

**Контроль оборудования
НПЗ, ГПЗ, НХК
без вывода из эксплуатации**



**ООО «Научно-
технический
центр «ЭгидА»**

101000, г. Москва, ул. Мясницкая,
д. 24/7, стр. 3, помещение III,
комнаты № 11; 12

E-mail: aegis-rus@aegis-rus.com

Web: aegis-rus.com

+7 (499) 398-04-50

+7 (925) 095 29 85

+7 (937) 170 18 55

Краткие сведения о компании



Учредитель ООО «НТЦ «Эгида» и
ООО «ИНТЕРЮНИС-ИТ», Лауреат премии
Правительства РФ по науке и технике
ХАРЕБОВ Владимир Георгиевич



Генеральный директор
ООО «НТЦ «Эгида»,
кандидат технических наук
МИСЕЙКО Андрей Николаевич



Заместитель генерального
директора по производству
ООО «НТЦ «Эгида»
МЕДВЕДЕВ Кирилл Алексеевич

ООО «Научно-технический центр «Эгида»
учреждено в **феврале 2016 года** лауреатом премии
Правительства РФ по науке и технике **ХАРЕБОВЫМ**
Владимиром Георгиевичем, ранее занимавшим
должность Председателя Совета директоров
Группы компаний «ИНТЕРЮНИС»

Головной офис компании расположен в **г. Москве**.
Имеется обособленное подразделение в **г. Самаре**

ООО «Научно-технический центр «Эгида»
входит в научно-промышленное объединение
(содружество) российских и зарубежных компаний,
профессионально занимающихся вопросами
промышленной безопасности: ООО «ИНТЕРЮНИС-ИТ»
(Россия), ООО «ИНТЕРЮНИС и Ко» (Белоруссия),
INTERUNIS de Mexico S.A. de C.V. (Мексика), AED Polska
Sp. z o. o. (Польша)

Квалификация и опыт персонала



Коллектив компании **обладает большим опытом** в области обеспечения надежной и безопасной работы различного производственного оборудования, разработки и внедрения инновационных технологий диагностики и контроля технического состояния оборудования, создания стандартов организаций в части применения метода акустической эмиссии

Сотрудники компании **имеют многолетний стаж работы** в крупнейших научно-исследовательских и экспертных организациях и являются специалистами высокого уровня в части диагностирования, неразрушающего контроля, материаловедения и приборостроения, что позволяет им решать сложные технические задачи

В числе наших сотрудников **1 Лауреат премии Правительства РФ, 1 доктор технических наук, 2 кандидата технических наук, 1 кандидат физико-математических наук**

Научные разработки компании



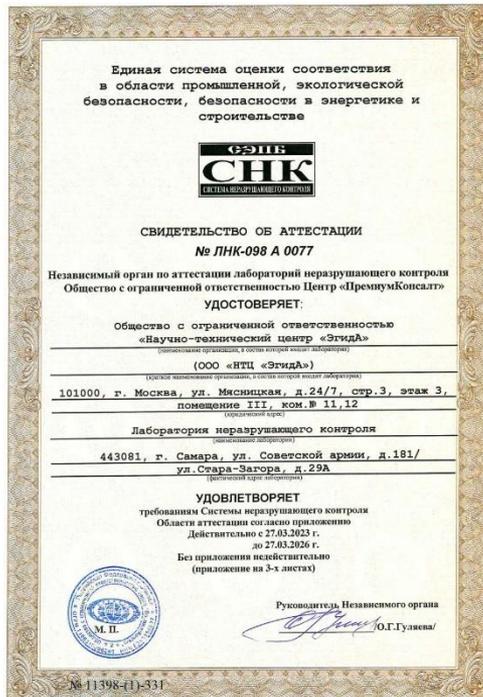
Компания выполняет научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) в области создания новых методов, средств и технологий диагностики и контроля технического состояния оборудования НПЗ, ГПЗ, НХК, а также разработки нормативных документов



Компания на постоянной основе сотрудничает с ведущими российскими университетами и производителями технологического оборудования



Свидетельства и сертификаты

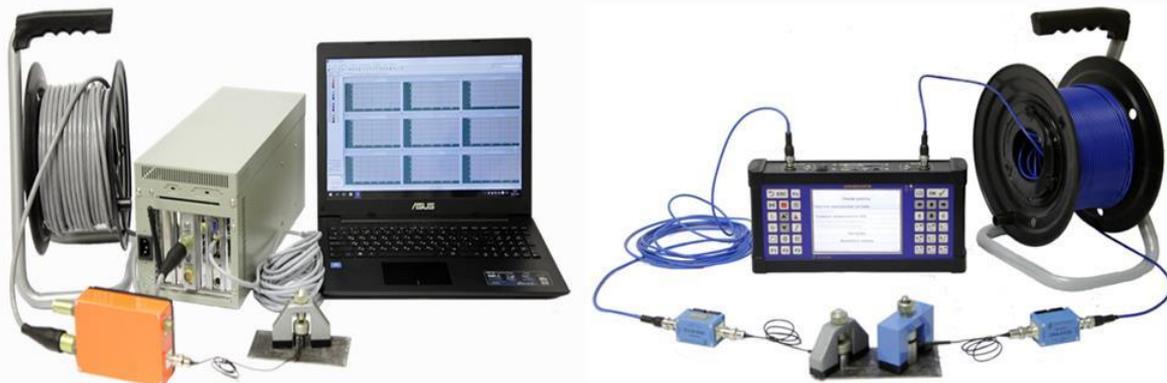


Интегрированная система менеджмента (Система менеджмента качества, Система экологического менеджмента, Система менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда), действующая в компании, соответствует требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (ISO 9001:2015), ГОСТ Р ИСО 14001-2016 (ISO 14001:2015), ГОСТ ИСО 45001-2020 (ISO 45001:2018)

ООО «Научно-технический центр «Эгида» имеет **Лабораторию неразрушающего контроля**, аттестованную в Системе НК Ростехнадзора на право проведения неразрушающего контроля и диагностики широкого спектра оборудования акустико-эмиссионным, ультразвуковым, капиллярным, визуальным и измерительным методами

Приборы и комплексы

7



Для контроля производственного оборудования «на режиме» используются **цифровые акустико-эмиссионные измерительные комплексы последнего поколения «A-Line DDM-1», «A-Line DDM-2» и многофункциональные приборы «ЮНИСКОП»**, произведенные партнерской компанией ООО «ИНТЕРЮНИС-ИТ»



Указанные приборы и комплексы утверждены Росстандартом в качестве типа средств измерений, внесены в Госреестр средств измерений, имеют декларацию о соответствии ТР ТС 004/2011, ТР ТС 020/2011 и сертификат соответствия требованиям ТР ТС 012/2011

Возможности метода акустической эмиссии

8

Достоинства метода АЭ:

- ✓ обеспечивает обнаружение и регистрацию **развивающихся дефектов**, что позволяет классифицировать дефекты не по размерам, а по степени их опасности;
- ✓ обладает **высокой чувствительностью** к растущим дефектам – позволяет выявить в рабочих условиях приращение трещины **порядка долей миллиметра**;
- ✓ обеспечивает контроль всего объекта с использованием **одного или нескольких датчиков**, неподвижно установленных на поверхности объекта;
- ✓ позволяет проводить контроль различных **технологических процессов** и процессов изменения свойств и состояния материалов;
- ✓ положение и ориентация объекта **не влияет на выявляемость дефектов**;
- ✓ **имеет меньше ограничений**, связанных со свойствами и структурой материалов

