

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Валерьевича

«Разработка и совершенствование методов и средств неразрушающего эксплуатационного контроля степени сенсибилизации металла сварных соединений трубопроводов АЭС из стали 08X18H10T», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 - материаловедение (машиностроение)

НИЦ «Курчатовский институт» ЦНИИ КМ «Прометей»	
Вх. № <u>1051</u>	в ДЕЛО
Док. № <u>Васильева Николая</u>	№
Осн. <u>02</u> л. <u>19</u> 20 <u>18</u> г.	подп.
Докл. <u>5</u>	

Организация, в которой выполнена диссертационная работа - Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» имени И.В. Горынина Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей».

Актуальность темы.

В атомной энергетике России используют несколько типов ядерных реакторов, как на быстрых, так и на тепловых нейтронах. На основе обширного опыта эксплуатации можно говорить, что все установки обладают высокими характеристиками надежности и, при соблюдении культуры безопасности персоналом, обслуживающим энергоблоки АЭС, позволяют получать электроэнергию с гарантией от выхода радиации в окружающую среду даже в случае серьезной внутренней аварии.

В частности, несмотря на рукотворную аварию реакторной установки РБМК-1000 на Чернобыльской АЭС, нанесшей серьезный ущерб репутации ядерной энергетики, после проведения на них мероприятий по повышению безопасности, данные реакторы обладают несомненной экономической эффективностью, служат источником радиационных изотопов и качественно новым уровнем безопасности с учётом требований современных нормативных документов. Об этом говорит и тот факт, что на 2015 год доля выработки электроэнергии такими реакторами в России, составила 42%.

Срок службы сложной технической системы, каковой является энергоблок атомной станции, определяется работоспособностью и ресурсом незаменимых или невосстанавливаемых элементов. За время эксплуатации энергоблоков РБМК-1000 в течение назначенного срока службы был выявлен ряд проблем, решение которых стало обязательным для обоснования продления срока службы основного оборудования реакторной установки. Одна из таких проблем заключалась в образовании дефектов в сварных соединениях Ду300 контура многократной принудительной циркуляции теплоносителя реактора РБМК.

В диссертационной работе автором были изучены особенности механизма образования дефектов в аустенитных трубопроводах Ду300 из стали 08X18H10T, а именно межкристаллитного коррозионного растрескивания под напряжением металла зоны термического влияния сварного соединения трубопровода. Проведен анализ факторов, оказывающих влияние на процессы образования и развития трещин. Предложен, по мнению автора, наиболее эффективный способ устранения склонности

металла сварных соединений трубопроводов к проявлению растрескивания, заключающийся в высокотемпературной термической обработке участка трубопровода, включающего сварной шов.

Основным направлением представленной диссертационной работы является верификация и внедрение предложенной технологии компенсирующего мероприятия, выполняемого для устранения склонности металла сварных соединений к межкристаллитному растрескиванию под напряжением. Очевидно, что решение данной проблемы позволит обеспечить целостность трубопроводов КМПЦ реакторных установок также и на продляемый срок службы энергоблоков с реакторами РБМК до 45 лет. Учитывая вышесказанное можно утверждать, что выполненная диссертационная работа актуальна.

Научную новизну можно кратко описать следующим образом:

1. С учетом составленных технических требований разработан и внедрен диагностический комплекс «САХС» для оценки склонности к образованию трещин коррозионного растрескивания в сварных соединениях изделий из стали 08X18H10T, а также стойкости против межкристаллитной коррозии.

2. Впервые получены зависимости по влиянию сенсibilизации на механические свойства металла околошовной зоны сварных соединений трубопроводов в среде теплоносителя реакторов РБМК и определено пороговое значение степени сенсibilизации металла $K_{ПДР} = 3\%$, ниже которого отсутствует влияние сенсibilизации на механические характеристики прочности и пластичности металла при нагружении в среде теплоносителя с различной скоростью деформирования.

3. Установлены зависимости скорости роста трещины по механизму межкристаллитного растрескивания от степени сенсibilизации металла сварного соединения трубопроводов из стали 08X18H10T. Рассчитана допустимая скорость роста трещины, ниже которой гарантировано обеспечение герметичности и прочности сварных соединений трубопроводов реакторов РБМК.

4. Определен режим термической обработки и разработана методика подготовки образцов-эталонов из стали 08X18H10T, обеспечивающая равномерный уровень требуемых степеней сенсibilизации по рабочей части испытательного образца. Определены зависимости по влиянию температуры проведения испытаний на результаты измерений степени сенсibilизации по методу потенциодинамической реактивации.

5. Усовершенствован метод ПДР в части введения корректирующих функций по влиянию температуры на результаты измерений, что позволило применить его в качестве неразрушающего метода эксплуатационного контроля степени сенсibilизации.

В целом необходимо отметить, что диссертантом проделана большая, сложная, интересная работа с достаточным уровнем научной новизны и конкретным практическим выходом. Все научные положения и выводы диссертации не вызывают сомнений, их достоверность подтверждена:

- использованием в процессе работы современных апробированных методов исследования и аттестованного аналитического оборудования,

воспроизводимостью полученных результатов;

- положительными результатами внедрения технологии высокотемпературной термической обработки сварных соединений трубопроводов Ду300 КМПЦ реакторов РБМК-1000 в качестве компенсирующего мероприятия для устранения склонности сварных соединений к межкристаллитному растрескиванию под напряжением;

Базируясь на результатах диссертации предложены и внедрены в производство:

- диагностический комплекс «САХС» для оценки степени сенсibilизации и склонности к межкристаллитной коррозии и коррозионному растрескиванию стали 08X18H10T;

- технология подготовки образцов-эталонов из стали 08X18H10T, обеспечивающая равномерный уровень требуемых степеней сенсibilизации по рабочей части испытательного образца и оформленная в виде стандарта предприятия № СТП УЕИА.246-2007 «Образцы из стали марки 08X18H10T с заданными уровнями сенсibilизации. Процедура аттестации».

