

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР



«Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина»

ГНЦ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина»

105005, г. Москва, ул. Радио, д. 23/9, стр. 2
Тел.: +7 (495) 777-93-01; факс: +7 (495) 777-93-00
e-mail: chermet@chermet.net
www.chermet.net

«УТВЕРЖДАЮ»

заместитель Генерального директора
по производству

ГНЦ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина

С.Ю. Манегин



«29» 05

2025 год № 2024-3/16

на №

от

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Шплиса Николая Валерьевича
«Влияние высокотемпературных воздействий на структуру и механические свойства материалов корпуса УЛР реакторов ВВЭР поколения 3+»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 2.6.1 - «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Структура и объём диссертационной работы

На отзыв представлена диссертация, состоящая из введения, 4-х глав, общих выводов, списка литературы из 86 наименований и одного приложения с описанием практического внедрения полученных результатов. Работа изложена на 111 страницах, включая 61 рисунок и 22 таблицы. На отзыв также представлен автореферат на 23 страницах.

Актуальность темы диссертационного исследования

Увеличение техногенных катастроф в новой истории, с одной стороны, и массовое использование традиционных дешевых материалов (углеродистых сталей), с другой, требует детальных исследований поведения таких материалов в нештатных условиях, связанных в первую очередь с длительным воздействием опасных температур. Количественные данные по высокотемпературным свойствам большинства нелегированных сталей практически недоступны в литературе. Например, корпус уловителя расплава современных АЭС, который при аварии будет подвергаться длительному температурному воздействию, изготавливается из обычных низколегированных сталей, что с учетом отсутствия количественных данных о высокотемпературных свойствах этих сталей, делает невозможной безопасную эксплуатацию. В связи с вышесказанным направление диссертационного исследования

Шплиса Н.В., посвященное исследованию структуры и механических свойств традиционных сталей 22К и 09Г2С и их сварных соединений в широком интервале температур и определение степени их деградации после высокотемпературных воздействий, имитирующих условия тяжелых аварий на АЭС, **актуально**, а полученные результаты представляет научный и практический интерес. Можно отметить масштабность работы, связанную с получением огромного массива экспериментальных данных по механическим свойствам сталей, полученных при растягивающих, ударных и циклических нагрузках, при варьировании температуры испытания и температурно-временных условий термических воздействий.

Поставленные в работе задачи полностью решены, основные полученные результаты отражены в выводах.

Оценка содержания диссертации

Во введении обоснована актуальность решаемой научной проблемы, сформулированы цели и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость диссертационной работы, отражена достоверность полученных результатов, упомянуты публикации по теме диссертационного исследования, личный вклад автора, приведена информация об объеме и структуре диссертации.

В первой главе представлен аналитический обзор литературы по теме исследования, в котором систематизированы имеющиеся данные о структуре и механических свойствах сталей, используемых для изготовления устройства локализации расплава на АЭС, описаны условия работы устройства локализации расплава при возникновении тяжелой аварии, рассмотрены закономерности горячей деформации углеродистых сталей и механизмы их охрупчивания при высокотемпературных воздействиях. По результатам анализа автором было обнаружено, что на момент начала работы в литературе имелся серьезный пробел в данных о высокотемпературных механических свойствах (при температурах до 1200 °С) сталей типа 22К и 09Г2С, и об изменении структуры и механических свойств низкоуглеродистых низколегированных сталей в условиях длительных термических воздействий.

Во второй главе описаны материалы, режимы термических воздействий, методы структурных исследований и механических испытаний.

В третьей главе представлены результаты исследований влияния термического воздействия на микроструктуру и механические свойства стали 22К. Определены характеристики механических свойств основного металла и металла сварного шва при растяжении в диапазоне температур испытания от комнатной до 1200 °С как в исходном состоянии, так и после термического воздействия с пиковой температурой 1000 °С и

последующим медленным охлаждением. Построены сериальные кривые и определены значения ударной вязкости и интервалы температур охрупчивания. Представлены новые данные о малоциклового усталости стали 22К после термических воздействий.

В четвертой главе представлены результаты исследований влияния термического воздействия на микроструктуру и механические свойства стали 09Г2С. Определены характеристики механических свойств основного металла и металла сварного шва при растяжении в диапазоне температур испытания от комнатной до 1200 °С как в исходном состоянии, так и после выдержки ~4 часа при температуре испытания. Построены сериальные кривые и определены значения ударной вязкости и интервалы температур охрупчивания. Представлены новые данные о многоциклового усталости стали 09Г2С после термических воздействий.

Научная новизна результатов исследования

1. Впервые определены механические свойства основного металла и металла сварного шва сталей 09Г2С и 22К в интервале температур 23 – 1200 °С после термических воздействий, имитирующих условия тяжелой аварии на АЭС.

