СТО Газпром 2-2.3-238-2008 «Методика акустико-эмиссионного контроля переходов магистральных газопроводов через водные преграды, автомобильные и железные дороги»

**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ГАЗПРОМ»**

**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ**

**МЕТОДИКА АКУСТИКО-ЭМИССИОННОГО КОНТРОЛЯ
ПЕРЕХОДОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ ЧЕРЕЗ
ВОДНЫЕ ПРЕГРАДЫ, АВТОМОБИЛЬНЫЕ И ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ**

**СТО Газпром2-2.3-238-2008**

Москва 2009

**Предисловие**

1 РАЗРАБОТАН Федеральнымгосударственным учреждением «Научно-учебный центр «Сварка и контроль» при МГТУим. Н.Э. Баумана»

2 ВНЕСЕН Управлением потранспортировке газа и газового конденсата Департамента по транспортировке,подземному хранению и использованию газа ОАО «Газпром»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН ВДЕЙСТВИЕ Распоряжением ОАО «Газпром» от 15 августа 2008г. № 252

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

**Содержание**

|  |
| --- |
| 1 Область применения2 Нормативные ссылки4 Сокращения5 Требования к организациям и специалистам, проводящим акустико-эмиссионный контроль6 Требования к аппаратуре7 Проведение акустико-эмиссионного контроля8 Оценка результатов акустико-эмиссионного контроля9 Требования безопасностиПриложение А (рекомендуемое) Форма протокола акустико-эмиссионного контроляПриложение Б (рекомендуемое) Форма заключения по результатам акустико-эмиссионного контроляБиблиография  |

**СТАНДАРТ ОТКРЫТОГО АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА «ГАЗПРОМ»**

|  |
| --- |
| **МЕТОДИКА АКУСТИКО-ЭМИССИОННОГО КОНТРОЛЯ ПЕРЕХОДОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ ЧЕРЕЗ ВОДНЫЕ ПРЕГРАДЫ, АВТОМОБИЛЬНЫЕ И ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ** |

**Дата введения- 2009-04-06**

**1 Область применения**

1.1 Настоящий стандартраспространяется на переходы магистральных газопроводов, выполненных изстальных труб, рекомендованных нормативными документами ОАО «Газпром» кприменению, диаметром до 1420мм включительно, через водные преграды, автомобильные ижелезные дороги.

1.2 Настоящий стандартустанавливает порядок проведения акустико-эмиссионного контроля, требования какустико-эмиссионной аппаратуре, системе нагружения, последовательность оценкии оформления результатов акустико-эмиссионного контроля переходов магистральныхгазопроводов через водные преграды, автомобильные и железные дороги,

1.3 Настоящий стандартпредназначен для дочерних обществ ОАО «Газпром» и организаций, выполняющихработы по проектированию, ремонту (в т.ч. при переизоляции) и диагностикеобъектов магистральных газопроводов ОАО «Газпром» (далее также газопроводы).

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованынормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ12.1.019-79 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность.Общие требования и номенклатура видов защиты

ГОСТ12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудованиепроизводственное. Общие требования безопасности

ГОСТ27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ 2601-84Сварка металлов. Термины и определения основных понятий

ГОСТ16504-81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контролькачества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 20911-89Техническая диагностика. Термины и определения

ГОСТ 23829-85Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения

ГОСТ 27655-88Акустическая эмиссия. Термины, определения и обозначения

Примечание: При пользовании настоящимстандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов посоответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 январятекущего года, и соответствующим информационным указателям, опубликованным втекущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользованиинастоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным)документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в которомдана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3Термины и определения

В настоящем стандарте применены терминыпо ГОСТ27.002, ГОСТ 2601, ГОСТ16504, ГОСТ 20911, ГОСТ 23829,ГОСТ 27655,а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **переход:** Участок газопровода, пересекающий естественные илиискусственные препятствия (например, водные преграды, автомобильные и железныедороги).

Примечание: Различают надземный переход,т.е. переход, сооружаемый над препятствием, и подземный переход, т.е. переход,сооружаемый под препятствием.

3.2 **аттестованныйспециалист:** Лицо, прошедшее специальное обучение в соответствии стребованиями правил аттестации специалистовнеразрушающего контроля, успешновыдержавшее квалификационные практические испытания и получившее удостоверениеустановленнойформы.

3.3 **специалистакустико-эмиссионногоконтроля:** Аттестованный специалист поконтролю методом акустической эмиссии, проводящий акустико-эмиссионный контрольперехода газопровода.

3.4 **визуальныйконтроль:** Органолептический контроль,осуществляемый органами зрения.

3.5 **дефект:** Каждое отдельное несоответствие продукции требованиям,установленным нормативной документацией.

3.6 **синфазнаяпомеха:** Сигнал, регистрируемый различными каналамиакустико-эмиссионной аппаратуры одновременно.

**4 Сокращения**

В настоящем стандарте использованыследующие сокращения:

АЭ - акустическая эмиссия

АЭ-контроль - акустико-эмиссионный контроль

КС - компрессорная станция

МГ - магистральный газопровод

ПАЭ - преобразователь акустическойэмиссии

ПУ - предварительный усилитель

**5 Требования к организациям и специалистам, проводящимакустико-эмиссионный контроль**

5.1 АЭ-контроль по настоящемустандарту может проводить организация, имеющая лабораторию неразрушаюшегоконтроля (далее также лаборатория) с правом проведения работ по АЭ-контролю,аттестованную в соответствии с ПБ03-372-00 [1].

5.2 Лаборатория должна бытьукомплектована аттестованными специалистами неразрушающего контроля, обеспеченанеобходимой нормативной документацией, оснащена поверенными средствамиизмерений и аттестованным испытательным оборудованием.

