

МЕТОД АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ПРИ КОНТРОЛЕ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕХИМИИ

М.А. Яременко, А.Я. Недосека, С.А. Недосека, М.А. Овсиенко, А.Е. Сараев

ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины. 03150, г. Киев, ул. Казимира Малевича, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

Проанализированы результаты периодического акустико-эмиссионного контроля пропановой колонны на протяжении трех лет. Показаны зарегистрированные зоны повышенной акустической активности на схеме объекта контроля. Даны рекомендации относительно проведения акустико-эмиссионного контроля объекта. Библиогр. 10, рис. 5.

Ключевые слова: акустическая эмиссия, пропановая колонна, зоны повышенной акустико-эмиссионной активности

Успешное развитие теоретических разработок и экспериментальных исследований метода акустико-эмиссионного (АЭ) контроля, в частности, в ИЭС им. Е.О. Патона [1, 2], при диагностике и прогнозировании остаточного ресурса и предельно допустимых нагрузок в металлоконструкциях позволило создать ряд нормативных документов [3–5], расширяющих возможность применения на практике данного метода. Это повлекло за собой появления широкой гаммы приборов АЭ контроля, а также совершенствование их программного, математического и методического обеспечения [6–9].

Для проведения исследований и практических применений в ИЭС создана совместно с венгерскими специалистами современная аппаратура семейства ЕМА – приборы ЕМА-3 и ЕМА-4 (рис. 1).

Новые приборы имеют все необходимые функции для успешного решения поставленных задач:

– измерение всех стандартных параметров АЭ (время поступления и время нарастания сигнала, длительность, пиковая амплитуда и др.) и их сохранение;

- частотный анализ импульсов АЭ;
- корреляция между сигналами АЭ;
- определение координат источников сигналов АЭ;
- интерфейс с управляющим компьютером;
- тестовые режимы каналов АЭ.

Метод обработки сигналов АЭ – цифровой. Частота оцифровки сигналов АЭ – 16 МГц. Используются фиксированный и плавающий поро-

ги дискриминации импульсов АЭ. Провести более детальный анализ полученной информации позволяет и регистрация таких параметров, как энергия сигнала; временная задержка между импульсами, принятыми разными каналами локационной антенны; средняя частота сигнала в импульсе. Максимальная скорость обработки импульсов одного канала с записью в долговременную память позволяет сохранить и обработать весь объем поступающей с объекта контроля информации.

Разработка достоверных методов контроля и диагностирования промышленных объектов приобретает особенно важное значение в наше время, когда на предприятиях, по некоторым данным, отработало свой условный ресурс 30 лет более 70 % оборудования. Отдельные заводы построены более 60 лет назад (например, «Азот», г. Северодонецк), но продолжают эксплуатацию своего оборудования. Возрастает необходимость в применении методов, которые могли бы с определенной (заданной) вероятностью контролировать 100 % поверхности и объема материала конструкций, например, резервуаров вертикальных стальных, колонн синтеза, реакторов и др. Таким методом и является метод АЭ. Специалистами ИЭС постоянно проводятся работы по определению технического состояния как отдельных изделий, так и оборудования целых цехов на химических, нефтеперерабатывающих и теплоэнергетических предприятиях [10].



Рис. 1. Приборы ЕМА-3 (16-ти каналный) и ЕМА-4 (4-х и 16-ти каналные)

© М.А. Яременко, А.Я. Недосека, С.А. Недосека, М.А. Овсиенко, А.Е. Сараев, 2019



Рис. 2. Пропановая колонна П-К-1 (внешний вид и схема установки датчиков АЭ)

Проанализируем результаты применения разработанных приборов и технологии при проведении АЭ контроля пропановой колонны П-К-1 (далее – колонна, рис. 2). Данная колонна изготовлена в 1965 г. Избыточное давление в корпусе – 1,8 МПа, рабочая температура – до 150 °С. Внутренний диаметр – 1600 мм, толщина стенки – 18 мм (днища – 20 мм). Высота колонны 2740 мм (днища – 480 мм). Периодически на сосуде проводились ремонтные работы, а его дальнейшая эксплуатация разрешалась после проведения дополнительных расчетов и положительных результатов АЭ диагностики.