Основные виды источников АЭ:

1) АЭ материала объекта

- ✓ Разрушение и трещинообразование
- ✓ Пластическая деформация
- ✓ Изменения кристаллической решетки в результате фазовых превращений (сварка, пайка)
- ✓ Магнито-акустическая эмиссия при перемагничивании материала
- ✓ Радиационное воздействие на материал объекта

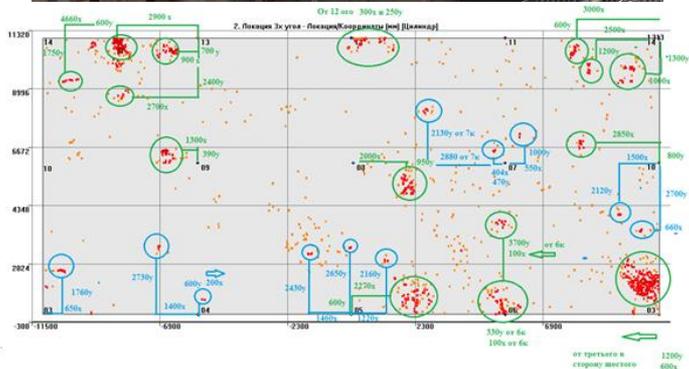
2) АЭ утечки

- ✓ Турбулентные и кавитационные явления
- ✓ Пристеночные пульсации давления и акустические колебания стенки объекта

3) АЭ трения

- ✓ Механический контакт незакрепленных частей объекта
- ✓ Трение берегов трещины при её схлопывании

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВРЕМЕННОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВРЕМЕННОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

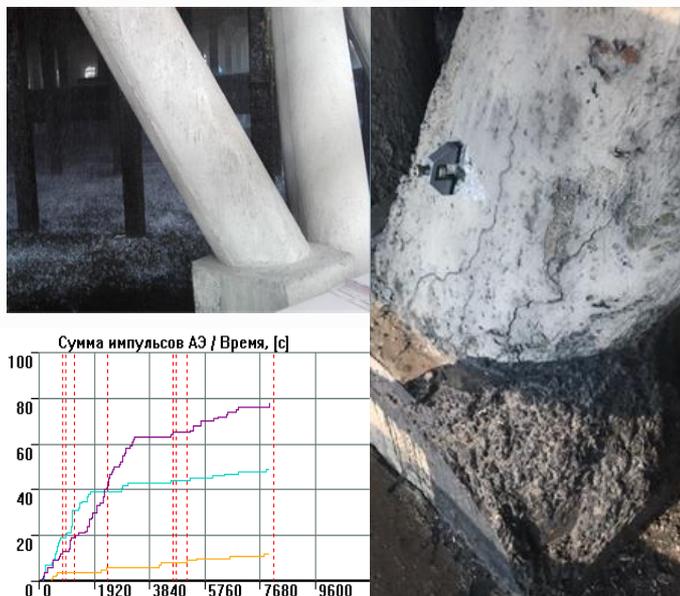


ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВРЕМЕННОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

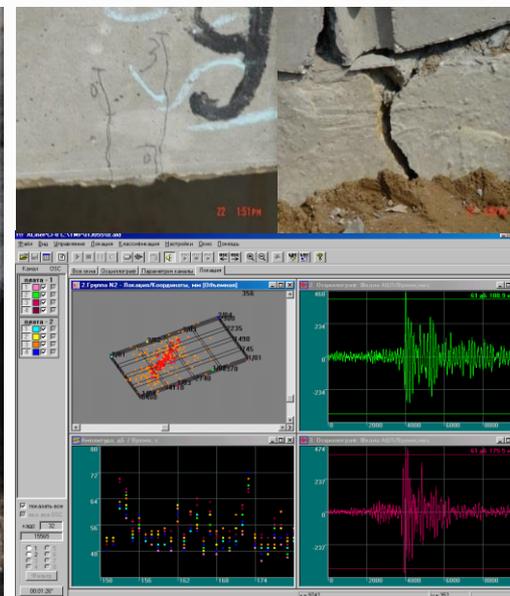
Определение развития трещин в бетонных блоках с применением метода акустической эмиссии



Оценка прогрессивности разрушения железобетонных опорных колонн градирни при температурном перепаде



Мониторинг ж/б конструкций на примере развивающейся трещины



Актуальность контроля «на режиме»

Контроль «на режиме» оборудования НПЗ, ГПЗ, НХК крайне актуален в следующих случаях:

- ✓ если имеется подозрение на наличие в оборудовании **скрытых дефектов**, могущих привести к **нарушению целостности и работоспособности оборудования, его внеплановому останову**;
- ✓ если имеется **риск деградации материала оборудования с высокой скоростью**, что может привести к **катастрофическим последствиям, возникновению инцидентов и аварий**;
- ✓ если происходили **отклонения от технологического регламента** в результате изменения состава сырья, давления, расхода и температуры, что могло **инициировать возникновение дефектов в оборудовании**

Ключевой особенностью технологии контроля «на режиме», разработанной ООО «Научно-технический центр «ЭгидА», является то, что её применение **не требует** изменения режимов работы оборудования

Контроль «на режиме» оборудования НПЗ, ГПЗ, НХК с применением нашей технологии обеспечивает:

- ✓ **обнаружение и определение местоположения критических дефектов задолго до момента выхода оборудования из строя**, что позволяет заблаговременно планировать его остановки;
- ✓ **существенное сокращение объема диагностических и ремонтных работ** за счет получения предварительной информации о техническом состоянии оборудования до его останова и начала ремонта;
- ✓ **обоснование объема и периодичности технического обслуживания, освидетельствования и ревизии оборудования** на основе оценки динамики развития дефектов (анализ риск-факторов);
- ✓ **определение диапазона значений технологических параметров, при которых достигается оптимальная надежность оборудования** при его эксплуатации в межремонтный интервал