5.3 АЭ-контроль переходовгазопроводов через препятствия, обработку и оценку результатов должны проводитьлица, имеющие квалификационный уровень по контролю методом акустическойэмиссии, соответствующее квалификационное удостоверение, удостоверениеРостехнадзора о проверке знаний правил безопасности и практический опытконтроля, с использованием метода АЭ. Контроль переходов газопроводов черезпрепятствия должны проводить не менее чем два аттестованных специалиста, из нихпо крайней мере один должен иметь II или III уровень квалификации по АЭ-методу контроля всоответствии с ПБ03-440-02 [2],РД 03-379-00 [3].

5.4 Заключение по результатамАЭ-контроля переходов газопроводов через препятствия могут выдаватьаттестованные специалисты, имеющие квалификацию по контролю методомакустической эмиссии не ниже II уровня.

5.5 Персонал, проводящийАЭ-контроль переходов газопроводов через препятствия, должен знать настоящийстандарт и выполнять его требования.

**6 Требования к аппаратуре**

6.1 Для АЭ-контроля переходовгазопроводов следует использовать многоканальную акустико-эмиссионнуюаппаратуру. Количество каналов акустико-эмиссионной аппаратуры зависит отразмеров перехода, степени ослабления упругих, волн и должно быть не менеевосьми.

6.2 Акустико-эмиссионнаяаппаратура, применяемая для АЭ-контроля переходов газопроводов, должнаудовлетворять требованиям PД 03-299-99[4]к аппаратуре первого класса.

6.3 Акустико-эмиссионнаяаппаратура, используемая для реализации данной методики, должна бытьметрологически поверена в установленном порядке и внесена в Государственныйреестр средств измерения.

6.4 Минимальные техническиехарактеристики акустико-эмиссионной аппаратуры:

- производительность аппаратурыболее 4000 событий в секунду на канал;

- входные низкочастотные ивысокочастотные фильтры высокого порядка, не менее 24 дБ/окт;

- аналого-цифровойпреобразователь (АЦП) не менее чем 16-битный с частотой квантования не менее 5МГц на каждый канал;

- аппаратное вычислениеэнергии акустико-эмиссионного сигнала в реальном масштабе времени;

- наличие каналов цифровогоосциллографа;

- наличие дополнительныхпараметрических входов для подключения датчиков давления, температуры и т.д.

6.5 Минимальные требования кпрограммному обеспечению:

- программное обеспечение всреде Windows 98/2000/XP;

- многооконный интерфейс дляграфического и текстового представления полученных данных на экране монитора вовремя контроля и в процессе дальнейшей обработки данных АЭ;

- удобное управляющее меню дляустановки параметров графического отображения:выбор цветов, автоматическое/фиксированное масштабирование осей, отображениелиниями/точками, настройка сетки и т.д.;

- предварительная фильтрацияданных АЭ;

- фильтрация данных АЭ полюбому параметру;

- локация дефектов: линейная,планарная;

- встроенные утилитыавтоматического измерения скорости АЭ-сигналов и затухания в среде;

- совместимость текстового играфического представления данных с другими Windows-приложениями.

6.6 Преобразователи A3 должныбыть первого класса согласно РД03-300-99 [5].Рекомендуется использовать ПАЭ с рабочими частотами до 200 кГц.

6.7 ПАЭ в соответствии с РД03-300-99 [5]должны иметь сертификаты калибровки.

6.8 ПАЭ должны быть оснащенымагнитными держателями, обеспечивающими постоянный прижим и устойчивый контакт.

6.9 Контакт ОАЭ с материаломобъекта для понижения потерь, связанных с трансформацией ультразвуковых волн награницах двух сред, должен осуществляться с помощью контактной среды.Рекомендуется применение следующих контактных сред: литол-24, ЦИАТИМ, солидол,вазелин, эпоксидная смола без отвердителя и другие.

6.10 В комплект оборудованиядля проведения АЭ-контроля должен входить имитатор сигналов акустическойэмиссии (электронный; электронный, встроенный, в акустико-эмиссионнуюаппаратуру; источник Су-Нильсена).

**7 Проведение акустико-эмиссионного контроля**

7.1 Настоящий раздел определяет порядок проведения акустико-эмиссионного контроля переходов МП Общие требования к организацииАЭ-контроля приведены в ПБ03-593-03 [6].

7.2 Периодичность проведения АЭ-контроляперехода МГ устанавливается индивидуально для каждого перехода в зависимости оттипа перехода, характеристик грунта, а также, для переходов М Г черезавтомобильные и железные дороги, от категории дорог и интенсивности движения.

7.3 Работу по АЭ-контролюперехода МГ необходимо проводить по следующим этапам:

- составление программыпроведения работ по АЭ-контролю (далее также программа работ);

- анализ техническойдокументации;

- выбор мест шурфовки;

- проведение подготовительныхмероприятий;

- проведение визуальногоконтроля;

- калибровка аппаратуры;

- расстановка ПАЭ;

- объединение ПАЭ влокационные группы;

- проверка работоспособностиаппаратуры;

- нагружение перехода МГ исбор данных;

- оценка результатовАЭ-контроля;

- документальное оформлениерезультатов АЭ-контроля.

7.4 Составление программыпроведения работ по АЭ-контролю

7.4.1 Перед проведением АЭ-контроляорганизация, проводящая АЭ-контроль перехода МГ, должна разработать программупроведения работ по АЭ-контролю согласно требованиям технического задания исогласовать ее с организацией, эксплуатирующей газопровод.

7.4.2 Для составленияпрограммы работ организация, эксплуатирующая газопровод, должна представитьследующую информацию:

- наименование объектадиагностирования;

- схему перехода с указаниемдиаметра газопровода, величин допускаемого и расчетного давлений;

- перечень участков перехода,на которых имели место утечки с указанием координат утечек;

- график нагружения перехода;

- перечень и координатыучастков перехода с недостаточной защищенностью от наружной коррозии;

- перечень сварочных швов напереходе.