АЭ контроль колонны проводился на рабочих параметрах эксплуатации, при проведении гидроиспытаний, а также после выполнения ремонтных работ. Задача данных исследований – установление наличия дефектов в плакирующем слое и прочном корпусе.

После проведения предварительного тестирования объекта определены места установки датчиков АЭ, выбраны схемы пассивной звуколокации, проведена настройка системы ЕМА и уточнена методика проведения контроля. Места установки



Рис. 3. Установка датчиков и подготовка оборудования для проведения АЭ контроля

датчиков АЭ и размещения оборудования (рис. 3) подготовлены в соответствии с требованиями нормативных документов [2–4].

Периодический АЭ контроль данного объекта проводился на протяжении нескольких лет. Результаты АЭ контроля – выявленные зоны повышенной АЭ активности – наносились на схему объекта для последующего анализа и сравнения полученных результатов.

На рис. 4 приведены результаты АЭ контроля на протяжении 2013–2015 гг. Оранжевым и зеленым цветом указаны зоны АЭ активности по результатам контроля в 2013 г.; синим цветом – зоны АЭ активности по результатам контроля в 2014 г.; красным цветом – зоны АЭ активности по результатам контроля в 2015 г. (I квартал) и желтым цветом – зоны АЭ активности по результатам контроля 2015 г. (III квартал).

При таком представлении информации легко отслеживать динамику развития или появления новых зон повышенной акустической активности, которые затем подвергаются контролю другими методами. Принимается решение о необходимых

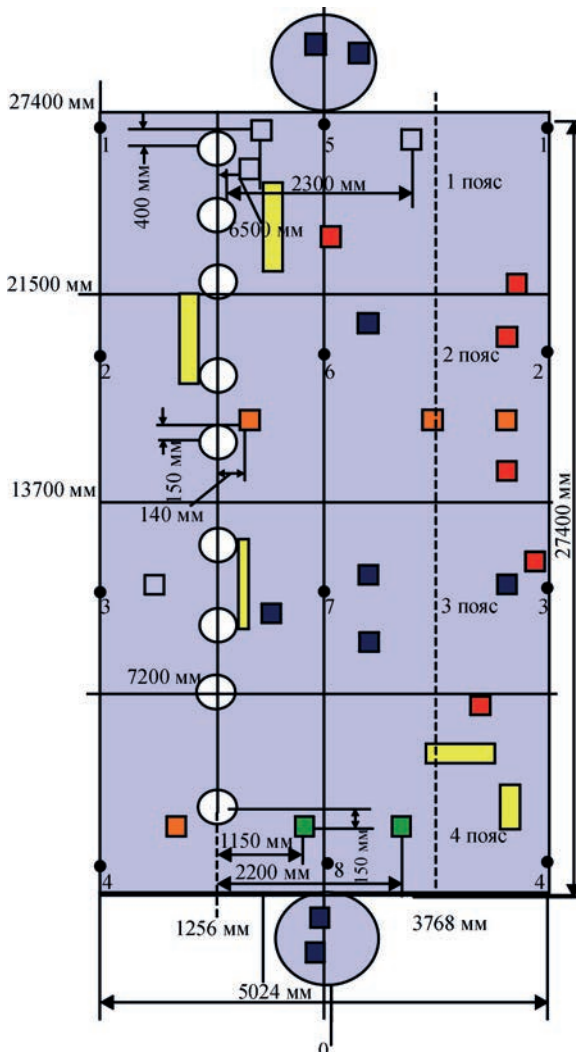


Рис. 4. Зоны повышенной АЭ активности, зарегистрированные при проведении АЭ контроля в 2013–2015 гг.