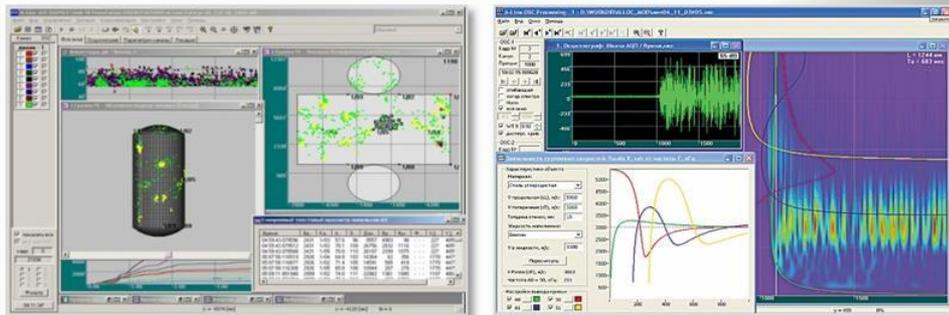
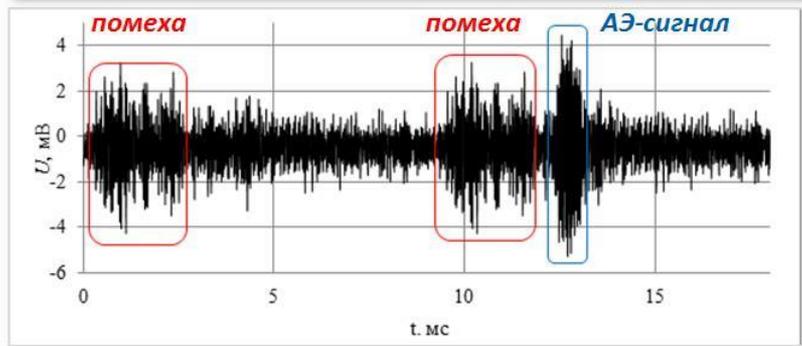
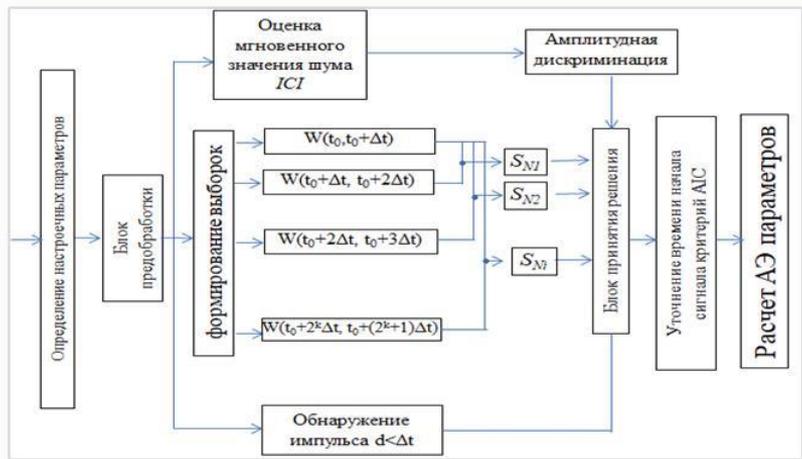
Технология контроля «на режиме»

Предлагаемая ООО «Научно-технический центр «ЭгидА» технология контроля нефтеперерабатывающего, газоперерабатывающего и нефтехимического оборудования «на режиме» основана на использовании следующих передовых аппаратно-программных решений:

- ✓ **использование интеллектуального алгоритма SMART**, обеспечивающего с высокой достоверностью распознавание сигналов АЭ от дефектов на фоне различных помех в автоматическом режиме (**алгоритм находится в стадии патентования**);
- ✓ **применение специальных волноводных конструкций и смазок**, обеспечивающих надежный акустический контакт датчиков с поверхностью контролируемого оборудования в широком диапазоне температур;
- ✓ **использование цифровых помехозащищенных каналов** для передачи регистрируемых данных;
- ✓ **применение алгоритма автокалибровки каналов измерительного комплекса**, нивелирующего риск изменения чувствительности датчиков в процессе выполнения контроля оборудования «на режиме»;
- ✓ **использование уникального набора критериальных оценок технического состояния оборудования**, учитывающих режимы его эксплуатации и предысторию ремонтов;
- ✓ **определение механизмов действия источников АЭ и степени их опасности с помощью базы данных, содержащей «акустико-эмиссионные образы»**, полученные при проведении испытаний нескольких сотен единиц нефтеперерабатывающего, газоперерабатывающего и нефтехимического оборудования

Алгоритм распознавания дефектов

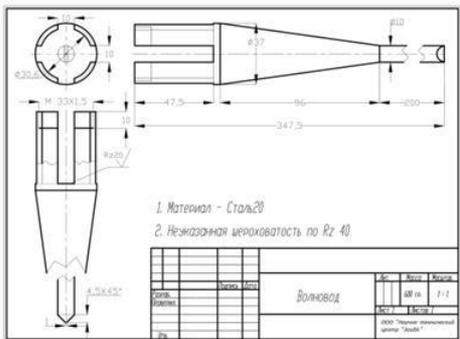
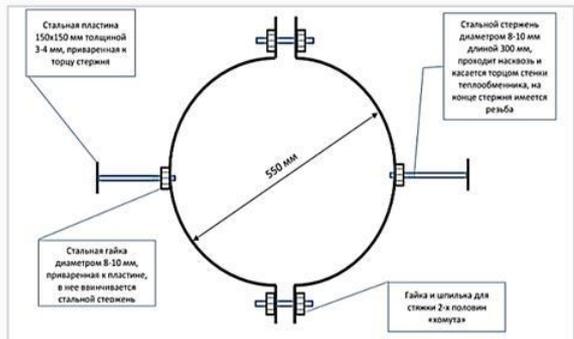
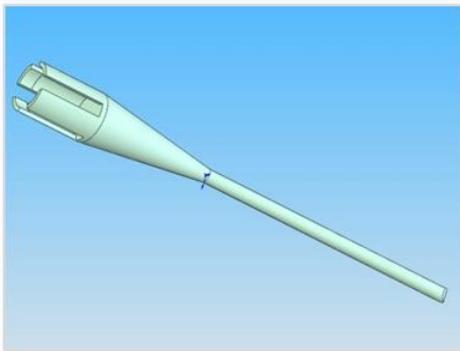
10



При контроле «на режиме» для обнаружения сигналов АЭ используется алгоритм **SMART (проходит патентование)**, основанный на непараметрическом ранговом критерии, в качестве которого используется двухвыборочная медианная статистика S_N . Данный алгоритм является **полностью автоматическим**

Алгоритм SMART позволяет выявлять АЭ-сигналы от дефектов с вероятностью **не менее 80%** при отношении **сигнал/помеха > 1,7**. Тогда как с помощью стандартной амплитудной дискриминации обнаружение таких сигналов невозможно

Датчики и волноводы



Волновод из ленты («хомут»)

Приварной волновод

Волновод на высокотемпературных магнитах

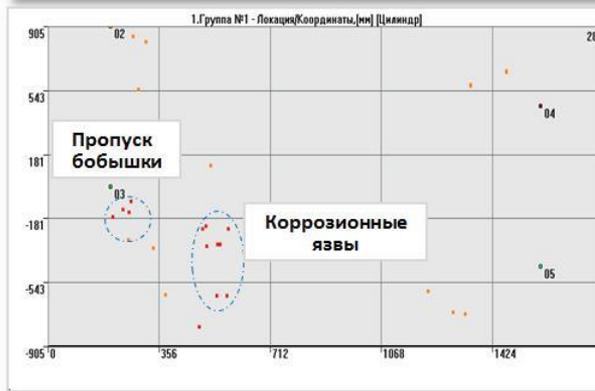
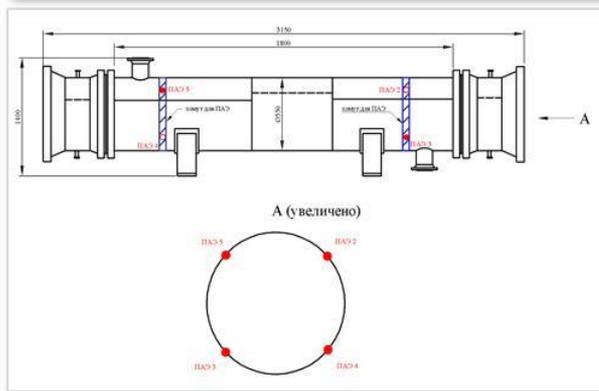
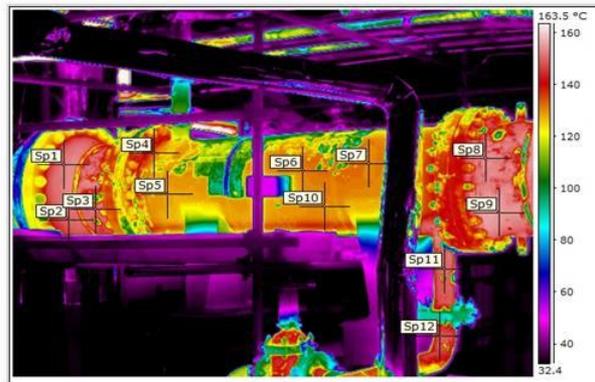
Условия выполнения контроля «на режиме»

