



ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ И ПРОДЛЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НПС МН

ПРОДОЛЖЕНИЕ

Ремонт, диагностирование и испытание
оборудования после ремонта

Лекция 5

Выполнил: доцент каф. ТХНГ

Назарова М.Н.

**Ремонт, диагностирование и испытание
оборудования после ремонта**

***Ремонт, диагностирование и испытание
оборудования после ремонта***

При выявлении недопустимых дефектов оборудование
должно быть выведено из эксплуатации.

Оборудование, не подлежащее восстановлению,
должно быть списано.

При ремонте оборудования на месте эксплуатации
максимальное допустимое давление на оборудовании
при заварке определяется из условий:

$$P_{зав} \leq 0,4 \cdot \delta_{ост} \text{ МПа при } \delta_{ост} \leq 8,75 \text{ мм};$$
$$P_{зав} \leq 3,5 \text{ МПа при } \delta_{ост} \geq 8,75 \text{ мм};$$

где $\delta_{ост}$ – остаточная толщина стенки на месте заварки, мм;
коэффициент 0,4 имеет размерность МПа/мм

Ремонт, диагностирование и испытание оборудования после ремонта

1. Границы дефектов определяются магнитопорошковой и капиллярной дефектоскопией.
2. По границам трещин наносят керны и производят сверление на расстоянии 10-30 мм от трещины для предупреждения распространения ее в длину. Сверления должны выполняться последовательно сверлами нескольких диаметров, начиная с диаметра 4-5 мм, с рассверливанием их уступами с тем, чтобы обеспечить плавное раскрытие металла для заварки выборки в месте трещины.
3. После устранения трещины **остаточная толщина стенки** должна быть **не менее 1/3 толщины стенки**. При меньшей остаточной толщине стенки трещина считается сквозной и оборудование подлежит демонтажу и ремонту в условиях ЦБПО (центральная база производственного обслуживания).
4. Выборка трещины в корпусе должна производиться только механическим путем и иметь чашеобразную форму разделки с углом скоса 12-15°. Полнота выборки дефектного металла с трещиной контролируется магнитопорошковой или капиллярной дефектоскопией.

Ремонт, диагностирование и испытание оборудования после ремонта

1. Перед выполнением сварочных работ на оборудовании независимо от наличия удостоверения, сварщик должен сварить контрольное соединение из такой же марки стали, такой же конструкции шва с применением рекомендуемых электродов и режимов сварки.
2. Контрольное соединение должно быть проверено теми же методами, что и основные сварные соединения. Сварщик может быть допущен к выполнению сварочных работ при положительных результатах этой проверки.
3. Наплавка в местах выборки трещин должна проводиться на участке, выходящем за пределы зоны наплавки на 5-8 мм с каждой из сторон, с усилением не менее 2 мм. Усиление удаляется зашлифовкой заподлицо с основным металлом.
4. При выполнении ремонта корпуса оборудования без демонтажа его ремонт, гидроиспытание и дефектоскопия осуществляются по отдельному проекту производства работ. При этом испытательное давление не должно создавать напряжений, превышающих $0,9 \sigma_m$ материала оборудования, трубопроводов, и не быть более $1,5 P_N$ (P_N – давление номинальное) на задвижках, установленных до и после оборудования.

Ремонт, диагностирование и испытание оборудования после ремонта

После ремонта корпуса в ЦБПО оборудование подлежит гидроиспытанию и контролю акустико-эмиссионным или магнитометрическим и, при необходимости, другими методами неразрушающего контроля.

Перед контролем оборудование подвергается гидроиспытанию в течение не менее 5 минут давлением $1,35 P_{раб}$ при акустико-эмиссионном контроле и давлением $1,5 P_{раб}$ – при магнитометрическом контроле.

Если оборудование выдержало испытание давлением, оно подвергается АЭ контролю с нагружением давлением до $1,5 P_{раб}$

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ОБОРУДОВАНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Контроль технического состояния корпусов оборудования НПС осуществляется согласно **РД 03-131-97** «Правила организации и проведения акустико-эмиссионного контроля сосудов, аппаратов, котлов и технологических трубопроводов», **РД 153-39.4-053-00** «Методика диагностирования состояния задвижек Ду 50...1200 мм, Ру 1,6...8,0 МПа в процессе эксплуатации, до и после капитального ремонта с применением методов неразрушающего контроля».