- технология высокотемпературной термической обработки сварных соединений трубопроводов Ду300 КМПЦ реакторов РБМК-1000.

При участии автора были разработаны и введены в действие следующие документы АО «Концерн «Росэнергоатом»:

- «Методика оценки склонности к межкристаллитному коррозионному растрескиванию сварных соединений трубопроводов КМПЦ реакторов РБМК на основе метода потенциодинамической реактивации» № 1.3.3.99.0034-2009;

- «Технологическая инструкция. Техническое обслуживание энергоблоков АЭС с реакторами РБМК установкой высокотемпературной индукционной термообработки для аустенизации узла приварки донышек РГК», РД ЭО 0527-2004;

- «Рабочая инструкция для определения степени сенсibilизации методом ПДР основного металла на наружной поверхности трубопроводов Ду300 в зоне приварки донышек РГК и Ду55 в производственных условиях», № РИ 60/6115-2006.

Практическая значимость результатов диссертационной работы подтверждена актом внедрения в Филиале АО «Концерн Росэнергоатом» «Ленинградская АЭС».

Положительные впечатления от диссертационной работы вызывает и то, что на фоне имеющихся трудностей в отрасли промышленного приборостроения, результаты работы вносят ощутимый вклад в расширение области применения технологий и измерительных комплексов в ядерной энергетике России.

Результаты работы могут быть рекомендованы к применению на аустенитных трубопроводах и оборудовании энергоблоков АЭС, а также на любом промышленном оборудовании, эксплуатируемом в схожих условиях.

Существенным является предложенная возможность использования разработанного диагностического комплекса для оценки стойкости изделий из стали 08X18H10T против межкристаллитной коррозии как замена стандартно используемого разрушающего метода АМУ по ГОСТ 6032.

Общая оценка диссертационной работы и ее завершенности.

По структуре диссертация включает введение, четыре главы, заключение, список сокращений и условных обозначений, список литературы и три приложения,

представленных на 197 страницах; содержит 129 рисунков и 29 таблиц. По тексту диссертации сделаны обращения к 73-ем литературным источникам.

Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями ВАК к оформлению диссертаций и является логически завершенным научным трудом. Диссертация соответствует специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение) и дает полное отражение личного вклада автора в области материаловедения.

Автореферат соответствует содержанию диссертации. Автор имеет достаточное количество публикаций в журналах из списка ВАК РФ, основные положения и выводы диссертации прошли апробацию на российских и международных конференциях и достаточно полно отражены в опубликованных работах. Выносимые на защиту положения являются обоснованными, выводы отвечают и отражают содержание диссертации.

Замечания к диссертационной работе:

1. Автор сужает степень широты применения результатов исследования (стр.9). Степень сенсibilизации и технология ВТТО сварных соединений трубопроводов РБМК может применяться более широко, а не только для донышек РГК.

2. На коррозионное растрескивание оказывает влияние не только степень сенсibilизации и напряженное состояние, но и состав среды (и не только кислород). В диссертации это не рассматривается. Было бы полезно, например, на рис.1.1.2 нанести точки для каждой станции.

3. В сварных соединениях трубопроводов кроме мембранных напряжений могут действовать и изгибные, которые в диссертации не рассматриваются.

4. Из диссертации не ясно достаточно ли точности измерения пирометром температуры для организации термообработки сварных соединений.

5. Было бы полезно сравнить экономичность применения технологии MSIP (обжата) и технологии ВТТО.

6. На стр.6 автореферата в разделе «Структура и объем работы» ошибочно указано 2 приложения вместо трех. Пункт 16 выводов не следует из текста диссертации, имеется несколько редакционных замечаний о которых указано автору.

Отмеченные замечания не снижают актуальности, научной новизны и практической ценности диссертационной работы.

Выводы.

Отмеченные замечания не влияют на положительную оценку диссертации. Представленная диссертационная работа «Разработка и совершенствование методов и средств неразрушающего эксплуатационного контроля степени сенсibilизации металла сварных соединений трубопроводов АЭС из стали 08Х18Н10Т» является логически завершенным научным трудом, удовлетворяющим требованиям Высшей аттестационной комиссии Российской Федерации к кандидатским диссертациям в соответствии с п.9 Положения о присуждении ученых степеней №842 от 24.09.2013 г., а ее автор Васильев

Николай Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 -«Материаловедение (машиностроение)».

Отзыв составил
главный научный сотрудник ОАО «НПО ЦКТИ»,
доктор технических наук, профессор

Александр Вениаминович Судаков

Открытое акционерное общество «Научно-производственное
объединение по исследованию и проектированию энергетического
оборудования им. И.И. Ползунова»

ОАО «НПО ЦКТИ».

Почтовый адрес: Россия, 191167, Санкт-Петербург, ул. Атаманская, д. 3/6

Тел.: +7 (812) 717 23 79

e-mail: general@ckti.ru
atom24@ckti.ru

Подпись А.В. Судакова удостоверяю

Заместитель генерального директора -
заведующий отделением материалов,
прочности и ресурса энергооборудования



А.С. Солдатов