12

- ✓ **Диапазон рабочих температур объекта контроля** – от минус 30 до плюс 550 °С
- ✓ **Диапазон рабочих давлений объекта контроля** – без ограничений
- ✓ **Диаметр объекта контроля** – минимально рекомендуемое значение 57 мм, максимальное значение не ограничено
- ✓ **Влияние внутренних устройств, наличия катализаторов и пр. факторов на результаты контроля** – минимально, устраняется путем адаптивной фильтрации на основе алгоритма SMART
- ✓ **Типы применяемых волноводных конструкций** – обжимные «хомуты», волноводы на высоко-температурных магнитах, приварные волноводы
- ✓ **Продолжительность контроля «на режиме» 1 ед. оборудования** (с учетом времени на монтаж и демонтаж датчиков и настройку измерительного комплекса) – от 1 до 3 дней (в зависимости от сложности объекта контроля и режимов работы оборудования)
- ✓ **Требования к проверке результатов контроля дополнительными методами** – при наличии технической возможности рекомендуется подтверждать результаты контроля дополнительными методами

Контроль теплообменников «на режиме»

13



Теплообменник Т-2014,
установка производства
водорода (Россия)

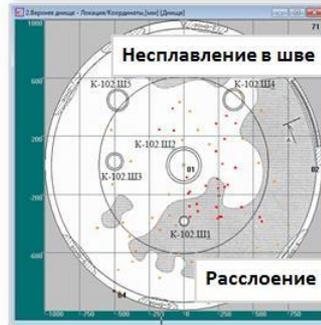
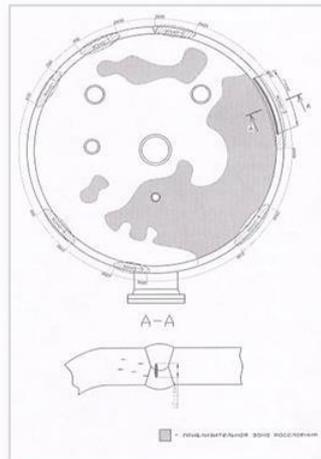
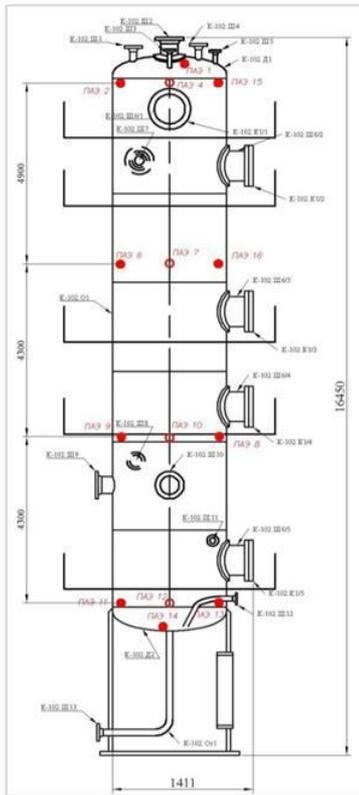
$P_{\text{раб}} = 2,4$ (тр.), $0,37$ (м/тр.) МПа
 $T_{\text{раб}} = 162$ (тр.), 60 (м/тр.) °C
Рабочая среда – конвертированный газ (тр.), конденсат водяного пара (м/тр.)

Выявлен **пропуск бобышки** на распред. камере, что позволило **предотвратить аварию**

Выявлены **очаги язвенной коррозии** на внутренней поверхности на **глубину 35-40%** от толщины стенки, что позволило своевременно **спланировать замену аппарата**

Контроль колонн «на режиме»

14



Абсорбер К-102, установка гидроочистки ЛЧ-24/7 (Россия)

$P_{\text{раб}} = 4,2 \text{ МПа}$

$T_{\text{раб}} = 45 \text{ }^\circ\text{C}$

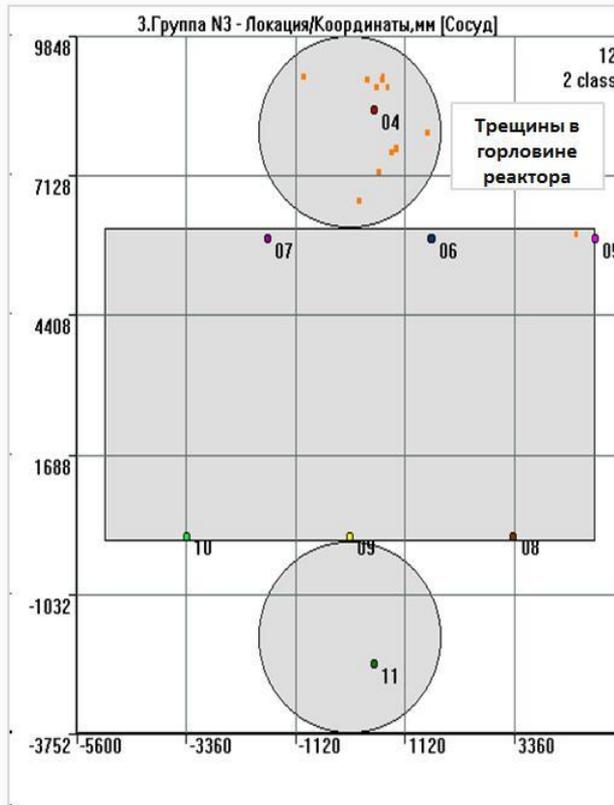
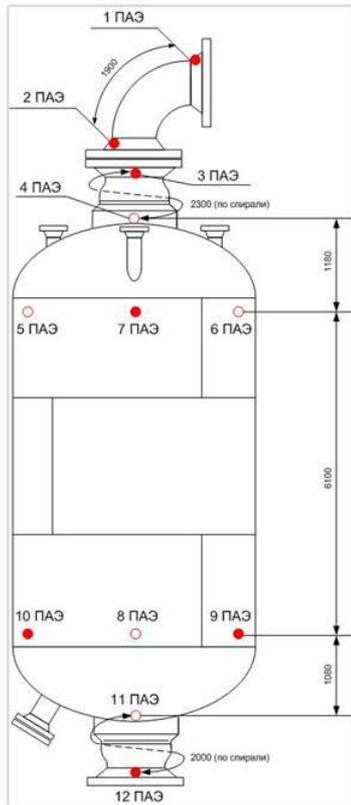
Рабочая среда – 15% МЭА + водородсодержащий газ + H_2S

В предыдущих обследованиях при проведении капремонта было выявлено **расслоение металла верхнего днища** и **несплавление в шве** приварки верхнего днища к обечайке