7.4.3 Акустико-эмиссионныйконтроль должен выполняться в соответствии с разработанной программой работ,

7.5 Анализ техническойдокументации

7.5.1 Выполнению работ поАЭ-контролю должен предшествовать анализ конструктивных особенностей МГ иусловий эксплуатации с целью предварительной оценки технического состояниягазопровода и определения потенциально опасных участков перехода газопровода ивидов повреждений, которые могут возникать в процессе эксплуатации взависимости от типа и величии нагрузок, действующих на конструкцию,

7.5.2 Рассмотрению подлежат:

- технические характеристикигазопровода (паспортные данные);

- дата ввода в эксплуатацию;

- проводимые ранее испытания иих результаты;

- режимы работы (рабочеедавление, температура) и их отклонения от расчетных значений;

- виды проводимых ранееремонтных работ;

- конструктивные и техническиеособенности газопровода.

7.6 Выбор мест шурфовки наконтролируемом переходе МГ через препятствие

7.6.1 Места шурфовки для переходов МГчерез небольшие (от 50 до 80 м)водные преграды следует выбирать с каждой стороны водной преграды (речки,ручья) в количестве не менее двух. По одному месту шурфовки необходимо выбратьнепосредственно на урезе перехода, что обеспечивает обнаружение дефектов врусловой части перехода. Далее от преграды необходимо выбрать еще по одномуместу шурфовки, что обеспечивает обнаружение дефектов на прибрежном участкеперехода МГ, свободного от защитного футляра, и распознавание ложных сигналов,поступающих извне. Рекомендуется назначить дополнительные сторожевые шурфычерез 50 мот шурфов, расположенных в непосредственной близости к берегу водной преграды.

7.6.2 Места шурфовки для переходов МГчерез автомобильные дороги первой и второй категорий, а также через железныедороги следует выбирать с каждой стороны дороги в количестве не менее двух.Количество шурфов выбирается исходя из ширины охранной зоны МГ. Ближние кобочине дороги шурфы необходимо выбирать с двух сторон в месте окончаниязащитного кожуха, последующие - через расстояние не более чем50м от первых двух и далее в обе стороны МГ.

7.7 Проведение подготовительныхмероприятий

7.7.1 Организация, проводящаяАЭ-контроль перехода газопровода, обязана предоставить организации,эксплуатирующей газопровод:

- схему расстановки ПАЭ наобъекте (для шурфовки и зачистки указанных мест);

 указания по действиям оператора, осуществляющего нагружениеперехода МГ.

7.7.2 Перед началом АЭ-контроляорганизация, эксплуатирующая газопровод, должна выполнить следующиемероприятия:

- выполнить шурфовку выбранныхмест;

- удалить часть изоляционногопокрытия и произвести зачистку МГ в шурфе;

- подготовить переходгазопровода к контролю;

- предоставить помещение дляразмещения акустико-эмиссионной аппаратуры; при невозможности предоставитьпомещение - предоставить грузовой автомобиль с оборудованным «кунгом»;

- обеспечитьакустико-эмиссионную аппаратуру электропитанием;

- провести имитацию нагруженияперехода газопровода;

- обеспечить надежную связьмежду специалистом АЭ-контроля и оператором, осуществляющим нагружение переходаМГ.

7.7.3 Контролируемый переходМГ должен быть отсоединен от примыкающих газопроводов.

7.7.4 Щурфовка проводится, какправило, экскаватором, затем готовится полнопрофильный шурф длиной от 1 до 2м ручным способом до верхней образующей газопровода.

7.7.5 Ближние шурфы с обеихсторон водной преграды следует готовить непосредственно перед АЭ-контролемперехода МГ, чтобы избежать «заплывания» шурфа.

7.7.6 Изоляционное покрытиегазопровода требуется уладить с верхней части трубы МГ либо в удобном месте впределах от 9 до 3 часов часовой стрелки по ходу газа. Размер участкаизоляционного покрытия, подлежащего удалению, составляет 100×100 мм.

7.7.7 После удаленияизоляционного покрытия поверхность трубы следует зачистить до величинышероховатости *Rz40* и обезжирить.

7.7.8 Допуск персонала кобъекту должен осуществляться в соответствии с требованиями правил допуска вкаждой конкретной ситуации.

7.7.9 Должна быть разработанаи согласована программа действий персонала в случае аварийных ситуаций.

7.8 Визуальный контроль

7.8.1 В шурфах, отрытых для установки ПАЭ, необходимопровести визуальный контроль,

7.8.2 В ходе визуального контроля следует оценить:

- внешнее состояние переходаМГ и наличие отклонений от проекта;

- наличие внешних механическихповреждений изоляционного покрытия и металла трубы в пределах шурфов;

- состояние арматуры (при ееналичии на переходе МГ);

- конструктивные особенности,влияющие на работоспособность МГ.

7.9 Калибровка аппаратуры

7.9.1 Калибровку аппаратурыследует провести с целью определения параметров акустико-эмиссионной аппаратурыдля работы на данном переходе МГ.

7.9.2 Калибровка включает:

- оценку уровня и характера внешнихшумов;

- установку параметров каналовакустика-эмиссионной аппаратуры;

- определение акустическихсвойств перехода МГ.

7.9.3 Перед проведениемАЭ-контроля перехода МГ необходимо оценить уровень посторонних шумов и помех и,по возможности, устранить либо минимизировать его.

7.9.4 Средняя частотарегистрации импульсных помех не должна превышать 0,1 Гц.

7.9.5 Уровень акустических шумовоценивается, как правило, при давлении, составляющем 50 % от рабочего давления.Уровень непрерывных шумов должен быть не менее чем на 6 дБ ниже среднейамплитуды сигналов AЭ от имитатора, установленного всамой удаленной точке зоны контроля данным ПАЭ.

7.9.6 Отстройку от шумов следуетпроизводить путем выбора порога дискриминации или установкой частот срезафильтров высокой и низкой частоты, если такая возможность заложена вакустико-эмиссионную аппаратуру. Рекомендуемый диапазон частот составляет от 30до 250 кГц.

