

# ПРОТОКОЛ

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

от 26.10.2022

Заседание Объединенного Экспертного Совета по проблемам применения акустической эмиссии при Российском обществе по неразрушающему контролю и технической диагностике (ОЭС АЭ при РОНКТД) состоялось в рамках деловой программы Форума «Территория NDT» в помещении ЦВК Экспоцентр, г. Москва, 26 октября 2022 г. в 10:30.

На заседании присутствовали следующие члены ОЭС АЭ:

1	Андреев Андрей Георгиевич	НУЦ «Качество», г. Москва
2	Боровкова Евгения Сергеевна	Полоцкий государственный университет
3	Евсеев Сергей Владимирович	ЗАО «НДЦ НПФ «Русская лаборатория», г. Москва
4	Елизаров Сергей Владимирович	ООО «ИНТЕРЮНИС-ИТ», г. Москва
5	Жуков Антон Валерьевич	ООО «Стратегия НК», г. Екатеринбург
6	Иванов Валерий Иванович	ЗАО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр», г. Москва
7	Колоколова Наталья Николаевна	НПП «Ультратест», г. Обнинск
8	Комаров Алексей Григорьевич	АО «ВНИКТИ Нефтехимоборудование», г. Волгоград
9	Носов Виктлор Владимирович	Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербургский горный университет
10	Нуриллаев Нодир Шарафиддинович	АО «МАХАМ-СНІРСНІQ», Чирчик, Узбекистан
11	Переславцева Вера Федоровна	Курская АЭС-2. АО «Атомстройэкспорт»
12	Раметов Абдулхаким Набишевич	АО «МАХАМ-СНІРСНІQ», Чирчик, Узбекистан
13	Сагайдак Александр Иванович	АО «НИЦ «Строительство», г. Москва
14	Сазонов Александр Анатольевич	ЗАО «ГИАП-ДИСТ ЦЕНТР», г. Москва
15	Соболев Виктор Алексеевич	АО «НПЦ «Молния»
16	Терентьев Денис Анатольевич	ООО «ИНТЕРЮНИС-ИТ», г. Москва
17	Холодов Сергей Сергеевич	ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана»

## Повестка дня:

1. Вопрос применения метода АЭ при техническом диагностировании и освидетельствовании технологических трубопроводов в связи с принятием ФНП «Правила безопасной эксплуатации технологических трубопроводов», разделы V.IV - V.VI (Колоколова Н.Н., НПП «Ультратест», г. Обнинск)

2. Акустико-эмиссионный мониторинг твердения бетонов. Импортозамещение в современных условиях (Сагайдак А.И., АО «НИЦ «Строительство», г. Москва)

3. Акустико-эмиссионный мониторинг бетона в раннем возрасте (Боровкова Е.С., Полоцкий государственный университет)

4. Внедрение акустико-эмиссионного метода в АО «Махам-Chirchiq» Химической промышленности Республики Узбекистан (Нуриллаев Н.Ш., АО «МАХАМ-ЧИРСЧИҚ», Чирчик, Узбекистан)

5. АЭ диагностика. Цели и результаты (Иванов В.И., ЗАО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр», г. Москва)

6. Разное

Вел заседание председатель ОЭС АЭ **Елизаров С.В.** Он отметил, что Объединенный Экспертный Совет обретает международный статус, и в данном заседании участвуют и выступают с докладами коллеги из Белоруссии и Узбекистана.

1. Вопрос применения метода АЭ при техническом диагностировании и освидетельствовании технологических трубопроводов в связи с принятием ФНП «Правила безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» (разделы V.IV - V.VI)

С докладом выступила **Колоколова Н.Н.**

За предшествующий 25-летний период метод акустической эмиссии нашел широкое применение в промышленности как самостоятельный метод неразрушающего контроля при проведении технического диагностирования технологического оборудования, так и в качестве метода, обеспечивающего безопасность проведения пневматических испытаний при проведении технического освидетельствования сосудов, аппаратов, котлов и технологических трубопроводов. Созданный в 1996 г. Экспертный Совет по проблемам применения метода АЭ на подконтрольных Ростехнадзору объектах, помимо других вопросов, занимался последовательной гармонизацией действующих Правил безопасности в части применения метода АЭ на действующих производствах. В п. 190 ФНП «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением» (далее ФНП ПБОРПД) в технически обоснованных случаях предусмотрена возможность:

- снижения величины испытательного давления вплоть до максимального рабочего,
- использовать газообразную рабочую среду в качестве нагружающей.

Это позволяет проводить пневматические испытания рабочей средой неразъемных технологических линий, состоящих из сосудов, аппаратов и трубопроводов их обвязки, с применением АЭ контроля. При этом метод АЭ выполняет как функцию обеспечения безопасности этих испытаний, так и используется как средство диагностирования состояния испытываемого оборудования.