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ОБОРУДОВАНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Метод акустической эмиссии применяется только для оборудования, которое можно нагружать внутренним давлением не менее 1,05-1,1 от величины рабочего.

Метод акустической эмиссии (АЭ) основан на регистрации и анализе акустических волн, возникающих в процессе пластической деформации и разрушения (роста трещин) в контролируемых объектах, нагружаемых внутренним давлением. Это позволяет формировать адекватную систему классификации дефектов и критерии оценки состояния объекта, основанные на реальном влиянии дефекта на состояние объекта.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ОБОРУДОВАНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

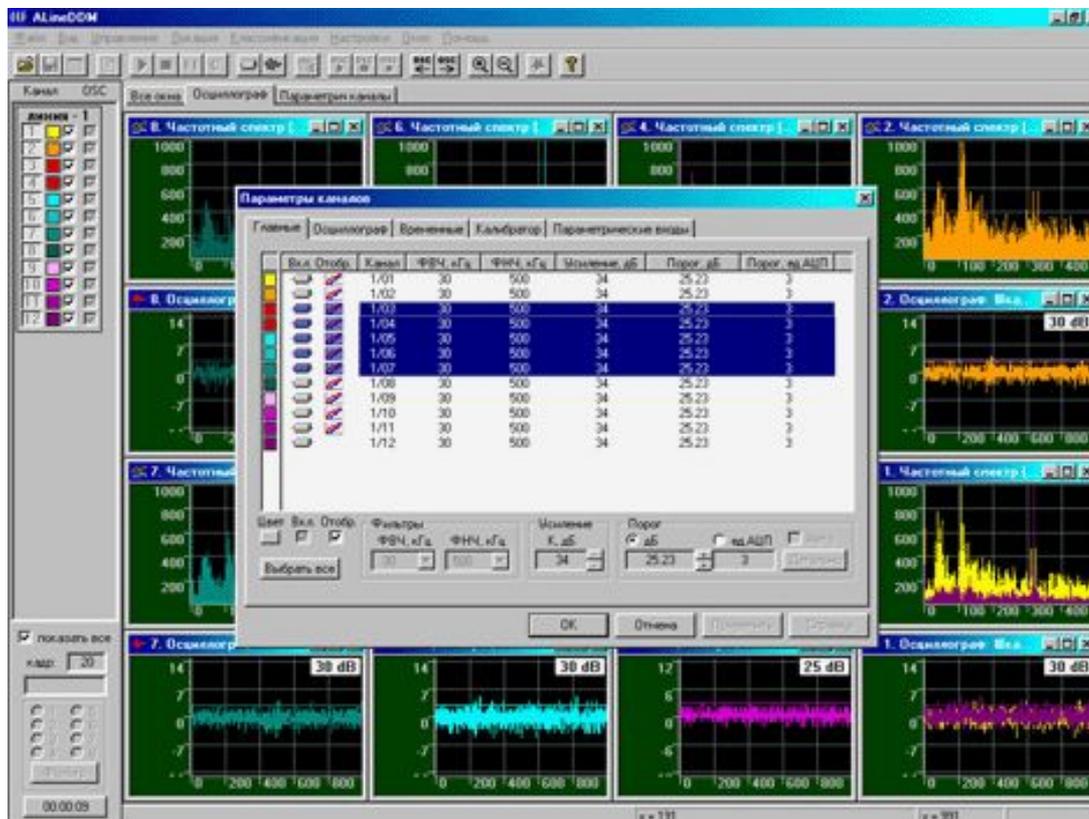
Метод АЭ обеспечивает обнаружение и регистрацию развивающихся дефектов, **позволяет классифицировать дефекты** не по размерам, а **по степени их опасности**.

Метод АЭ обладает весьма высокой чувствительностью к растущим дефектам, позволяет выявлять в рабочих условиях приращение трещины порядка долей миллиметра. Предельная чувствительность акустико-эмиссионной аппаратуры по теоретическим оценкам составляет порядка 10^{-6} мм², что соответствует выявлению скачка трещины протяженностью 1 мкм на величину 1 мкм.

Свойство интегральности метода АЭ обеспечивает контроль оборудования с использованием одного или нескольких преобразователей АЭ, неподвижно установленных на поверхности изделия.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ОБОРУДОВАНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Для регистрации сигналов АЭ при освидетельствовании (испытании) оборудования применяется многоканальная система типа «A-line 32D» или аналогичная аппаратура.