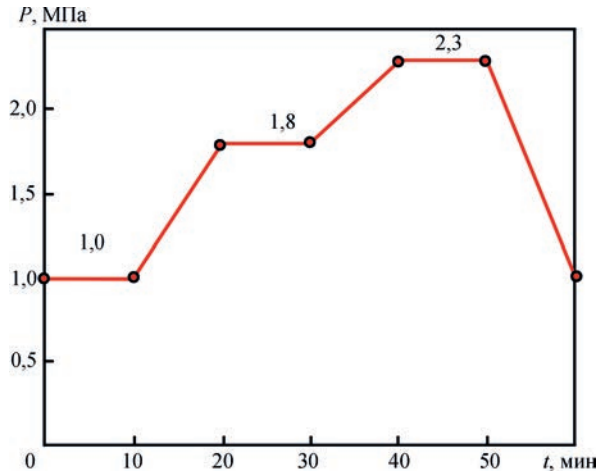


Рис. 5. Рекомендуемый график нагружения объекта при проведении гидроиспытания

объемах ремонта изделия во время останова изделия или условия его дальнейшей эксплуатации.

В случае выполнения ремонтных работ проводятся гидроиспытания с обязательным применением АЭ. Рекомендуемый график нагружения данного изделия приведен на рис. 5.

Применение АЭ контроля позволяет оценить качество выполненных ремонтных работ по устранению развивающихся дефектов, а также «зафиксировать» состояние изделия, создать «нулевой файл» перед вводом его в эксплуатацию, что значительно облегчит оценку состояния изделия в процессе его дальнейшей эксплуатации.

Выводы

1. Работы по оценке состояния металлоконструкций методом АЭ в процессе эксплуатации, ремонта и гидроиспытаний дают значительный объем полезной информации для принятия решений о дальнейшей эксплуатации высокотехнологического оборудования.

2. С целью снижения вероятности возникновения аварийных ситуаций, обеспечения стабильной работы оборудования и минимизации потерь во время проведения ремонтных работ рекомендуем оснащение ответственных промышленных конструкций системами непрерывного АЭ мониторинга, позволяющими определять их остаточный ресурс и предельно допустимые нагрузки.

Список литературы

1. Патон Б.Е., Лобанов Л.М., Недосека А.Я. и др. (2012) *Акустическая эмиссия и ресурс конструкций: альбом*. Киев, Индпром.
2. Патон Б.Е., Лобанов Л.М., Недосека А.Я. и др. (2012) Опыт ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины в области акустико-эмиссионного контроля. *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*, 1, 7–22.
3. (2003) ДСТУ 4227–2003. *Настанови щодо проведення акустико-емісійного діагностування об'єктів підвищеної небезпеки*. Київ, Держспоживстандарт України.
4. (2003) ДСТУ 4223–2003. *Котли, посудини під тиском і трубопроводи. Технічне діагностування. Загальні вимоги*. Київ, Держспоживстандарт України.

5. (2012) СОУ 50.10–2012 *Настанови щодо проектування та впровадження систем акустико-емісійного контролю, діагностування та моніторингу об'єктів підвищеної небезпеки*. Київ, ТК-78 «ТДНК».
6. Недосека А.Я., Недосека С.А., Яременко М.А. и др. (2013) Программное обеспечение систем АЭ диагностики ЕМА-3.9. *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*, 3, 16–22.
7. Недосека А.Я. (2008) *Основы расчета и диагностики сварных конструкций*: монография. 4-е изд., перераб. и доп. Патон Б.Е. (ред.). Киев, Индпром.
8. Андрейків О.Є., Скальський В.Р., Сулим Г.Т. (2007) *Теоретичні основи методу акустичної емісії в механіці руйнування*: монографія. Львів, СПОЛОМ.
9. Назарчук З.Т., Скальський В.Р. (2009) *Акустико-емісійне діагностування елементів конструкцій: науково-технічний посібник*: у 3 т. Т. 2: Методологія акустико-емісійного діагностування. Назарчук З.Т. (ред.). Київ, Наукова думка.
10. Недосека А.Я., Недосека С.А., Яременко М.А., Овсienko М.А. (2018) Применении технологии акустико-эмиссионного контроля при оценке состояния сосудов химического производства. *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*, 1, 34–41.