В связи с вводом в действие ФНП «Правила безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» (далее ФНП ПБЭТТ) существенно сужается область применения метода АЭ в промышленности. Этот документ не содержит возможности использовать в качестве нагружающей рабочей среды (раздел V.VI, п. 151) для всех технологических трубопроводов, кроме трубопроводов пара и горячей воды, на которые распространяются действие ФНП ПБЭТТ. В такой формулировке п. 151 ФНП ПБЭТТ становится невозможным проведение пневматических испытаний неразъемных технологических линий рабочей средой с контролем методом АЭ.

Остается не понятной область применения ФНП ПБЭТТ в отношении технологических трубопроводов аммиачно-холодильных установок (далее АХУ), на которые распространяются ФНП «Правила безопасности химически опасных производственных объектов» (далее ПБХОПО).

Отсутствие технологических трубопроводов АХУ в п. 5 ФНП ПБЭТТ, содержащем перечень объектов, на которые не распространяется действие данного ФНП, ставит под сомнение легитимность применения п. 619 ФНП ПБХОПО, допускающего использование газообразного аммиака при испытаниях аммиакопроводов АХУ.

Кроме того, третий абзац п. 135 ФНП ПБЭТТ содержит неоднозначную формулировку, которую по-разному можно трактовать сторонами: применяющей этот метод и надзорными органами, так как одновременно содержит требование обязательного применения метода АЭ и возможность его не применять.

Таким образом, по этому документу пневматические испытания всех технологических трубопроводов, которые находятся в действующих цехах или на эстакадах, в каналах или лотках рядом с другими действующими технологическими трубопроводами, а также являющиеся частью технологических блоков, можно проводить без акустико-эмиссионного контроля (т.е. все технологические трубопроводы).

Из-за того, что не разрешается использовать в качестве нагружающей среды рабочее тело, становится непонятно, каким образом будет проводиться техническое освидетельствование и диагностирование аппаратов множества технологических блоков, провести испытания которых по-другому невозможно.

При таких неоднозначных формулировках ФНП ПБЭТТ метод акустической эмиссии теряет свое преимущество и по сути перечеркивает содержание п. 190 ФНП ПБОРПД.

Докладчик предложил направить от ОЭС АЭ обращение в Ростехнадзор с конкретными предложениями по внесению изменений в ФНП, отметив, что готов в ближайшее время прислать проект на обсуждение членам ОЭС.

**Елизаров С.В.** предложил дополнительно обратиться к руководству РОНКТД, после рассмотрения на правлении получить подпись президента РОНКТД и в таком виде отправить в Ростехнадзор.

## 2. Акустико-эмиссионный мониторинг твердения бетонов. Импортозамещение в современных условиях

**Сагайдак А.И.** рассказал о разработанной методике, которая позволяет с помощью акустической эмиссии с высокой точностью контролировать нарастание прочности бетона, прогнозировать прочность бетона на нормативный срок, а также проводить диагностирование строительных конструкций, доступ к которым практически невозможен или отсутствует. Областью применения разработки являются уникальные здания и сооружения. Также в ходе программы импортозамещения совместно с компанией «ИНТЕРЮНИС-ИТ» планируется начать выпуск приборов, которые с использованием указанной методики позволят оценивать влияние тех или иных добавок на свойства бетона. В ходе дискуссии, в которой участвовали **Колоколова Н.Н.** и **Носов В.В.**, обсуждалась актуальность разработки подобной методики для конструкционной керамики.

## 3. Акустико-эмиссионный мониторинг бетона в раннем возрасте

**Боровкова Е.С.** рассказала о том, что метод акустической эмиссии позволяет регистрировать внутреннюю активность бетона на стадии структурирования. С помощью графиков зависимости амплитуды, суммарного счета, суммарной энергии от времени при непрерывном контроле в течение 2 суток можно выделить 3 основных этапа гидратации: растворения, схватывания и кристаллизации. По моментам начала и длительности каждого периода можно определить параметры бетона: время схватывания бетона, расплубочную прочность бетона, а также прогнозировать прочность бетона на нормативный срок. В ходе развернувшейся дискуссии, в которой участвовали **Колоколова Н.Н.**, **Сазонов А.А.** и **Переславцева В.Ф.**, обсуждались вопросы применяемого частотного диапазона, влияния температуры окружающей среды и достоверности прогноза прочности в случае неравномерного набора прочности.