АЭ система обеспечивает как оперативную обработку и отображение информации в режиме реального времени, так и обработку, отображение и вывод на периферийные устройства для документирования накопленных в течение испытания данных.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ОБОРУДОВАНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Для регистрации сигналов АЭ при освидетельствовании (испытании) оборудования применяется многоканальная система типа «А-line 32D» или аналогичная аппаратура.

Многоканальная акустико-эмиссионная система (аппаратура) включает:

1. преобразователи акустической эмиссии (ПАЭ);
2. комплект предварительных усилителей;
3. кабельные линии;
4. блоки предварительной обработки и преобразования сигналов акустической эмиссии;
5. ЭВМ с необходимым программным обеспечением;
6. средства отображения информации;
7. блоки калибровки системы.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ОБОРУДОВАНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Порядок выполнения контроля АЭ методом

Установка преобразователей акустической эмиссии:

1. Поверхность оборудования в местах установки ПАЭ зачищают до металлического блеска и чистоты поверхности не хуже $Rz = 40$. В качестве контактной среды можно использовать технический вазелин, солидол, литол, ЦИАТИМ и др.
2. Преобразователи крепят к корпусу оборудования с помощью магнитных держателей, поставляемых в комплекте АЭ аппаратуры.
3. Необходимо предусмотреть также крепление предусилителя и сигнального кабеля, чтобы исключить потерю акустического контакта.
4. Для диагностирования механотехнологического оборудования применяются способы «зонной» или многоканальной локации источников АЭ.

Смысл «зонной» локации заключается в том, что для события определяется ПАЭ, на который волна напряжения приходит быстрее. Событие для «зонной» локации представлено параметрами АЭ сигнала именно в этом канале.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ОБОРУДОВАНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Порядок выполнения контроля АЭ методом

Проверка работоспособности акустико-эмиссионной системы и калибровка каналов:

Проверку работоспособности АЭ-системы проводят перед и после испытаний путем возбуждения акустического сигнала имитатором АЭ, расположенным на определенном расстоянии от каждого ПАЭ.

Отклонение зарегистрированной амплитуды сигнала АЭ не должно превышать 3 дБ от средней величины для всех каналов.

В случае превышения указанного значения необходимо устранить причину, в противном случае, провести повторный контроль.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ОБОРУДОВАНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Порядок выполнения контроля АЭ методом

Проведение диагностирования

Диагностирование оборудования осуществляется путем нагружения его давлением.

Нагружения подразделяются на:

- ***предварительные***
- ***рабочие.***

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ОБОРУДОВАНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Порядок выполнения контроля АЭ методом

Проведение диагностирования

Предварительные нагружения проводятся для:

- проверки работоспособности всей аппаратуры;
- уточнения уровня шумов и корректировки порога дискриминации;
- выявления микроутечек и источников излучения, связанных с трением примыкающих к объекту контроля металлических конструктивных элементов.

Все протечки в контролируемом объекте и системе нагружения, а также другие факторы, создающие акустические помехи, должны быть исключены.

Предварительные нагружения проводятся при циклическом нагружении объекта давлением в диапазоне от 0 до $0,25 P_{\text{раб}}$. Число циклов нагружения должно быть не менее двух. После проведения предварительных нагружений приступают к рабочим нагружениям.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ОБОРУДОВАНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Порядок выполнения контроля АЭ методом

Проведение диагностирования

Рабочие нагрузки проводятся ступенями, с выдержкой давления на уровнях $0,5 P_{\text{раб.}}$, $1,0 P_{\text{раб.}}$ и $1,1 P_{\text{раб.}}$.

Время выдержки на промежуточных ступенях должно составлять не менее 10 мин.

Рабочие нагрузки с давлением $1,1 P_{\text{раб.}}$ должны содержать не менее чем два цикла нагружения.

Нагружение оборудования должно проводиться плавно со скоростью, при которой не возникают интенсивные помехи (гидродинамические турбулентные явления при высокой скорости нагружения).