7.9.7 В случае невозможностивыполнения вышеперечисленных ограничений по уровню шумов и помех необходимоотказаться от АЭ-контроля перехода МГ либо перенести его проведение на другоевремя.

7.9.8 Перед проведениемАЭ-контроля необходимо установить параметры настройки каналовакустико-эмиссионной аппаратуры. Перечень параметров и их конкретные значениязависят от типа используемой аппаратуры, типа ПАЭ и характеристик акустическогоканала.

7.9.9 Значения пороговыхуровней амплитудной дискриминации должны быть выше уровня акустических шумов(рекомендуется от 6 до 10 дБ), ноне менее чем на 6 дБ ниже уровня сигналов АЭот имитатора, установленного в самой удаленной точке области контроля даннымПАЭ.

7.9.10 Рекомендуетсяустанавливать равные значения порога дискриминации для всех каналов содинаковыми типами ПАЭ.

7.9.11 При использовании«плавающего порога необходимо ограничить его уровень так, чтобы он не превышалмаксимальное значение в 55 дБ.

7.9.12 Значения временных параметровнастройки акустико-эмиссионных каналов зависит от конкретнойакустико-эмиссионной аппаратуры, рабочей полосы частот, типа используемых ПАЭ,расстояния между ПАЭ и степени затухания упругих волн. Рекомендуется выбиратьзначения настройки временных параметров каналов в соответствии с таблицей 1.Для получения конкретных значений следует воспользоваться источникомСу-Нильсена. Электронные имитаторы с резонансными ПАЭ в данном случае применятьне рекомендуется.

Таблица 1 - Ориентировочные значения временныхпараметров каналов

|  |  |
| --- | --- |
| Временной параметр | Значение параметра, мкс |
| пневматическое нагружен не | гидравлическое нагружение |
| Интервал определения пика амплитуды | 500-1000 | 100 |
| Интервал определения длительности сигнала | 500-1000 | 200-300 |
| Интервал блокировки акустико-эмиссионного канала («мертвое время») | 100-1000 | 7000-7500 |
| Максимальная длительность | 32000 и более |

7.9.11 Передпроведением АЭ-контроля перехода МГ необходимо провести измерение скоростираспространения и коэффициента затухания упругих волн в стенках трубы.

7.9.12 Измерения скоростираспространения и среднего значения коэффициента затухания упругих волн следуетпроизводить с помощью двух ПАЭ, установленных на поверхность трубы вдольобразующей. Имитатор АЭ-сигналов устанавливается на прямой линии с ПАЭ, заодним из них.

7.9.13 При измерении скоростираспространения и коэффициента затухания упругих волн параметры настройкиакустико-эмиссионных каналов следует устанавливать такие же, как и припроведении АЭ-контроля, и размешать преобразователи примерно на том жерасстоянии, что и при проведении АЭ-контроля.

7.9.14 Определение скоростираспространения упругих волн должно производиться не менее чем по пяти сигналамот имитатора АЭ. Рекомендуется определять скорость на нескольких базах(расстояниях между ПАЭ), так как на небольших расстояниях возможна регистрациямод с более высокими скоростями.

7.9.15 Значение затуханияупругих волн в материале трубы должно определяться для каждого перехода МГиндивидуально путем построения кривой затухания.

7.9.16 Для построения кривойзатухания должно производиться не менее пяти имитаций АЭ в каждой точке, количествоточек - не менее трех. Значения амплитуд для каждой точки усредняются. Пополученным значениям строится график зависимости амплитуды от расстояния междуПАЭ и имитатором АЭ.

7.10 Расстановка ПАЭ

7.10.1 После проведениякалибровки, определения скорости и затухания упругих волн необходимо составитьиндивидуальную схему расстановки ПАЭ на переходе МГ исходя из конструктивныхособенностей перехода МГ.

7.10.2 На поверхность трубы вподготовленной к контролю зоне в месте установки ПАЭ должна быть нанесена контактнаясреда.

7.10.3 На контактную среду спомощью магнитных прижимов следует установить ПАЭ.

7.10.4 ПАЭ должны бытьсоединены с предварительными усилителями экранированными кабелями.

7.10.5 ПУ должны бытьсоединены с акустико-эмиссионной аппаратурой посредством кабельных линий илирадиоканала.

7.11 Объединение ПАЭ влокационные группы

7.11.1 Для определениякоординат источников АЭ установленные ПАЭ должны быть объединены в локационныегруппы.

7.11.2 При проведенииАЭ-контроля перехода МГ установленные ПАЭ могут быть объединены в следующиелокационные группы:

- линейная локация;

- зонная локация.

7.11.3 Допускаетсяиспользовать один и тот же ПАЭ в разных локационных группах. Не допускаетсяиспользовать ПАЭ различных типов в одной локационной группе.

7.11.4 Рекомендуется объединять ПАЭ влинейную локационную антенну, состоящую из четырех каналов, из которых двацентральных являются измерительными, а два крайних - сторожевыми, служащими дляотсечения помех на контролируемом переходе МГ

7.11.5 Допускается использовать зоннуюлокацию в случае невозможности объединения ПАЭ в линейную локационную антенну.

7.12 Проверкаработоспособности акустико-эмиссионной аппаратуры

7.12.1 Перед проведениемАЭ-контроля перехода МГ; после установки ПАЭ, подключения кабельных линийсвязи, ПУ и настройки программного обеспечения необходимо провести проверкуработоспособности каналов акустико-эмиссионной аппаратуры. Для этогопроизводится запуск аппаратуры на сбор данных с регистрацией значения амплитудыи других параметров сигналов AЭ. Далее проводится имитация сигналов АЭ возлекаждого ПАЭ.

7.12.2 Значения регистрируемойамплитуды сигналов АЭ от имитатора по всем акусти-ко-эмиссионным каналам содинаковыми типами ПАЭ не должны различаться более чем на ±3 дБ, Если этоусловие не выполняется, то необходимо выяснить причину (плохая подготовкаповерхности, неудовлетворительная контактная среда, недостаточное усилиеприжима, неисправный ПАЭ, неисправный ПУ, неисправный электронный тракт каналаи т.д.) и устранить ее.

