

ПРОТОКОЛ

заседания Объединенного Экспертного Совета по проблемам применения метода акустической эмиссии при Российском обществе по неразрушающему контролю и технической диагностике

от 02.04.2025

Заседание Объединенного Экспертного Совета по проблемам применения акустической эмиссии при Российском обществе по неразрушающему контролю и технической диагностике (ОЭС АЭ при РОНКТД) состоялось 2 апреля 2025 г. в 17:00 в рамках деловой программы Форума «Территория NDT» в помещении ЦВК Экспоцентр, г. Москва.

На заседании присутствовали следующие члены ОЭС АЭ:

1	Андреев Андрей Георгиевич	НУЦ «Качество», г. Москва
2	Глушко Александр Николаевич	ООО «НДТ-Системы», г. Москва
3	Дозморов Алексей Владимирович	АО «ТАИФ-НК»
4	Евдокимов Евгений Михайлович	ВУНЦ ВВС «ВВА», г. Воронеж
5	Елизаров Сергей Владимирович	ООО «ИНТЕРЮНИС-ИТ», г. Москва
6	Иванов Валерий Иванович	ЗАО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр», г. Москва
7	Козырев Игорь Олегович	ИБ NDT, Бразилия
8	Комаров Алексей Григорьевич	АО «ВНИКТИ Нефтехимоборудование», г. Волгоград
9	Коноплев Алексей Михайлович	ПАО «Северсталь»
10	Кузьмин Алексей Николаевич	ООО «Стратегия НК», г. Екатеринбург
11	Медведев Кирилл Алексеевич	ООО «НТЦ «ЭгидА», г. Москва
12	Мисейко Андрей Николаевич	ООО "НТЦ ЭгидА", г. Москва
13	Наumenко Александр Петрович	Омский государственный технический университет
14	Попов Алексей Владимирович	Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. И.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж
15	Сагайдак Александр Иванович	АО «НИЦ «Строительство», г. Москва
16	Сазонов Александр Анатольевич	ЗАО «ГИАП-ДИСТцентр», г. Москва
17	Счастливцев Александр Борисович	МГТУ им. Баумана
18	Терентьев Денис Анатольевич	ООО «ИНТЕРЮНИС-ИТ», г. Москва
19	Толкачев Владислав Николаевич	АО «ВНИКТИ Нефтехимоборудование», г. Волгоград
20	Тютин Марат Равилович	ИМЕТ РАН
21	Челноков Алексей Викторович	Военная академия РВСН им. Петра Великого, г. Москва
22	Чуклин Денис Владимирович	УЦПБ
23	Якушин Валерий Анатольевич	ООО «НПК «Изотермик», г. Москва

Также на заседании в качестве докладчика присутствовал начальник Отдела технического надзора АО «ТАИФ-НК» Ханжин Александр Сергеевич.

Повестка дня:

1. Методологическое обеспечение АЭ метода
2. Проблема обеспечения достоверности результатов АЭ контроля. Обсуждение возможных причин пропуска (невывяления) развивающихся трещин при проведении пневматических испытаний сосудов и трубопроводов на прочность и плотность. Способы повышения достоверности результатов АЭ контроля
3. Разное

Вел заседание председатель ОЭС АЭ **Елизаров С.В.**

1. Методологическое обеспечение АЭ метода

Докладчик **Иванов В.И.**: Для того, чтобы появилась возможность аттестовывать специалистов по акустической эмиссии, в начале 1990-х АЭ была включена в систему аттестации неразрушающего контроля с 3 уровнями. Но метод АЭ включает в себя и неразрушающий контроль, и техническую диагностику (ТД), и материаловедение. Неразрушающий контроль позволяет выявлять дефекты, оценивать их параметры, сравнивать с нормами бракования, а техническая диагностика – более общая технология, определяющая техническое состояние объекта. 4 класса опасности в методе АЭ как раз и определяют техническое состояние объекта. Поэтому предлагаю организовать комитеты по технической диагностике в различных организациях, например, в РОНКТД, в котором, фактически, нет ТД.

В ходе развернувшегося обсуждения, в котором участвовали **Науменко А.П., Андреев А.Г., Елизаров С.В., Попов А.В., Мисейко А.Н.** отнесение АЭ к ТД было в целом поддержано, поскольку АЭ позволяет определять техническое состояние, определять причины и местоположение дефектов, прогнозировать состояние. Также в ходе обсуждения отметили, что прогноз ресурса может делаться только на основании текущего технического состояния и при известных условиях эксплуатации.