Контроль методом АЭ «на режиме» в течение 15 мес. позволил оценить динамику развития дефектов и **спланировать своевременную замену аппарата**

Контроль реакторов «на режиме»

15



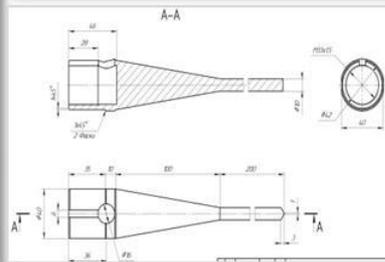
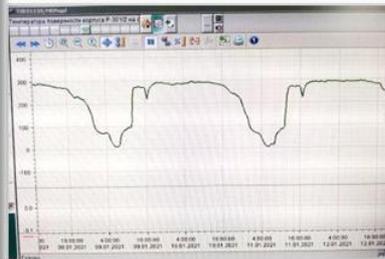
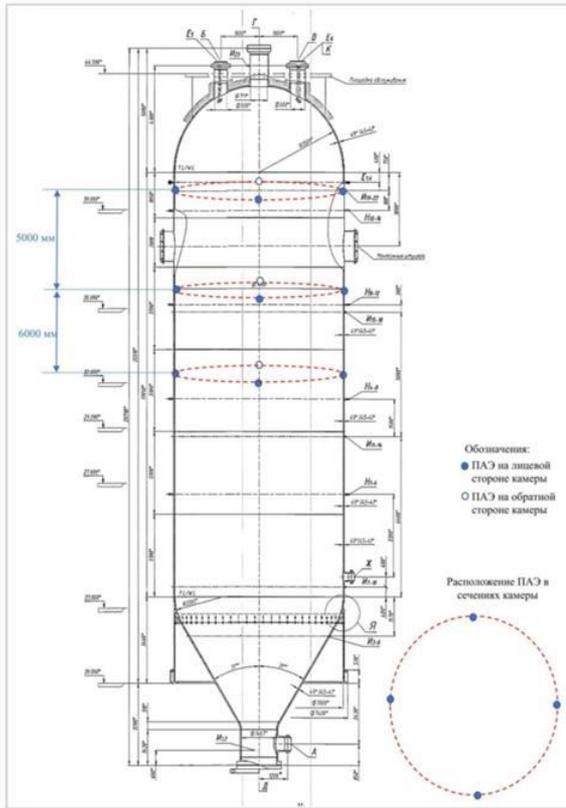
Реактор R-203, установка ЛК-6У №1 (Литва)

$P_{\text{раб}} = 2,6 \text{ МПа}$; $T_{\text{раб}} = 350 \text{ }^\circ\text{C}$
Рабочая среда – пары бензина,
водородосодержащий газ

Выявлены **протяженные трещины (длиной до 930 мм)** в верхней горловине реактора, обусловленные действием термосиловых нагрузок на аппарат в процессе его эксплуатации. По результатам контроля удалось заранее спланировать объем ремонта и **сократить время ремонта реактора на 2 дня**

Контроль коксовых камер «на режиме»

16



На сегодняшний день идет подготовка к контролю «на режиме» коксовой камеры установки 21-10/К на одном из предприятий ПАО «НК «Роснефть»

$P_{\text{раб}} = 0,4$ (коксование), $0,35$ (пропарка), $0,15$ (охлаждение), $0,3$ (опрессовка), $0,35$ (прогрев) МПа;

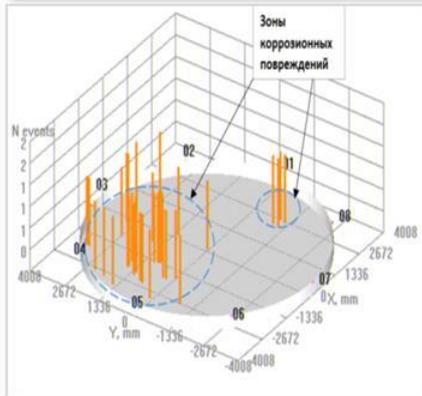
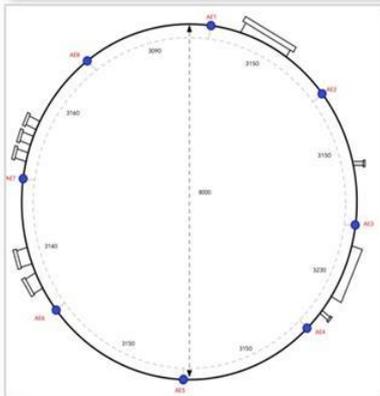
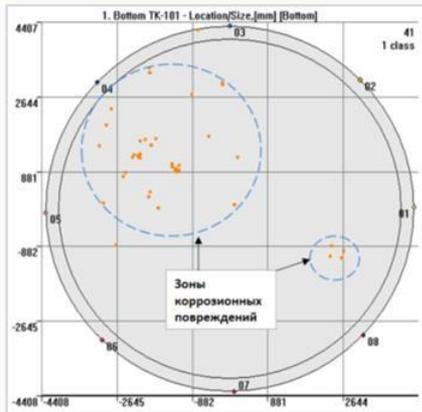
$T_{\text{раб}} = 505$ (коксование), 420 (пропарка), 250 (охлаждение), 300 (опрессовка), 350 (прогрев) °С

Дефекты, подлежащие выявлению «на режиме»: трещины в кольцевых сварных швах, отслоение плакировки, деформация и растрескивание опор



Контроль резервуаров «на режиме»

17



Резервуар ТК-101, морской терминал для отгрузки нефтепродуктов (Португалия)

$L_{\text{макс}} = 9\,300\text{ мм}$; $D_{\text{внутр}} = 8\,000\text{ мм}$; $H = 10\,000\text{ мм}$

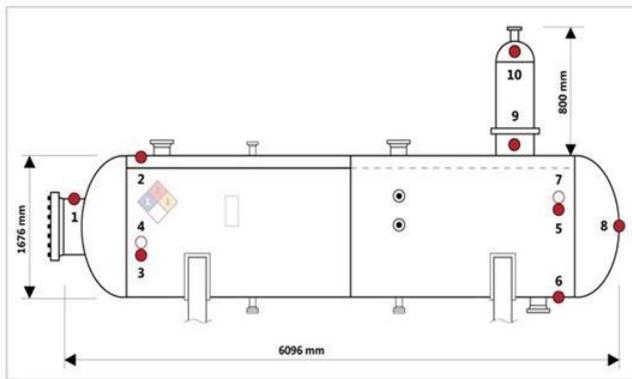
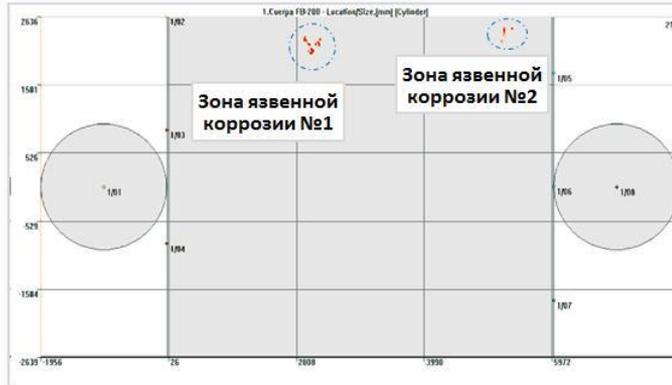
$T_{\text{раб}} = 45\text{ °С}$; Объем – 500 м^3 ; Рабочая среда – бензин