7.12.3 Для проверки точностилокации источников АЭ рекомендуетсяпроводить имитацию сигналов АЭ около сварных швов, особенно в местахпересечения кольцевых и продольных швов.

7.12.4 Координаты источниковАЭ, вычисленные акустико-эмиссионной аппаратурой, необходимо сравнить систинными координатами имитатора, измеренными рулеткой. Для применения линейнойлокации ошибка определения координат должна составлять не более ±5 % от максимального расстояния междупреобразователями в используемой локационной схеме. Если ошибка больше,необходимо принять меры по увеличению точности (уточнение скоростираспространения, временных параметров, перестановка ПАЭ и т.д.) либоиспользовать зонную локацию.

7.13 Нагружение МГ на переходе

7.13.1 Порядок и последовательность нагруженияперехода МГ определяются программой проведения работ по АЭ-контролю. Всевозможные отклонения от согласованного графика нагружения должны бытьобоснованы, а также должна быть показана эквивалентность используемого виданагружения типовому.

7.13.2 Следует использоватьпневматическое нагружение МГ. Гидравлическое нагружение может применятьсятолько в виде исключения и требует обоснования.

7.13.3 При нагружении переходаМГ, не находящегося в эксплуатации на момент контроля, необходимо превыситьрабочее давление не менее чем на 5 %, но не более чем на 25 %. Рекомендуется нагружать переход МГдо величины испытательного давления, находящейся в диапазоне от 10 % до 25 %выше рабочего давления.

7.13.4 Нагружение в этомслучае производят в соответствии с требованиями ПБ03-593-03 [6].

7.13.5 Подъем давления отрабочего до испытательного рекомендуется проводить в несколько этапов спромежуточными выдержками при постоянном давлении. Нагружение проводится до максимальногодавления для каждого этапа, затем производится промежуточная выдержкадлительностью от 10 до 15 минут. В таблице 2 приведены значения коэффициента *Рmax* равного отношению максимального давления,достигаемого при каждом этапе АЭ-контроля, к рабочему давлению на переходе МГ.

Таблица 2 - Порядок нагружения при поэтапном контроле

|  |  |
| --- | --- |
| Количество этапов | Рmax при этапе |
| 1 | 2 | 3 |
| 2 | 1,1 | 1,25 | - |
| 3 | 1,07 | 1,15 | 1,25 |

7.13.6 Скоростьнагружения перехода М Г не должна превышать величину, равную 10 % от значениярабочего давления в минуту.

7.13.7 Если скоростьнагружения не превышает величину, равную 2 % от значения рабочего давления вминуту, и уровень шумов при нагружении обеспечивает уверенную регистрациюисточников A3, допускается не проводить промежуточные выдержки,

7.13.8 При наличии сомнений врезультатах АЭ-контроля допускается провести дополнительное нагружение до максимальногодавления. При этом максимальное давление при поэтапном контроле не должнопревышать значений, указанных в таблице 2 для данного этапа. При контроле водин этап максимальное давление не должно превышать величину равную 1,25 отзначения рабочего давления.

7.13.9 АЭ-контроль переходовМГ через преграды для действующих газопроводов возможен путем изменениядавления в МГ двумя способами:

- подъем давления сверхрабочего;

- снижение давленияотносительно рабочего и подъем до рабочего.

7.13.10 При наличии возможности следуетосуществлять подъем давления на величину от 5 % до 10 % от значения рабочегодавления путем увеличения выходного давления газа в МГ на ближайшейкомпрессорной станции. Регистрирование сигналов АЭ в МГ на переходе должнопроводиться через определенное время, равное отношению расстояния докомпрессорной станции к скорости распространения упругих волн. Значениеуказанного времени может находиться в интервале от нескольких секунд до десятиминут. Подъем давления на КС рекомендуется проводить с одной промежуточнойвыдержкой длительностью от 5 до 10 минут. При таком испытании действияперсонала КС должны быть согласованы и синхронизированы с действиямиспециалиста АЭ-контроля. Скорость подъема давления в МГ также не должнапревышать величину, равную 10 % от значения рабочего давления в минуту.

7.13.11 В случае невозможности подъемадавления на КС выше рабочего давления изменение давления следует проводитьпутем снижения давления от рабочего до величины, находящейся в диапазоне от 0,9до 0,95 от значения рабочего давления, и последующего подъема его снова дорабочего давления- Данную процедуру необходимо повторить от трех до пяти раз.Скорость изменения давления в МГ также не должна превышать величину, равную 10% от значения рабочего давления в минуту. При изменении давления этим способомэффективность выявления дефектов на переходе ниже, чем при предыдущем.

7.13.12 Допускается проведениеАЭ-контроля перехода МГ в рабочем режиме (проведение мониторинга) приразработке и обосновании соответствующей программы нагружения газопровода.

7.14 Сбор данных при АЭ-контроле

7.14.1 Сбор данных АЭ-контролянеобходимо проводить во время всего никла нагружения.

7.14.2 Во время проведенияАЭ-контроля должна быть установлена постоянная визуальная, радио или телефоннаясвязь с персоналом, осуществляющим нагружение перехода МГ. СпециалистыАЭ-контроля должны регистрировать изменение давления в трубе и наблюдать ходсбора данных. Персонал, осуществляющий нагружение перехода МГ, должен выполнятьуказания специалистов АЭ-контроля по изменению давления в газопроводе.

7.14.3 Во время проведенияАЭ-контроля перехода МГ необходимо отмечать и регистрировать изменения вшумовой обстановке, активности акустико-эмиссионных каналов, погодных условиях,а также следует наблюдать за графиками изменения параметров АЭ-сигналов иотмечать информацию, способную помочь при обработке и оценке собранных данных.