2. Впервые установлено влияние термических воздействий, имитирующих условия тяжелой аварии на АЭС, на охрупчивание сталей 22К и 09Г2С. Показано, что основными факторами повышения температур вязко-хрупкого перехода сталей при таких воздействиях является интенсивный рост аустенитного зерна и развитие зернограничного разрушения.

3. Получены новые данные о влиянии перегрева на характеристики усталости прочности основного металла и металла сварного шва сталей 22К и 09Г2С.

Все перечисленные результаты получены впервые, и приоритет автора подтвержден целым рядом научных публикаций.

Практическая значимость и реализация результатов диссертации

Полученные в работе данные о механических свойствах сталей 22К и 09Г2С при статических, ударных и циклических нагрузках до и после термических воздействий, имитирующих условия тяжелой аварии на АЭС использованы НИЦ «Курчатовский институт» и АО «Атомэнергопроект» для обоснования эксплуатационных характеристик и безопасности УЛР АЭС с реакторами ВВЭР поколения 3+, о чем получено соответствующее письмо.

Задачи, поставленные в диссертационном исследовании, соответствует актуальным научно-техническим направлениям развития РФ, что подтверждается выполнением работы в рамках программ строительства АЭС с реакторами ВВЭР поколения 3+ ГК Росатом в России и за рубежом.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведённых в диссертации

В работе получен ряд новых результатов, представляющие интерес для конструкторов АЭС, научных организаций и производственных предприятий, специализирующихся в области проектирования и изготовления металлоконструкций, в т.ч. ответственного назначения.

Достоверность результатов работы подтверждается большим объемом данных микроструктурных исследований и механических испытаний и их статистической обработкой, а также непротиворечивостью полученных результатов современным материаловедческим положениям. Материал диссертации в полной мере отражен в 10 статьях, опубликованных автором, входящих в перечень ВАК и базы Scopus и WoS и апробирован на научных конференциях.

Соответствие автореферата содержанию диссертации

В автореферате изложена основная концепция, ход работы и общие выводы, показан вклад автора в проведённое исследование, степень новизны и практическая значимость результатов исследований. Содержание автореферата отражает основные положения диссертации.

Замечания по диссертационной работе

1. Автор использовал несколько режимов термического воздействия на стали 22К и 09Г2С, которые, как следует из текста работы, получены «на основе результатов математического моделирования поведения расплава в УЛР с помощью компьютерного кода ...». При этом к разным сталям применялись разные режимы. Однако из текста работы не совсем понятен выбор того или иного режима термического воздействия применительно к той или иной стали.

2. Нет обоснования выбора образцов с V-надрезом для оценки ударной вязкости, учитывая, что для определения склонности сталей к хрупкому зернограничному разрушению целесообразно использовать образцы с U-надрезом ?

3. Не обоснована необходимость проведения испытаний на усталость в целом и использование разных режимов усталости для разных сталей в частности?

Однако, указанные замечания не снижают ценность диссертационной работы Шплиса Н.В., которая является законченной научно-квалификационной работой, с научной новизной и практической значимостью в актуальной области современного металловедения.


Заключение. Диссертационная работа Шплиса Н.В. «Влияние высокотемпературных воздействий на структуру и механические свойства материалов

корпуса УЛР реакторов ВВЭР поколения 3+» по актуальности, обоснованности и достоверности полученных результатов, научной и практической значимости полностью отвечает квалификационным требованиям п. 2 «Положения о порядке присуждения учёных степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСИС», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук. По научно-технической направленности, содержанию, выводам и практической значимости работа соответствует паспорту специальности 2.6.1 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Диссертационная работа выполнена соискателем на хорошем научно-техническом уровне. Автор диссертации – Шплис Николай Валерьевич – заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов». Диссертация, автореферат Шплиса Н.В. и отзыв обсужден и принят на заседании Научно-технического совета Научного центра качественных сталей ведущей организации ГНЦ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», протокол № 5 от 23 мая 2025 г.

Отзыв составили:

Председатель Научно-технического совета НЦКС,
Директор Научного центра качественных сталей
ГНЦ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», д.т.н.,
проф.


Г.А. Филиппов

Секретарь Научно-технического совета НЦКС,
Начальник лаборатории КС-4
Научного центра качественных сталей
ГНЦ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», к.т.н.


О.В. Ливанова

Подписи

Филиппова Г.А. и Ливановой О.В. заверяю:

Ученый секретарь

ГНЦ «ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», к.т.н.


Т.П. Москвина



Филиппов Георгий Анатольевич, специальность 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Ливанова Ольга Викторовна специальность 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Данные об организации:

Государственный научный центр. «Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина» (ГНЦ «ФГУП ЦНИИчермет им. И.П. Бардина») 105005, г. Москва, ул. Радио, д.23/9, стр. 2., тел.: +7 (495)777-93-01, e-mail: chermet@chermet.net