На днище резервуара были зарегистрированы **2 зоны источников АЭ** с параметрами, характерными для **коррозионных процессов**

После освобождения резервуара от рабочего продукта в указанных зонах были выявлены **коррозионные повреждения**. По результатам контроля была **пересмотрена периодичность технического обслуживания**



Контроль сепараторов «на режиме»



Сепаратор амина FB-200, установка аминовой очистки газа (Мексика)

$P_{\text{раб}} = 0,35 \text{ МПа}$; $T_{\text{раб}} = 64 \text{ }^{\circ}\text{C}$

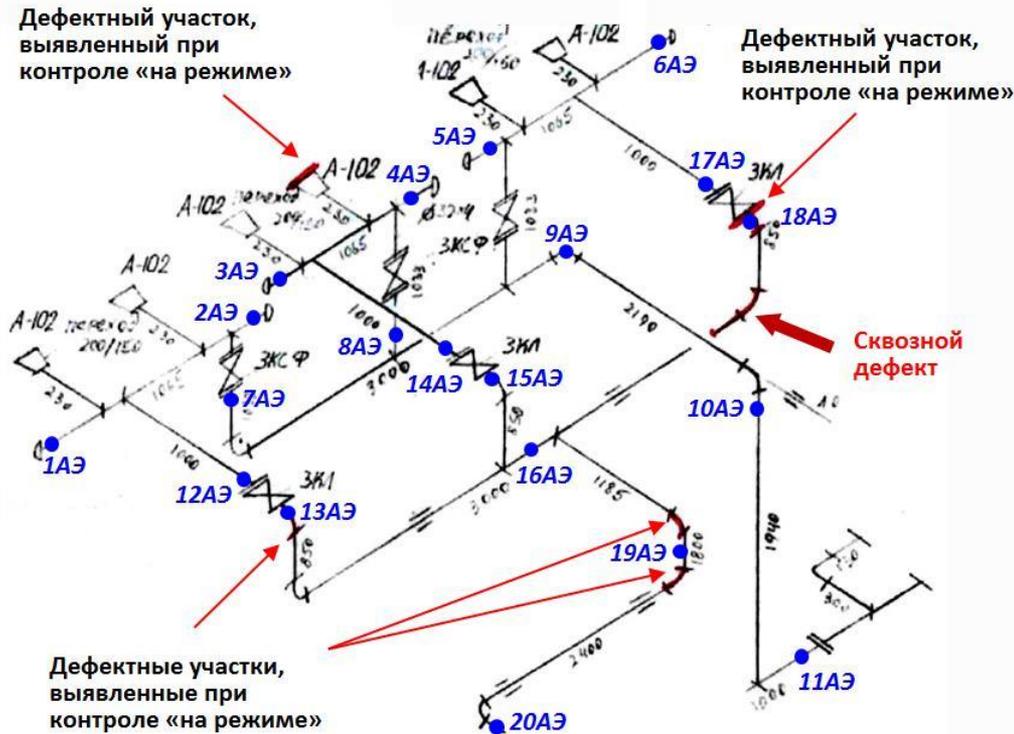
Рабочая среда – обогащенный раствор амина, кислый газ

На внутренней поверхности сепаратора в местах расположения 2 верхних штуцеров выявлены **зоны язвенной коррозии глубиной до 70%** от толщины стенки, что позволило оперативно провести ремонт и **обеспечить дальнейшую безопасную эксплуатацию**

Контроль трубопроводов «на режиме» (2)

20

Дефектный участок,
выявленный при
контроле «на режиме»



Технологический трубопровод от воздушного холодильника А-102 до холодильника Е-103 отпарного блока секции 100, установка изомеризации ПГИ-ДИГ/280-К (Россия)

$P_{\text{раб}} = 1,35 \text{ МПа}$; $T_{\text{раб}} = 50 / 105 \text{ } ^\circ\text{C}$

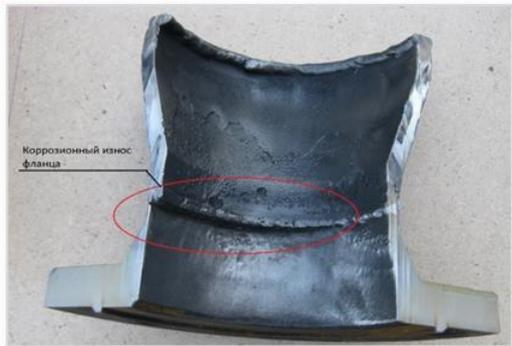
Рабочая среда – пары бензина + сероводород

Контроль стал выполняться **после аварийной остановки** по причине образования сквозного дефекта в сварном соединении

В последующем был выявлен **ряд сварных соединений** с выносом металла в околошовной зоне **до 80% от номинальной толщины стенки**



Контроль трубопроводов «на режиме» (3)



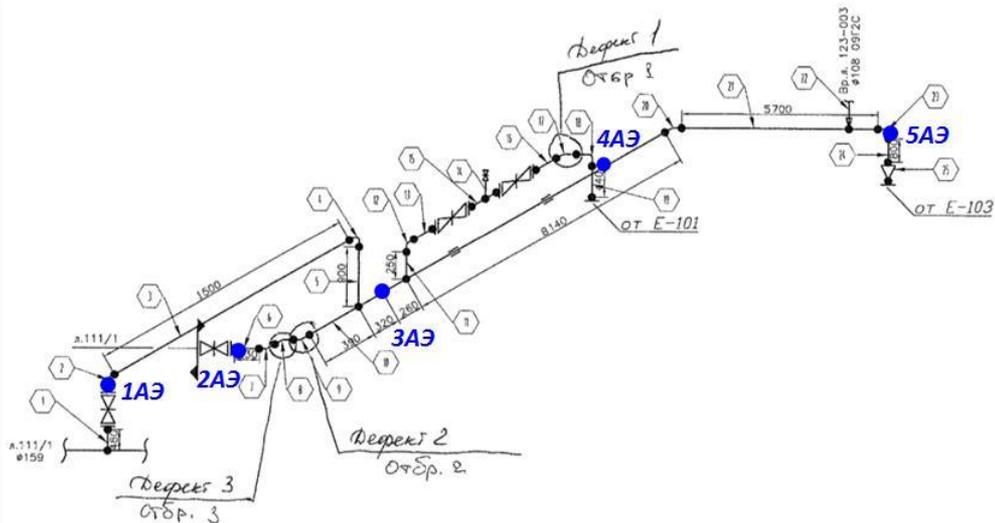
Выявленные коррозионно-эрозионные повреждения линии 102/8 от П-101/2-3 к К-102, секция 100, установка ЛК-6Ус



Выявленные коррозионно-эрозионные повреждения трансферной линии из печи П-2 в реактор Р-1 установки 43-102

Контроль трубопроводов «на режиме» (4)

22



Технологический трубопровод жирного газа от E-101, E-103 до линии 111/1, секция 100, установка ЛК-6Ус (Россия)