7.14.4 В случае регистрации вовремя проведения АЭ-контроля источников акустических шумов, не выявленныхранее, должны быть приняты меры по их устранению. В это время сбор данныхнеобходимо временно приостановить, а нагружение прервать. При длительнойостановке рекомендуется перед последующим нагружением частично сброситьдавление на контролируемом переходе МГ.

7.14.5 В течение всего времени сбораданных при АЭ-контроле следует проводить первичную обработку и оценкурезультатов в соответствии с разделом 8.

**8 Оценка результатов акустико-эмиссионного контроля**

8.1 Первичная обработка и опенкарезультатов

8.1.1 Первичная обработка и оценкарезультатов АЭ-контроля осуществляется непосредственно в ходе его проведения наоснове анализа изменения параметров АЭ в реальном времени.

8.1.2. Первичная оценкарезультатов АЭ-контродя предназначена для предотвращения разрушения контролируемогоперехода газопровода с помощью своевременного прекращения нагружения и сбросадавления.

8.1.3 В процессе АЭ-контроляперехода МГ необходимо наблюдать за общей активностью АЭ по всем каналам,активностью АЭ по каждому каналу, активностью АЭ в отдельных зонах,

8.1.4 Рекомендуется наблюдатьлокационные карты (график зонной локации), осциллограммы, а также несколько изнижеприведенных параметров (по выбору специалиста АЭ-контроля):

- давление в трубе;

- суммарную АЭ;

- число импульсов АЭ;

- активность АЭ;

- скорость счета АЭ;

- амплитуду АЭ сигналов;

- энергию АЭ сигналов;

 суммарный счет АЭ;

- отношение амплитудыимпульсов АЭ к их длительности.

8.1.5 При первичной оценкеданных рекомендуется следить за следующими параметрами:

- амплитудой либо энергиейсигналов АЭ, т.к. увеличение амплитуды АЭ либо энергии сигналов с ростомнагрузки является указанием на присутствие значимого дефекта и часто связано сростом трещины;

- активностью АЭ и скоростьюсчета АЭ, т.к. возрастание этих параметров с увеличением нагрузкисвидетельствует о росте дефекта;

- количеством событий АЭ, т.к.количество лоцированных событий АЭ в кластере связано с размером и опасностьюдефекта;

- местоположениемлоцированного источника АЭ, т.к. выявление источника в потенциально опаснойзоне свидетельствует о большей вероятности нахождения в данной зоне дефекта.

8.1.6 По характеру временныхзависимостей указанных параметров, показанных на рисунке 1, источники АЭ могутбыть разделены на четыре класса:

- пассивный источник (источникI класса),характеризующийся монотонным уменьшением активности, скорости счета, амплитуды,энергии во времени и «насыщением» (выходом на горизонтальное плато)накопительных параметров АЭ, т.е. суммарной АЭ и числа событий;

- активный источник (источник II класса), характеризующийся квазипостояннымизначениями активности, скорости счета, амплитуды, энергии во времени и линейнойзависимостью от времени накопительных параметров АЭ;

- критически активный источник(источник III класса), характеризующийсяпостоянным приростом значений активности, скорости счета, амплитуды, энергии вовремени и отклонением от линейной временной зависимости в сторону увеличениязначений накопительных параметров АЭ;

- катастрофически активныйисточник (источник IV класса), характеризующийся дальнейшим существеннымувеличением значений активности, скорости счета, амплитуды, энергии во времении существенным отклонением от линейной временной зависимости в сторонуувеличения значений накопительных параметров АЭ.

****

**Рисунок 1 -Схематическое представление классов источников**

8.1.7 Последовательность рекомендуемыхдействий специалиста АЭ-контроля во время проведения контроля в случаевыявления источника АЭ представлена в таблице 3.

8.2 Предварительная фильтрация собранныхданных

8.2.1 Перед проведением оценкирезультатов AЭ-контроля необходимо очистить собранные данные от постороннихсигналов различного типа.

8.2.2 Все действия пофильтрации данных ЛЭ должны быть документированы и снабжены пояснениями.Подученные после фильтрации данные должны быть сохранены наряду с исходными.

8.2.3 Для оценки физической природыисточника шума целесообразно использовать акустико-эмиссионную аппаратуру сфункциями осциллографа и спектроанализатора.

8.2.4 Обязательно должна проводитьсяфильтрация синфазной помехи. Для «истинных» сигналов разность времени приходаориентировочно составляет более 3 мкс.

Таблица 3 - Действия специалиста АЭ-контроля в случаевыявления источника АЭ

|  |  |
| --- | --- |
| Выявленный источник АЭ | Действия специалиста АЭ-контроля |
| Пассивный (источник I класса) | Продолжить нагружение МГ на переходе |
| Активный (источник II класса) | Продолжить нагружение МГ на переходе |
| Критически активный (источник III класса) | Приостановить нагружение МГ на переходе, после анализа данных АЭ принять решение о продолжении или прекращении нагружения МГ на переходе |
| Катастрофически активный (источник IVкласса) | Прекратить нагружение МГ на переходе, произвести уменьшение давления до величины, при которой класс источника АЭ снизится до уровня II или III класса |

8.2.5Обязательно должна проводиться фильтрация по количеству выбросов. Для«истинных» сигналов количество выбросов ориентировочно составляет более 3 шт.

8.2.6 При фильтрации собранныхданных следует обращать внимание на следующие типы посторонних сигналов:

- электромагнитная наводкапостоянного характера, которая характеризуется практически одинаковой,повторяющейся формой сигнала, спектр которого локализован в узкой области либонескольких областях;

- одиночный электромагнитныйимпульс, который характеризуется небольшим количеством выбросов, «гладким»широким спектром, в котором достаточно заметны высокочастотные составляющие;

- наводки на несущих частотахканалов радиовещания, особенно диапазона Д В, например, на частоте 234 кГц,которые характеризуются кратностью частоте 9 кГц;

- сигналы от утечек, которыеявляются непрерывными и имеют механическую природу, поэтому в их спектренаблюдается практическое отсутствие частот как нижних (до частоты срезафильтров), так и высоких (в результате их повышенного затухания в газопроводе).