#### 4. Внедрение акустико-эмиссионного метода в АО "Махам-Чирчиқ" Химической промышленности Республики Узбекистан

**Нуриллаев Н.Ш.** рассказал о том, как начиналось применение метода акустической эмиссии в Техническом центре по неразрушающим методам контроля АО «Махам-Чирчиқ» Химической промышленности Республики Узбекистан, чего удалось добиться. Технический центр основан в 1977 г., многоканальные акустико-эмиссионные комплексы А-Line приобретались в 2005 и 2021 г. Из-за отсутствия центров по обучению, аттестации и сертификации по АЭ контролю в Узбекистане специалисты по АЭ в 2008-2022 гг. проходили обучение, аттестацию и сертификацию в ООО НУЦ «Качество» и Научно-учебном центре «Сварка и контроль» при МГТУ им. Н.Э. Баумана, получили II, III уровни по АЭ. Основной целью освоения и внедрения акустико-эмиссионного контроля являлось освидетельствование объектов, отработавших свой нормативный срок службы, с цикличностью работы более 1000 циклов.

За период с 2010 по 2022 г. проведен АЭ контроль более 160 сосудов и аппаратов, работающих под давлением (ресиверы для хранения воздуха и азота; водяные скруббера; хранилище для жидкого аммиака и азотной кислоты; адсорбера; сероочистные аппараты; конвертор для получения двуокиси углерода; железнодорожные цистерны для перевозки химической продукции и т.д.) В августе 2022 г. проведено техническое освидетельствование подземного газопровода диаметром 500 мм, толщиной 8 мм, рабочим давлением 12 кг/см<sup>2</sup>.

На 5 объектах в ходе ультразвукового контроля обнаружены дефекты в виде расслоения основного металла: хранилище жидкого аммиака, водяные скруббера, ёмкость аварийная для жидкого аммиака. До приобретения АЭ комплекса дефекты в виде расслоений основного металла подвергались ремонту, при этом возникали участки концентрации напряжений на металлоконструкциях объектов. На этих объектах был проведен АЭ контроль, выявлено, что дефекты в виде расслоения не развиваются, по согласованию с Госкомпромбез принято решение о дальнейшей эксплуатации этих объектов без проведения ремонта. Каждые 2 г. проводится мониторинг этих объектов на наличие источников АЭ.

Главные специалисты и подрядные организации поначалу не доверяли АЭ методу, особенно при обнаружении источников на новых и выглядевших целыми объектах. Убедившись в наличии развивающихся дефектов, подтвержденном другими методами неразрушающего контроля, и эффективности метода, руководство изменило свое отношение к применению акустической эмиссии.

При контроле методом акустической эмиссии хранилища жидкого аммиака была обнаружена трещина длиной 1100 мм. После этого Госкомпромбез составил списки хранилищ азотной кислоты, жидкого аммиака, все они теперь подлежат акустико-эмиссионному контролю.

В Узбекистане приняты стандарты EN, но переводов нет. Из-за отсутствия переведенной нормативной документации по методу акустической эмиссии по требованию Госкомпромбез совместно с производителем применяемой АЭ аппаратуры была разработана и утверждена в установленном порядке «Рабочая методика проведения акустико-эмиссионного контроля сосудов, котлов, аппаратов и технологических трубопроводов на опасных производственных объектах, подконтрольных Государственному комитету промышленной безопасности Республики Узбекистан», которая основана на ПБ 03-593-03 и дополнительно включает ряд пунктов из EN 13554 и EN 14584. Процесс утверждения этого документа в Госкомпромбез Узбекистана занял 3 недели.

В развернувшейся дискуссии, в которой приняли участие **Раметов А.Н., Иванов В.И** и **Колоколова Н.Н.** обсуждались вопросы согласования требований европейских и российских стандартов по акустической эмиссии, а также особенности проведения акустико-эмиссионного контроля подземного газопровода, конвертора окиси углерода, се-

роочистных аппаратов с катализатором, принято решение разослать членам ОЭС АЭ «Рабочую методику».

## 5. АЭ диагностика. Цели и результаты

Почетный председатель ОЭС АЭ **Иванов В.И.** в своем докладе рассказал о ходе развития метода акустической эмиссии в нашей стране. Также докладчик обратил внимание на то, что раньше для других методов неразрушающего контроля использовались достаточно строгие нормы контроля, что часто приводило к перебраковке, и только применение метода акустической эмиссии позволяло в ряде случаев определить, что те или иные дефекты являются не развивающимися, и имеющие их объекты можно продолжать эксплуатировать. Развитие других методов неразрушающего контроля, а также методик расчета на прочность привело к тому, что к настоящему моменту с их помощью можно рассчитывать вероятность разрушения объекта с обнаруженными дефектами, в результате могут оказаться допустимыми дефекты очень большого размера. Таким образом, метод акустической эмиссии может начать отставать от традиционных методов неразрушающего контроля. В связи с этим перед специалистами по акустико-эмиссионному методу встает задача связать классы источников акустической эмиссии с вероятностью разрушения объекта.