Иванов В.И.: Мы обновили текст ПБ 03-593-03, переработали его в РБ, передали в Ростехнадзор и в июне 2024 получили одобрение проекта на заседании секции. С тех пор ничего не происходит. Нужно разрабатывать документы по АЭ и через Ростехнадзор, и через различные комитеты Росстандарта, в частности, ТК132 «Техническая диагностика».

В ходе обсуждения **Сазонов А.А.** отметил, что данный проект остановился в правовом управлении Ростехнадзора, эту проблему планируется поднять на заседании ТПП. **Кузьмин А.Н., Елизаров С.В.** отметили сложность переработки РБ в ГОСТ и прохождения документов по АЭ через ТК132. **Сагайдак А.И.** рассказал об успешном опыте разработки документов по АЭ в ТК465 «Строительство», в частности, о выходе ГОСТ Р 71874-2024 "Конструкции бетонные и железобетонные. Акустико-эмиссионный мониторинг".

2. Проблема обеспечения достоверности результатов АЭ контроля. Обсуждение возможных причин пропуска (невывяления) развивающихся трещин при проведении пневматических испытаний сосудов и трубопроводов на прочность и плотность. Способы повышения достоверности результатов АЭ контроля

Докладчик **Мисейко А.Н.**: Обеспечение достоверности АЭ-контроля является одной из ключевых проблем в области практического применения метода АЭ. Имея большой опыт выполнения АЭ-контроля на различных предприятиях нефтегазоперерабатывающей и химической промышленности, в энергетической отрасли, мы установили, что достоверность полученных результатов может достигать 80%. Проводя АЭ-контроль

различного оборудования, наши специалисты всегда стремятся получать обратную связь от работников предприятий-заказчиков, задействованных в обеспечении надежной и безопасной эксплуатации оборудования, отвечать на их вопросы, помогать в решении проблем с идентификацией источников АЭ, анализировать причины и факторы, препятствующие выявлению дефектов.

В период проведения работ по АЭ-мониторингу в АО «ТАИФ-НК» к нам обратились специалисты Отдела технического надзора с вопросом о возможных причинах пропусков (невывявления) развивающихся трещин при проведении пневматических испытаний реактора жидкой фракции углеводородов комплекса глубокой переработки тяжелых остатков, а также возможных способах повышения достоверности результатов АЭ-контроля. При эксплуатации этого реактора после завершения капитального ремонта и проведения пневмоиспытаний с сопровождением их АЭ-контролем произошла разгерметизация нижнего штуцера реактора из-за множественного растрескивания.

Мы предлагаем вместе с коллегами разобраться в данной ситуации, поскольку получается, что по результатам АЭ-контроля дефекты, критичные для целостности реактора, не были выявлены методом АЭ, либо их степень опасности была недооценена. На достоверность результатов АЭ-контроля могут влиять как чисто технические причины, так и несовершенство методологии. Нужно постараться исключить такие случаи.

Передаю слово начальнику Отдела технического надзора АО «ТАИФ-НК» Ханжину Александру Сергеевичу, который более подробно расскажет о выявленной проблеме.

Докладчик **Ханжин А.С.:** Я являюсь представителем АО «ТАИФ-НК», в состав которого входят нефтеперерабатывающий завод, завод бензинов и суперсовременное предприятие по переработке гудрона.

При эксплуатации установок по переработке тяжелых остатков мы, в первую очередь, сталкиваемся с повышенным эрозионным износом – на отводах змеевика с трехфазным потоком эрозия достигает 3-4 мм/год, аналогичная ситуация на клиновом расходемере.

Мы столкнулись с проблемами хлоридного коррозионного растрескивания под напряжением (КРН). Диагностирование такого повреждения является проблемой. Сейчас мы поняли, как надо изготавливать детали, но КРН все равно вызывает очень большие проблемы, приводящие к большим незапланированным простоям. Выявление этих проблем очень важно, т.к. процесс деградации постепенный, и его выявление методом АЭ при пневмоиспытаниях приоритетно для аустенитных сталей. Этот процесс возникает из-за того, что влага, содержащая хлориды, постепенно начинает растрескивать кристаллическую решетку аустенитного материала. У нас это произошло на переходе реактора, где образовалась застойная зона. Согласно заключению экспертной организации, влага попала в футеровку во время изготовления, процесс усугубился высокими температурой (до 475°C) и давлением (19,2 МПа).