8.3 Обработка и оценка данных АЭ

8.3.1 Оценку техническогосостояния перехода МГ проводят по результатам анализа информации, полученной впроцессе АЭ-контроля, о наличии или отсутствии дефектов в контролируемомпереходе.

8.3.2 Для анализа источниковАЭ и классификации их по степени опасности должны использоваться критерии,апробированные на значительном объеме экспериментальных данных, включающих испытанияучастков газопроводов с различными дефектами. Основные критерии дляклассификации источников АЭ приведены в ПБ03-593-03 [6].

8.3.3 Независимо от выбранногодля классификации критерия источники АЭ рекомендуется разделять на четырекласса, идентичные описанным в8.1.6.

8.3.4 Активные, критическиактивные и катастрофически активные источники АЭ считаются недопустимыми, и приих выявлении и локализации требуется провести визуальный контроль участкаперехода с выявленным источником и, в случае необходимости, дополнительныйконтроль другими методами неразрушающего контроля, после чего принять решение онеобходимости ремонта указанного участка.

8.3.5 В случае обнаруженияпассивного источника АЭ требуется оценить необходимость дополнительногоконтроля другими методами,

8.3.6 Для оценки необходимостидополнительного контроля участка перехода, на котором выявлен пассивныйисточник АЭ, на локационной схеме следует выделить кластеры -участки, накоторых зарегистрировано не менее двух событий. Источники в выделенныхкластерах требуется разбить на три группы:

- источники группы 1, имеющиенебольшую среднюю энергию (менее 100 мВ·мкс) при небольшом числе событий;

- источники группы 2, имеющиезначение средней энергии от 100 до 200 мВ·мкс при относительно большом числе(пять и более) событий, распределенных на достаточно протяженном участке длинойболее двух диаметров контролируемого участка перехода газопровода;

- источники группы 3, имеющиевысокое значение средней энергии (более 200 мВ-мкс) при относительно небольшомчисле (от двух до четырех) событий, компактно локализованных на участке длинойменее двух диаметров контролируемого участка перехода газопровода.

8.3.7 Источники группы 1 могут бытьсвязаны с малозначительными дефектами, такими как небольшие непровары, смещениякромок, подрезы, цепочки пор, шлаковые включения, отдельные очаги коррозии.

8.3.8 Источники группы 2 связаны сраспределенными дефектами, часто с участками коррозионного растрескивания.

8.3.9 Источники группы 3 могутсоответствовать наиболее выраженным дефектам, являющимся сильными локальнымиконцентраторами напряжений, такими как трещины (в основном металле и сварныхшвах), непровары, смещения кромок, подрезы.

8.3.10 При выявленииисточников группы 1 проведение дополнительного контроля не требуется.Выявленные источники заносятся в базу данных для сравнительного анализа припоследующем АЭ-контроле.

8.3.11 При выявленииисточников групп 2 и 3 необходимо провести визуальный контроль участка переходас выявленным источником и, в случае необходимости, дополнительный контрольдругими методами неразрушающего контроля для определения количественныххарактеристик (размеры, ориентация и т.д.) обнаруженных дефектов, после чегопроизвести оценку работоспособности контролируемого перехода.

8.4 Документальное оформление результатовАЭ-контроля

8.4.1 Результаты АЭ-контролядолжны содержаться в отчетных документах, которые составляются организацией,проводившей АЭ-контроль: в отчете, протоколе АЭ-контроля, заключении порезультатам АЭ-контроля.

8.4.2 Отчет должен содержатьисчерпывающие данные о подготовке и проведении АЭ-контроля, а также информацию,которая позволяет оценить состояние объекта и подтвердить уровень квалификацииспециалистов АЭ-контроля, на основании чего можно судить о достоверностирезультатов.

8.4.3 В отчете должнысодержаться следующие данные:

- наименование организации,эксплуатирующей газопровод;

- наименование организации,проводившей АЭ-контроль;

- дата АЭ-контроля;

- наименование контролируемогоперехода;

- координаты контролируемогоперехода;

- технические характеристикиперехода МГ через преграду;

- сведения об использованной акустико-эмиссионнойаппаратуре;

- установочные параметрыакустико-эмиссионной аппаратуры (частотный диапазон, порог ограниченияамплитуды и т.д.);

- акустические свойстваобследуемого перехода (скорость распространения сигналов, затухание);

- расстояния между ПАЭ;

- местоположение обнаруженныхдефектов;

- классификация обнаруженныхдефектов;

- результаты дополнительногоконтроля обнаруженных дефектов в случае его проведения;

- вид ремонта обнаруженныхдефектов в случае его проведения.

8.4.4 Протокол АЭ-контроля изаключение по результатам АЭ-контроля являются частью отчета, но также могутбыть использованы в качестве самостоятельных документов. Формы протокола изаключения приведены в приложениях А и Бсоответственно.

8.4.5 Решение о проведенииработ по ремонту дефектных участков перехода МГ должно принимать руководствоорганизации, эксплуатирующей данный газопровод, на основании представленныхдокументов по результатам АЭ-контроля.

8.4.6 В случае ремонтазабракованного участка путем его вырезки образцы металла, содержащие дефекты,рекомендуется сохранять для дополнительных исследований.

**9 Требования безопасности**

9.1 Специалисты АЭ-контроля,проводящие работы по АЭ-контролю перехода МГ, должны пройти проверку знанийправил безопасности Ростехнадзора и иметь соответствующие удостоверения.

9.2 Все лица, принимающиеучастие в работах по АЭ-контролю перехода МГ, должны быть обеспеченыспецодеждой и средствами индивидуальной защиты.

9.3 При проведении работ сакустико-эмиссионной аппаратурой необходимо соблюдать требования безопасности иохраны труда поГОСТ12.1.019-79, ГОСТ12.2.003-91, Правилам технической эксплуатации электроустановокпотребителей [7],главам 1.1, 1.2, 1.7, 1.9 Правил устройства электроустановок [8]и паспорту на используемую акустико-эмиссионную аппаратуру.