В развернувшейся дискуссии, в которой приняли участие **Носов В.В.** и **Колоколова Н.Н.**, обсуждались различные подходы к снятию неопределенности (вероятностный и энтропийный), достоверность метода акустической эмиссии, возможность расчета вероятности разрушения дефектов по данным акустико-эмиссионного контроля для источников разных классов для образцов и реальных объектов, необходимость объединения усилий специалистов для решения данной задачи, а также возможность ее сужения до случая источников III и IV классов опасности.

## 6. Разное

**Елизаров С.В.** по поручению коллег из компании «НТЦ «ЭгидА» сделал анонс следующей конференции по акустической эмиссии, которая пройдет в 2024 г. в Самаре на базе Самарского государственного технического университета, а также предложил провести на конференции круглый стол по поднятой теме достоверности метода акустической эмиссии.

Также **Елизаров С.В.** сообщил о прошедшем 25.10.2022 заседании ТК371 ПК9 «Акустическая эмиссия», на котором руководитель ПК9 рассказал о том, как обстоят дела с 5 стандартами, которые уже находятся на обсуждении в ТК371. Оказалось, что у стандарта ГОСТ Р ИСО 12716 «Контроль неразрушающий. Акустико-эмиссионный контроль. Термины и определения» следует сначала обсуждать только перевод, затем отдельно - Приложение ДА с отечественными терминами. Проекты по аппаратуре и 3 стандарта по бетону оказались оформленными не в соответствии с действующими правилами, руководство ТК371 помогло оформить один из этих стандартов, остальные планируется оформить по образцу и снова направить в ТК371. В ходе развернувшейся дискуссии, в которой приняли участие **Иванов В.И.** и **Сагайдак А.И.**, обсуждался положительный опыт налаженных процедур выпуска стандартов в других ТК за счет средств разработчика с предложением внедрения данного опыта.

**Комаров А.Г.** рассказал о том, что разработанный в сотрудничестве ВНИК-ТИнефтехимоборудование и «ИНТЕРЮНИС-ИТ» документ «А-Line. Выполнение акустико-эмиссионного контроля. Практическое руководство», представленный на конференции АПМАЭ-2021, был доработан, увеличился в объеме в полтора раза, планируется оформить его в виде книги и распространять в бумажном и электронном виде. Докладчик отметил, что акустико-эмиссионный метод контроля является достаточно сложным и

требует знаний в различных областях техники, поэтому его практическое применение не всегда корректно. В документе сделана попытка показать, как надо проводить, или хотя бы понимать, что делается не так. Руководство основано на ПБ 03-593-03, ASTM E569, стандартах EN. Документ предназначен в первую очередь для работы с системами A-Line, но процентов на 70 применим и к другим системам. В развернувшейся дискуссии, в которой приняли участие **Колоколова Н.Н.** и **Иванов В.И.**, отмечена актуальность такого документа, поддержана идея опубликовать его в виде книги, также предложено принять его в качестве стандарта организации, чтобы и разработчики, и другие организации по согласованию с ними, могли бы пользоваться этим документом и ссылаться на него.

**Андреев А.Г.** рассказал, что на информационном портале его организации, занимающейся обучением персонала методам неразрушающего контроля, появилась «Азбука неразрушающего контроля», где в разделе «Акустическая эмиссии» в свободном доступе находится краткий обзор «Акустико-эмиссионный контроль», фрагмент учебного фильма, книга Буйло С.И. «Физико-механические, статистические и химические аспекты акустико-эмиссионной диагностики» и проект стандарта ГОСТ Р ИСО 12716 «Контроль неразрушающий. Акустико-эмиссионный контроль. Термины и определения».

**Сазонов А.А.** сообщил, что работа по утверждению новой версии ПБ 03-593 приостановлена до выхода нового федерального закона.

#### **Итоги:**

1. Получено предложение составить и направить от ОЭС АЭ в Ростехнадзор обращение с конкретными предложениями по внесению изменений в ФНП «Правила безопасной эксплуатации технологических трубопроводов».

2. Получено предложение провести следующую Всероссийскую конференцию с международным участием «Актуальные проблемы метода акустической эмиссии» (АПМАЭ) в 2024 г. в г. Самаре на базе Обособленного подразделения ООО «Научно-технический центр «ЭгидА» с привлечением ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет».

3. Получено предложение объединить усилия специалистов в области акустической эмиссии для решения задачи расчета вероятности разрушения для источников акустической эмиссии разных классов опасности, а также провести круглый стол по данной задаче в рамках следующей конференции АПМАЭ.

4. Получено предложение доработать процедуру выпуска стандартов по акустической эмиссии с учетом положительного опыта других ТК.

Председатель ОЭС АЭ при РОНКТД



/ Елизаров С.В. /

Секретарь ОЭС АЭ при РОНКТД



/ Терентьев Д.А. /