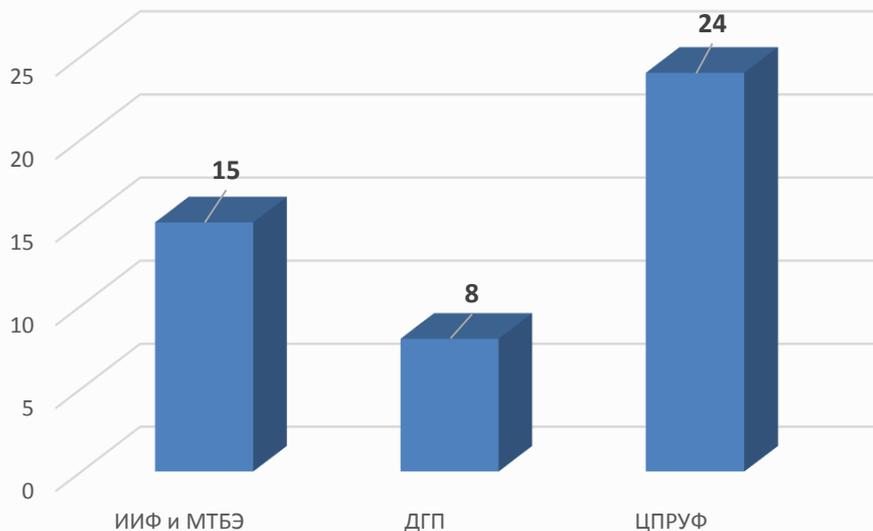
$P_{\text{раб}} = 1,45 \text{ МПа}$; $T_{\text{раб}} = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Рабочая среда – жирный газ

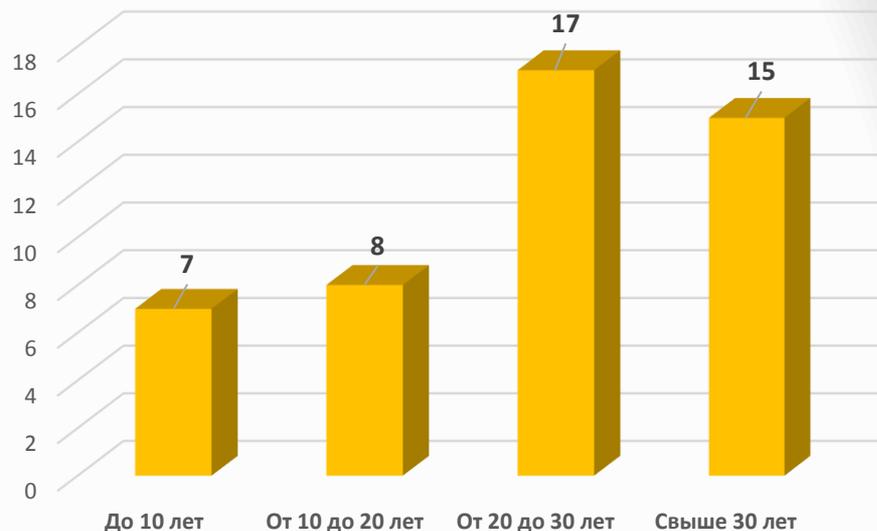
Выявлены **3 зоны с отложениями продукта** на внутренней поверхности трубопровода и **утонением стенки до 85%**

Информация об объектах контроля

Распределение оборудования
(трубопроводы + сосуды) по производствам

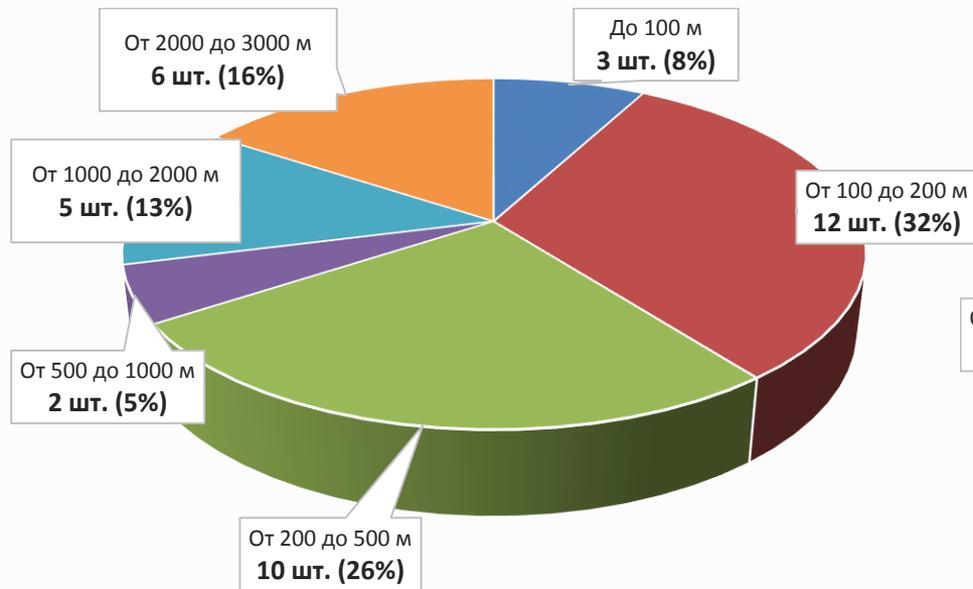


Возрастной состав оборудования
(трубопроводы + сосуды)