9.4 Заземлениеакустико-эмиссионной аппаратуры должно осуществляться специальным проводом с отличительнымпризнаком, который подсоединяется к корпусу прибора. Сечение провода должнобыть не менее сечения фазных проводов и не менее 2,5 мм2.

9.5 Работа в ночное времядопускается только в виде исключения и при условии обязательного освещенияперехода МГ и прилегающей территории.

**Приложение А
(рекомендуемое)
Форма протокола акустико-эмиссионного контроля**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |  |
| --- | --- |
| **1. Дата проведения контроля** |  |
| **2. Организация, проводящая контроль** |  |
| **3. Данные об объекте** |
| Местоположение (пикет) |   |   |
| Номер паспорта |   |   | Дата ввода в эксплуатацию |   |
| Марка материала |   |   | Метод изготовления |   |
| Толщина стенки, мм |   |   | Диаметр, мм |   |
| Размер контролируемой зоны |   |   |
| Рабочее давление |   |   | Рабочая среда |   |
| Рабочая температура |   |   | Магнитные свойства |   |
| Состояние поверхности |   |   |
| Характеристики затухания волн | ш |   |
| Эскиз объекта с указанием размеров и размещения ПАЗ (в приложении) |   |
| **4. Дополнительные сведения об объекте** |
|   |
|   |
| **5. Акустические характеристики материала, определение порогового расстояния и расположение преобразователей** |
| Заполнение объекта | Жидкость-газ-пустой | Давление |   |
| Преобразователи |   |   | Предусилители |   |
| Имитатор АЭ |   |   |   |
| Место определения параметров затухания |   |
| Пороговое расстояние, м |   |
| Скорость звука в объекте, м/сек |   |
| Реальное максимальное расстояние между соседними преобразователями (принимается 2/3Lдля локации по разнице времени прихода, 1,5L- для зональной |   |
| Данные калибровки (расстояние между преобразователями), мкс |   |
| Наличие на поверхности объекта мертвых зон |   |
| Комментарии |
| http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/58/58890/x004.jpg |
| **6. Тип и условия испытания** |
| Рабочее тело |   |
| Температура объекта |   |
| Температура окружающей среды |   |
| Марка нагружающего оборудования |   |
| Испытательное давление |   |
| **7. Параметры графика нагружения** |
| Скорость нагружения |   |
| Время выдержки |   |
| Величины нагрузок при выдержках |   |
| **8. График нагружения (планируемый и реальный)** |
| http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/58/58890/x006.jpg |
| Комментарии |
|   |
|   |
|   |
| Время, сек | Давление, МПа | Амплитуда, дБ | Комментарии |
|   |   |   |   |
|   |   |   |   |
|   |   |   |   |
|   |   |   |   |
| **9. Тип и характеристика акустико-эмиссионной аппаратуры, включая название фирмы изготовителя, модель и номер прибора** |
|   |
|   |
|   |
|   |
| **10. Число и тип преобразователей** |
| **11. Контактная среда |** |
| **12. Режим работы аппаратуры АЭ и проверка ее работоспособности (до и после испытаний)** |
| Параметр | До испытания | После испытания |
| Коэффициент предварительного усиления |   |   |
| Коэффициент основного усиления по каналам |   |   |
| Уровень дискриминации по каналам |   |   |
| Уровень собственных шумов (приведенных ко входу предусилителя) |   |   |
| Рабочая полоса частот |   |   |
| **13. Изменение параметров в ходе испытаний** |
|  |
| **14. Перечень приложений** |
|  |
|  |
| **15. Основные сведения о результатах контроля** |
|   |
| **16. Контроль проводился в соответствии** |
|   |
|   |
| Обследование провел | Подпись | Фамилия |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

 |

**Приложение Б
(рекомендуемое)
Форма заключения по результатам акустико-эмиссионного контроля**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |  |
| --- | --- |
| Объект контроля |   |
| Местоположение |   |
| Контроль выполнялся аппаратурой акустической эмиссии |   | Зав. № |   |
| Согласно |   |
| Детальная информация о проведенном АЭ-контроле содержится в протоколе |   |
| **Заключение** |
|   |
|   |
|   |
|   |
|   |
|   |
|   |
| **Выводы и рекомендации** |
|   |
|   |
|   |
|   |
|   |
|   |
| Заключение составил | Подпись | Фамилия |
|  |  |  |  |  |  |  |

 |

**Библиография**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| [1] | Правила безопасности Госгортехнадзора РоссииПБ 03-372-00 | Правила аттестации и основные требования к лабораториям неразрушающего контроля |
| [2] | Правила безопасности Госгортехнадзора РоссииПБ 03-440-02 | Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля |
| [3] | Руководящий документ Госгортехнадзора РоссииРД 03-379-00 | Требования к квалификации специалистов по акустико-эмиссионному методу неразрушающего контроля |
| [4] | Руководящий документ Госгортехнадзора РоссииPД 03-299-99 | Требования к акустико-эмиссионной аппаратуре, используемой для контроля опасных производственных объектов |
| [5] | Руководящий документ Госгортехнадзора РоссииРД 03-300-99 | Требования к преобразователям акустической эмиссии, применяемым для контроля опасных производственных объектов |
| [6] | Правила безопасности Госгортехнадзора РоссииПБ 03-593-03 | Правила организации акустико-эмиссионного контроля сосудов, аппаратов, котлов и технологических трубопроводов |
| [7] | Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (утверждены приказом Минэнерго России от 13 января 2003 г. № 6) |
| [8] | Правила устройства электроустановок (утверждены приказом Минэнерго России от 8 июля 2002 г. № 204) |

**Ключевыеслова:** акустико-эмиссионный контроль,переход, газопроводы магистральные, водные преграды, автомобильные дороги,железные дороги, методика