Объект эксплуатируется с отступлениями от требований ФНП в области промышленной безопасности. На него разработано обоснование безопасности. Полноценное техническое освидетельствование проводить не можем. Мы хотели приравнять испытания на герметичность к испытаниям на прочность и плотность в качестве отступления от требований ФНП по оборудованию, работающему под давлением, но эксперты, разрабатывавшие обоснование безопасности, в категоричной форме нам отказали. По требованиям лицензиара и технологического регламента мы не можем поднимать давление выше 19,2 МПа. Для испытаний на прочность и плотность нужно нагружать примерно до 30 МПа. Т.о., мы проводим испытания только на герметичность на рабочем давлении.

Мы достаточно давно эксплуатируем установку. Ни у одного производителя не было готовых решений. Мы приобрели ультразвуковой прибор на фазированных решетках, который хорошо фиксирует наличие трещин в объекте. Но до такого состояния до-

водить объект не хочется, поскольку при наличии диагностируемой трещины происходит разгерметизация оборудования.

По классификации дефектов – сложно определить, дошёл ли объект до критического состояния. Реакторы объёмные, с футеровкой. Очень трудно провести ультразвуковой контроль, радиографию. Делаем внутренний осмотр 1 раз в 2-3 года или при возникновении проблем. Для доступа внутрь реакторов используются скафандры с кислородным баллоном и в среде азота, перед этим мы дренируем рабочий продукт.

Если метод АЭ поможет нам выявлять локации, мы сможем проводить ДДК и выявлять, что это – растрескивание, дефект, несплошность. Но в целом хотелось бы получать при АЭ контроле информацию не только о местоположении дефектов, но и более детальную.

Основные проблемы АЭ при выявлении коррозионного растрескивания:

- Когда вносили изменения в обоснование безопасности ОПО, пытались в испытании контура на герметичность включить применение метода АЭ. Но из-за отсутствия нормативных документов на системы мониторинга мы не смогли внести метод АЭ как основной, обеспечивающий отступление от требований ФНП. Т.о., нужен нормативный документ на применение систем АЭ-мониторинга, чтобы можно было их вносить в обоснование безопасности и применять массово. Это упростило бы эксплуатацию, например, тех же коксовых камер.

- Из-за высокой температуры стенки (до 200-250°C) объекта требуется установка волноводов. Считаю, что нужен нормативный документ, в котором обосновывается применение волноводов и прописано, как это влияет на результаты АЭ-контроля.

- Применение сжатых газов для испытаний является опасным фактором. До 6,0 МПа набираем давление азотом, а затем (до 19,2 МПа) – подогретым водородом.

- Мы не можем нагрузить объект сверх рабочего давления, что снижает достоверность АЭ-контроля.

- Сложность регистрации просачивания продукции, протекающего по механизму диффузии.

- Влияние промышленных шумов: оборудование работает в условиях высокого уровня вибрации, давление на нагнетании компрессоров водорода достигает 220-230 атм, поршневые компрессора дают очень большие шумы, также не исключены электромагнитные наводки.

- Необходимы эталонные данные и опыт интерпретации. Для точной диагностики нужны базы данных, нормативная документация по типовым дефектам. Ошибки интерпретации могут привести к ложным выводам.

Прошу вас, коллеги, поделиться мнениями, как дальше развивать диагностику с применением метода АЭ на подобных объектах, сообщить – разрабатываются ли нормативные документы, которое можно включать в обоснование безопасности, использовать при экспертизе промышленной безопасности, предъявлять Ростехнадзору.

Попов А.В.: Можно ли остановить реактор и провести полноценный АЭ-контроль?

Ханжин А.С.: Да, но для этого приходится испытывать весь контур, поскольку реактор без фланцев. Переход находится в юбке реактора, высота 10-15 м, доступ затруднен, даже при использовании волноводов.

