнала; максимальная амплитуда АЭ сигнала; энергия АЭ сигнала.

При подготовке к контролю сперва проводится анализ технической документации.

По результатам анализа технической документации разрабатывается схема нагружения объекта контроля избыточным давлением.

Перед проведением рабочих испытаний должны быть предусмотрены предварительные испытания в целях проверки работоспособности аппаратуры.

Наружная поверхность баллона в доступных местах очищается от загрязнений, а места для контроля неразрушающими методами, зачищаются механическим способом до чистоты $Rz < 40$ мкм без утонения стенки. Площадь зачищенного участка должна быть не менее 30х30 мм.

При зачистке поверхности металла необходимо сохранять маркировку баллона.

При выполнении визуального осмотра зачищаются отдельные участки поверхности, используется лупа 4—20-кратного увеличения и местная подсветка, а также по усмотрению специалиста, выполняющего осмотр, любой из неразрушающих методов.

Оценка выявленных при осмотре деформированных участков поверхности баллонов производится путем замера максимального прогиба и площади деформированного участка. Замер производится мерительным инструментом, обеспечивающим погрешность $\pm 1,0$ мм.

Результаты осмотра оформляются в виде протокола, подписываемого специалистами организации, проводящей контроль.

Проведение предварительных испытаний проводятся при циклическом нагружении контролируемого объекта в диапазоне от 0 до $0,25 P_{\text{раб}}$. На данном этапе контролируются сигналы АЭ малой амплитуды и большой длительности, являющиеся следствием течей «газ-газ» в разъемных соединениях пневматической схемы. При идентификации сигналов этого типа – выполнить проверку герметичности разъемных соединений и при необходимости – осуществить герметизацию (сальниковая набивка, замена уплотнений и др.).

Для контроля формы АЭ сигналов задействовать осциллографический цифровой канал комплекса A-Line 32D (DDM).

По завершении предварительных испытаний осуществить рабочие испытания. Нагружение объекта осуществлять плавно со скоростью, при которой не возникают интенсивные помехи.

Рекомендуемая скорость повышения давления должна находиться в пределах соотношения:

$$P_{\text{исп}}/60 — P_{\text{исп}}/20 \text{ (МПа/мин)}.$$

Если уровень акустических шумов и электрических помех при нагружении не удовлетворяют требованиям, необходимо снизить скорость, отключить вентиляторы, двигатели и другие механические приборы, сварочные аппараты и т.д.

Рабочие испытания проводить ступенями (не меньше 2–3), с выдержками давления 10 минут на уровне $0,5P_{\text{раб}}$, $0,75P_{\text{раб}}$, $1,0P_{\text{раб}}$, и $P_{\text{исп}}$. При проведении испытаний со скоростью нагружения меньше минимальной рекомендуемой, промежуточные выдержки не проводить.

В случае возникновения сигналов АЭ при подъеме давления – останавливать процесс нагружения для выяснения причин, оценки степени опасности этих сигналов, а при необходимости – выполнить немедленный сброс давления.

Сигналы от дефектов («полезный сигнал») следует ожидать при нагрузках, близких к $P_{\text{раб}}$ и превышающих этот уровень. На этом участке обнаруживаются, как правило: сигналы от трещин и трещиноподобных дефектов при их страгивании и росте; сигналы от утечек через свищ; сигналы от коррозионного повреждения за счет растрескивания окисных пленок; сигналы от расслоения металла.

На участке установившегося давления регистрируются: сигналы от трещин и трещиноподобных дефектов, имеющих размеры больше критических; сигналы от утечек через свищ (интенсивность сигналов возрастает по мере роста давления); сигналы от коррозионного повреждения за счет растрескивания окисных пленок (интенсивность сигнала уменьшается).

На участке снижения давления регистрируются: сигналы от трещин и трещиноподобных дефектов за счет смыкания берегов трещин и взаимодействия стенок расслоений в металле. Интенсивность сигналов возрастает по мере уменьшения давления; сигналы от утечек через свищ (интенсивность сигнала уменьшается по мере снижения давления); сигналы от коррозионного повреждения за счет растрескивания окисных пленок.

Отсутствию регистрации АЭ при повторном нагружении свидетельствует о том, что материал существенно не повреждается, усталостное разрушение не развивается.

Местоположение источников АЭ при испытаниях баллонов КДС следует определять с использованием многоканальной системы локации, применяя линейную локационную схему (программно в диалоговом окне Настройки параметров локации прибора A-Line 32D (DDM)).

На этапе постобработки массива акустическо-эмиссионной информации данных произвести фильтрацию данных с целью удаления сигналов от помех.

Способы фильтрации: по количеству выбросов (удаляются, если меньше 5-10); по длительности (удаляются, если менее 20 мкс и более 20000 мкс); по времени нарастания. Фиксируются сигналы, время нарастания которых меньше половины длительности. По зоне расположения кластеров сигналов акустической эмиссии.

Баллон считается выдержавшим испытания, если в процессе его проведения не обнаружено: падения давления по манометру; пропуска испытательной среды в основном металле и в разъемных соединениях; трещин и других признаков разрыва металла; видимых остаточных деформаций; акустически активных дефектов.

Выявленные и идентифицированные источники АЭ разделяют на четыре класса: I - пассивный источник; II - активный источник; III - критически активный источник; IV - катастрофически активный источник.

При регистрации сигналов АЭ в процессе пневматических испытаний классификация источника сигналов АЭ производится на основании критериев, приведенных в Правилах организации и проведения акустико-эмиссионного контроля сосудов, аппаратов, котлов и технологических трубопроводов (ПБ 03-593-03), либо разработанных в организации, проводящей АЭ контроль.

По результатам АЭ контроля баллонов составляется заключение.

Литература

1. ГОСТ 9731 - 79. Баллоны стальные бесшовные большого объема для газов $P_r < 24,5$ МПа (250 кгс/см²). Технические условия.
2. ГОСТ 26266-90. Контроль неразрушающий. Преобразователи ультразвуковые. Общие технические требования.
3. ГОСТ 5272-68. Коррозия металлов. Термины.
4. ГОСТ 12503-75. Сталь. Методы ультразвукового контроля. Общие требования.
5. ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения.
7. ПБ 03-593-03. Правила организации и проведения акустико-эмиссионного контроля сосудов, аппаратов, котлов и технологических трубопроводов.
8. РД 03-421-01. Методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определению остаточного срока службы сосудов и аппаратов.
9. РД 03-606-03. Инструкция по визуальному и измерительному контролю.