References

1. Paton, B.E., Lobanov, L.M., Nedoseka, A.Ya. et al. (2012) *Acoustic emission and life of structures: Album*. Kiev, Indprom [in Russian].
2. Paton, B.E., Lobanov, L.M., Nedoseka, A.Ya. et al. (2012) Experience of the E.O. Paton Welding Institute of the NAS of

- Ukraine in the field of acoustic-emission monitoring. *Tekh. Diagnost. i Nerazrush. Kontrol*, 1, 7–22 [in Russian].
3. (2003) DSTU 4227-2003: *Guidelines on conducting acoustic emission diagnostics of higher high hazard facilities*. Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
4. (2003) DSTU 4223-2003: *Boilers, pressure vessels and pipelines. Technical diagnostics. General requirements*. Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
5. (2012) SOU 50.10-2012: *Guidelines on design and introduction of systems for acoustic emission testing, diagnostics and monitoring of high hazard facilities*. Kyiv, TK-78 «TDNK» [in Ukrainian].
6. Nedoseka, A.Ya., Nedoseka, S.A., Yaremenko, M.A. et al. (2013) Software of AE diagnostic systems EMA-3.9. *Tekh. Diagnost. i Nerazrush. Kontrol*, 3, 16–22 [in Russian].
7. Nedoseka, A.Ya. (2008) *Fundamentals of design and diagnostics of welded structures*: Monography. 4th Ed. by B.E. Paton. Kiev, Indprom [in Russian].
8. Andrejkiiv, O.E., Skalskyi, V.R., Sulym, G.T. (2007) *Theoretical fundamentals of acoustic emission method in fracture mechanics*: Monography. Lviv, SPOLOM [in Ukrainian].
9. Nazarchuk, Z.T., Skalskyi, V.R. (2009) *Acoustic-emission diagnostics of structural elements: Sci.-Techn. manual*. In: 3 Vol. Vol.2: Methodology of acoustic-emission diagnostics. Ed. by Z.T. Nazarchuk. Kyiv, Naukova Dumka [in Ukrainian].
10. Nedoseka, A.Ya., Nedoseka, S.A., Yaremenko, M.A., Ovsienko, M.A. (2018) Application of technology of acoustic emission monitoring at evaluation of the condition of vessels in chemical production. *Tekh. Diagnost. i Nerazrush. Kontrol*, 1, 34–41 [in Russian].

МЕТОД АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ ПРИ ПРОВЕДЕННІ КОНТРОЛЮ ОБ'ЄКТІВ НАФТОХІМІЇ

М.А. Яременко, А.Я. Недосека, С.А. Недосека, М.А. Овсienko, А.Є. Сараєв

ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України. 03150, м. Київ, вул. Казимира Малевича, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

Проаналізовано результати періодичного акустико-емісійного контролю пропанової колони протягом трьох років. Показано зареєстровані зони підвищеної акустичної активності на схемі об'єкта контролю. Дано рекомендації щодо проведення акустико-емісійного контролю об'єкта. Бібліогр. 10, рис. 5.

Ключові слова: акустична емісія, пропанова колона, зони підвищеної акустико-емісійної активності

METHOD OF ACOUSTIC EMISSION AT TESTING OF PETROCHEMICAL FACILITIES

M.A. Yaremenko, A.Ya. Nedoseka, S.A. Nedoseka, M.A. Ovsienko, A.E. Saraev

E.O.Paton Electric Welding Institute of the NAS of Ukraine. 11 Kazimir Malevich Str., 03150, Kyiv, Ukraine.

E-mail: office@paton.kiev.ua

Results of periodic acoustic emission testing of a propane column for three years were analyzed. Recorded zones of higher acoustic activity on the scheme of the object of control are shown. Recommendations on conducting acoustic emission monitoring of the object of control are given. 10 Ref., 5 Fig.

Keywords: acoustic emission, propane column, zones of higher acoustic emission activity.

Поступила в редакцию
11.01.2019



ЖУРНАЛИ для професіоналів

Журнали входят до Переліку
наукових фахових видань України
(380-44) 200-8277
journal@paton.kiev.ua
www.patonpublishinghouse.com