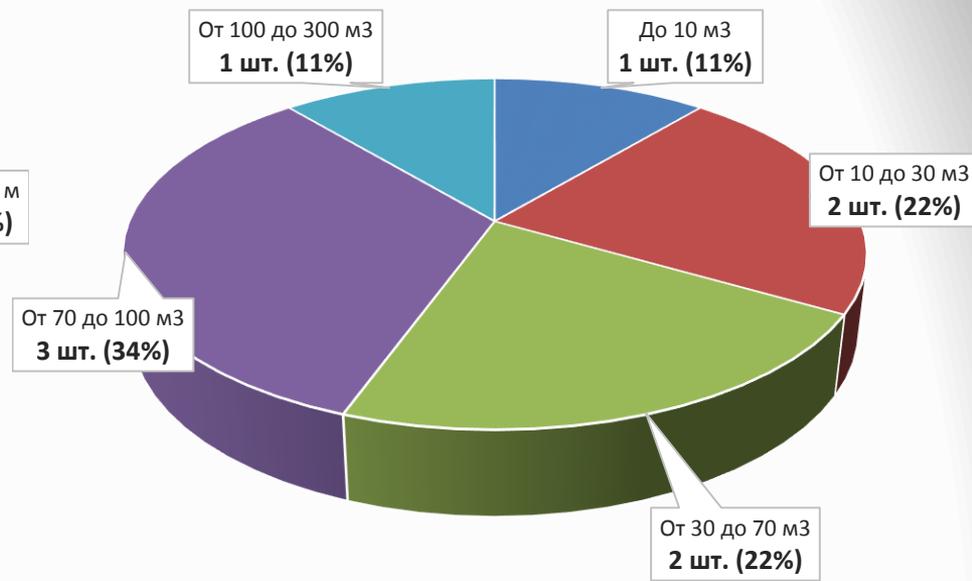


Информация об объектах контроля

Распределение продиагностированных трубопроводов по длине

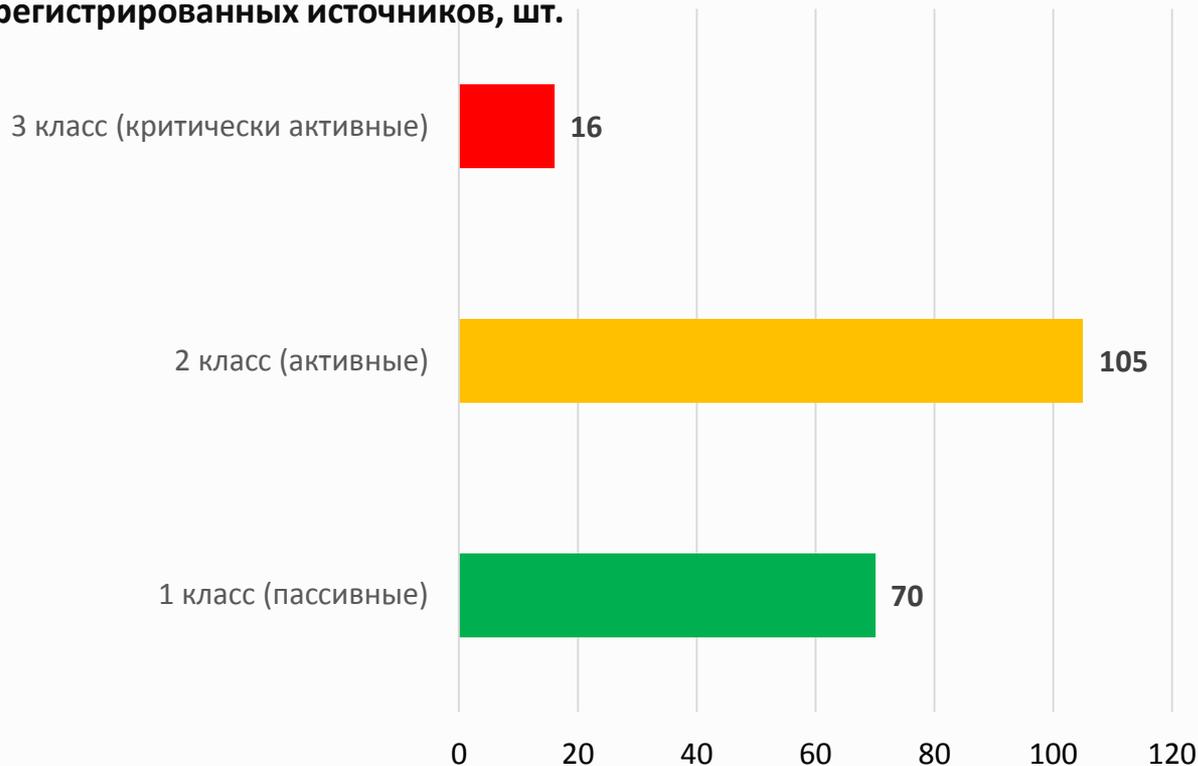


Распределение продиагностированных сосудов по объему



Зарегистрированные источники АЭ

Количество зарегистрированных источников, шт.



Оценка состояния по результатам АЭК

Распределение оборудования по техническому состоянию, шт.



Примененные методы дополнительного НК



Визуальный и измерительный



Капиллярный



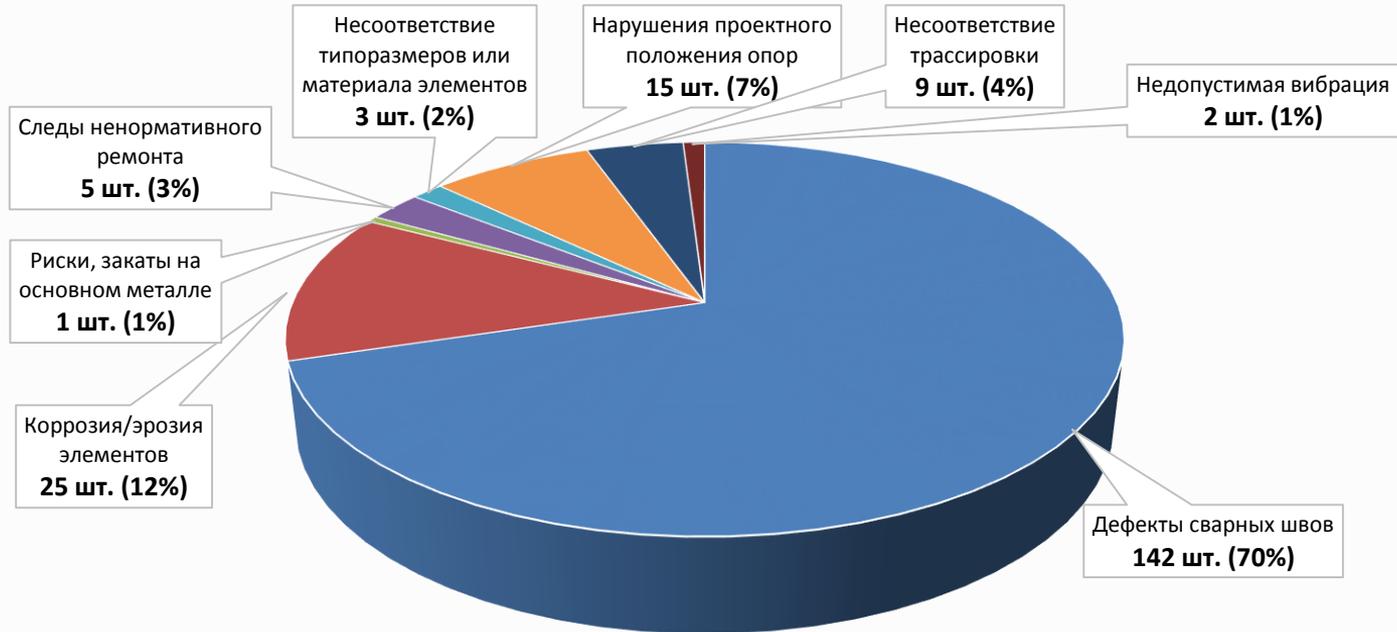
Ультразвуковой



Радиографический



Результаты дополнительного контроля



- Дефекты сварных швов
 - Риски, закаты на основном металле
 - Несоответствие типоразмеров или материала элементов
 - Несоответствие трассировки
- Коррозия/эрозия элементов
 - Следы ненормативного ремонта
 - Нарушения проектного положения опор
 - Недопустимая вибрация

Оценка достоверности АЭК «на режиме»

Общее количество зон источников АЭ 2 класса (активных) и 3 класса (критически активных), требующих проведения дополнительного контроля = $105 + 16 = 121$ шт.

Общее количество зон источников АЭ 2 класса (активных) и 3 класса (критически активных), по результатам проверки которых подтвердилось наличие дефектов = 91 шт.

Достоверность результатов АЭ-контроля «на режиме» составляет:

$$D = \frac{91}{121} \times 100\% = 75,2\%$$



→ ЕИИИ

Обратная связь:



101000, г. Москва, ул. Мясницкая,
д. 24/7, стр. 3, этаж 3, помещение III,
комнаты № 11; 12



+7 (499) 398-04-50 Харемов Владимир Георгиевич
+7 (925) 095 29 85 Мисейко Андрей Николаевич
+7 (937) 170 18 55 Медведев Кирилл Алексеевич



Aegis-rus@aegis-rus.com
MiseikoAN@aegis-rus.com
MedvedevKA@aegis-rus.com