Для уменьшения уровня помех во время проведения контроля должны быть приостановлены все посторонние работы. Должно быть исключено передвижение автотранспорта, проведение сварочных и монтажных работ, работа подъемно-транспортных механизмов, расположенных рядом.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ОБОРУДОВАНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Порядок выполнения контроля АЭ методом

Проведение диагностирования

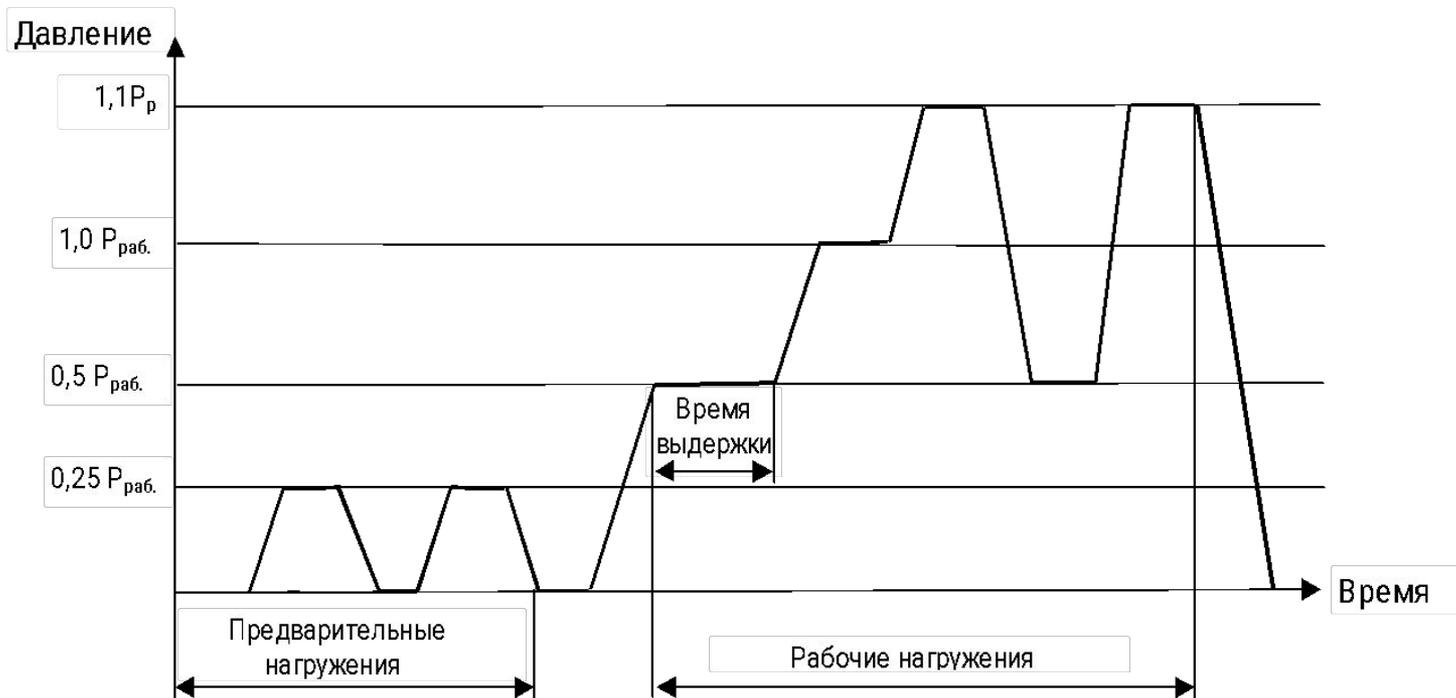


График нагружения оборудования

**В процессе испытаний по требованию специалистов по АЭ диагностике допускаются незапланированные остановки нагружения с выдержкой давления на достигнутом уровне для анализа ситуации, проверки чувствительности усилительных трактов аппаратуры с обязательной регистрацией момента и значения регистрируемых сигналов, изменения графика нагружения, и, при необходимости, проведения немедленного сброса давления.*

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ОБОРУДОВАНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Порядок выполнения контроля АЭ методом

Проведение диагностирования

В процессе диагностирования оборудования рекомендуется непрерывно наблюдать на экране монитора обзорную картину АЭ излучения испытуемого объекта.

Испытания прекращаются досрочно, если регистрируемый источник АЭ достигнет сигнала, соответствующего классу IV (катастрофически активный источник). *В этом случае оборудование должно быть немедленно разгружено, выяснен источник АЭ и оценена безопасность продолжения диагностирования и эксплуатации оборудования.*

Быстрое нарастание суммарного счета, амплитуды импульсов, энергии импульсов или измеренной площади под огибающей сигнала может служить показателем ускоренного роста трещины, приводящей к разрушению.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ОБОРУДОВАНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Порядок выполнения контроля АЭ методом

Проведение диагностирования

При нагружении объекта контроля внутренним давлением, его значение должно превышать рабочее давление $P_{раб.}$ (эксплуатационная нагрузка) не менее, чем на 5-10 %, при этом напряжение материала не должно превышать $0,8 \cdot \sigma_m$ в любой точке нагружаемого оборудования и трубопровода (σ_m – минимальный определенный предел текучести материала).