Кузьмин А.Н.: Наша организация непосредственно занималась контролем этих реакторов. Действительно, объект крайне сложный, многослойный (толщина 50-100 мм), футеровочный бетонный слой давал огромное количество помех. Пришлось разрабатывать методику контроля с нуля, потому что традиционный подход, предлагаемый ПБ 03-593-03, рассчитан на усталостные трещины, а здесь присутствует термомеханическая эмиссия, совсем другой механизм. Мы регистрировали высокую интенсивность низко-

амплитудных сигналов. В методиках, предлагаемых, например, Медведевой М.Л., написано, что это, как правило, коррозионные дефекты, по интенсивности которых оценивается степень коррозии – глубина. Мы с таким подходом решили интерпретировать результаты АЭ-контроля этого сложного и уникального объекта, и получилось, что глубина проникновения около 20%. Понимая, что мы не можем говорить здесь о серьезном растрескивании, мы дали II класс опасности. Впоследствии, действительно, сам переход не разрушился, а началось диффузионное просачивание продукта. Это проблема. Я вижу выход только в представленном докладчиком накоплении эталонных данных и опыта интерпретации. Постепенно мы наберем данные, но их нужно получать и сравнивать с реальным состоянием объекта. Для этого АО «ТАИФ-НК» пошло правильным путем – необходимо применять ультразвуковые приборы с фазированными решетками, чтобы идентифицировать источники АЭ-сигналов.

В ходе развернувшейся дискуссии **Сазонов А.А., Кузьмин А.Н., Попов А.В. и Науменко А.П.** пришли к общему выводу о том, что для разработки критериев браковки необходимо решить на этом объекте технические и организационные проблемы с приваркой волноводов, установить систему постоянного мониторинга и собрать массив данных для анализа, а также отметили, что нормативная документация по установке волноводов не может быстро появиться. **Иванов В.И.** отметил, что проблема сложная, и предложил организовать рабочую группу для её обсуждения. **Елизаров С.В.** сообщил озвученную на круглом столе по мониторингу информацию о том, что проект ГОСТ по общим требованиям к мониторингу подан в один из технических комитетов Росстандарта.

3. Разное

Терентьев Д.А.: Проект ГОСТ Р «Контроль неразрушающий. АЭ контроль. Словарь» прошел в Институте стандартизации нормоконтроль, в ходе которого было проведено оформление, исправлены опечатки. Также редактор стал оспаривать текст перевода, в основном удалось отстоять наши варианты. Сейчас на форуме ТК371/ПК9 проходит голосование по тексту утвержденной Институте стандартизации редакции.

Елизаров С.В.: Полагаю, что наши конференции АПМАЭ – весьма полезная и нужная вещь, и следует продолжить данный вид деятельности. Проведение конференции в апреле можно считать наиболее удобным и утвержденным. Чтобы провести конференцию в апреле 2026, необходимо начинать прямо сейчас.

Мисейко А.Н.: НТЦ «ЭгидА» предлагает опять провести конференцию в апреле 2026 в Самаре, может быть, выездную. Мы готовы найти партнеров, спонсоров. Следует приглашать не только экспертные организации и производителей аппаратуры, но также представителей заказчиков (заводов, нефтегазопромыслов, компаний, которые занимаются обслуживанием промышленного оборудования). Считаю, что формат, включающий примерно 20 мин на доклад и 10-15 мин на вопросы, является оптимальным, поскольку в этом случае каждая компания, которая считает что-то нужным для себя прояснить или дать комментарий, будет иметь такую возможность.

В ходе обсуждения, в котором участвовали **Попов А.В., Науменко А.П.**, был отмечен высокий уровень организации АПМАЭ-2024 в Самаре, высказаны пожелания выделить больше времени для общения вне программы докладов, а также организовать публикацию докладов конференции в журналах определенного уровня в определенные сроки, чтобы удовлетворить условиям грантов, предоставляемых некоторым докладчикам.

Также в разделе «Разное» **Глушко А.Н., Иванов В.И., Соболев В.А., Науменко А.П., Кузьмин А.Н.** обсуждали проблемы:

- влияния активных химических процессов на вероятность разрушения;

- необходимость получения полной информации с датчиков давления, датчиков расхода, системы оценки качества смазки подшипников, температуры продукта для составления достоверного прогноза;

- необходимость фиксации и анализа не только успешных случаев выявления дефектов, но и грубых ошибок при применении АЭ;

- преимуществ и недостатков мониторинга и периодического контроля, сложности проведения экспертного и автоматизированного анализа данных.

В заключение **Елизаров С.В.** предложил записать в протокол заседания ОЭС АЭ, что в случае, если в течение месяца не появятся другие желающие провести конференцию АПМАЭ, то заявка НТЦ «ЭгидА» считается автоматически одобренной.

Председатель ОЭС АЭ при РОНКТД



/ Елизаров С.В. /

Секретарь ОЭС АЭ при РОНКТД



/ Терентьев Д.А. /