Изменение режимов нагрузки осуществляется по согласованию с диспетчерской службой РНУ (или ОАО МН).

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ОБОРУДОВАНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Порядок выполнения контроля АЭ методом

Накопление, обработка, анализ и оценка результатов контроля АЭ методом

В процессе контроля проводят накопление данных и первичную обработку результатов испытаний непосредственно в ходе их проведения на основе анализа изменения параметров АЭ в зависимости от изменения параметров нагружения.

Обработка и анализ данных определяются системой классификации источников АЭ и критериями оценки результатов контроля.

Информация о зонах концентрации индикаций АЭ регистрируется и обрабатывается с использованием заложенных программ для построения графиков в каждой выделенной зоне и проведения классификации источников АЭ.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ОБОРУДОВАНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Порядок выполнения контроля АЭ методом

Накопление, обработка, анализ и оценка результатов контроля АЭ методом

Выявленные и идентифицированные источники АЭ классифицируются с использованием амплитудного, интегрального или другого вида критерия по четырем классам:

- источник I класса - пассивный источник;
- источник II класса - активный источник;
- источник III класса - критически активный источник;
- источник IV класса - катастрофически активный источник.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ОБОРУДОВАНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Порядок выполнения контроля АЭ методом

Накопление, обработка, анализ и оценка результатов контроля АЭ методом

Оценку технического состояния оборудования по амплитудному критерию выполняют в следующей последовательности:

Классификацию источников осуществляют следующим образом:

- **источник I класса** - источник, для которого не проводилось вычисление средней амплитуды импульсов (получено менее трех импульсов за интервал наблюдения);
- **источник II класса** - источник, для которого выполняется неравенство: $A_{cp} < A_t$;
- **источник III класса** - источник, для которого выполняется неравенство: $A_{cp} > A_t$;
- **источник IV класса** - источник, включающий не менее трех зарегистрированных импульсов, для которого выполняется неравенство: $A_{cp} > A_t$.

Конкретные значения A_t , B1 и B2 зависят от материала контролируемого объекта и определяются в предварительных экспериментах.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ОБОРУДОВАНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Порядок выполнения контроля АЭ методом

Накопление, обработка, анализ и оценка результатов контроля АЭ методом

Оценку технического состояния оборудования по интегральному критерию производят таким образом:

Для каждой зоны вычисляют активность F источников АЭ-сигналов по выражению

$$F = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \frac{N_{k+1}}{N_k}$$

где

N_k – число событий в k -ом интервале оценки параметров;

N_{k+1} – число событий в $k+1$ -ом интервале оценки параметров;

k – номер интервала оценки параметров.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ОБОРУДОВАНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Порядок выполнения контроля АЭ методом

Накопление, обработка, анализ и оценка результатов контроля АЭ методом

Оценку технического состояния оборудования по интегральному критерию (продолжение)

Интервал наблюдения разделяется на k интервалов оценки параметров.
Производят оценку:

$$F \ll 1,$$

$$F = 1,$$

$$F > 1.$$

Вычисляют относительную силу J_k источника АЭ на каждом интервале регистрации:

$$J_k = A_k / W_k \sum_{k=1}^k A_k$$

где A_k – средняя амплитуда источника за интервал k ;

A_k – средняя амплитуда всех источников АЭ по всему объекту за исключением анализируемого за интервал k ;

W – коэффициент, определяемый в предварительных экспериментах.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ОБОРУДОВАНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Порядок выполнения контроля АЭ методом

Накопление, обработка, анализ и оценка результатов контроля АЭ методом

Далее производят оценку источника АЭ, используя матрицу

	$J_k < 1$	$J_k > 1$	$J_k \gg 1$
$F \ll 1$	I	II	III
$F = 1$	II	II	III
$F > 1$	III	III	IV

При получении различных результатов при оценке технического состояния оборудования по разным критериям в качестве окончательного выбирается более высокий класс оценки.

По результатам АЭ контроля оборудования выделяются зоны, в которых обнаружены источники АЭ II, III, IV классов. Эти зоны должны быть продиагностированы ультразвуковым, магнитопорошковым, капиллярным или другими методами неразрушающего контроля.