

**РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ
ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ
СВОЙСТВ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ,
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ
ТЕМПЕРАТУР И АРКТИЧЕСКИХ ЛЬДОВ,
ПРИМЕНЕНИЕМ АДАПТИВНОЙ
ИМПУЛЬСНО-ДУГОВОЙ СВАРКИ,
МОДИФИЦИРОВАНИЯ И МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ЗОН НЕРАЗЪЕМНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ**

Институт физики прочности и материаловедения со ран

ЦЕЛЬ ПРОЕКТА

Решение крупной научно-технической проблемы, имеющей важное народно-хозяйственное значение, и требующей выработки научно обоснованного подхода к повышению прочностных и эксплуатационных перспективных материалов, оборудования и технологических процессов изготовления, восстановления, ремонта и упрочнения изделий из низколегированных сталей и сварных конструкций Северного исполнения.

Результаты фундаментальных исследований в указанном направлении могут, в значительной мере, определять процесс развития машиностроения, энергетики, химической, добывающей и перерабатывающей промышленности Российской Федерации, функционирующих в условиях Крайнего Севера и Арктики.

ЗАРОЖДЕНИЕ РАЗРУШЕНИЙ В ЗОНАХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ - ПРИЧИНА ОТКАЗОВ ТЕХНИКИ И КОНСТРУКЦИЙ

- Наличие характерной формы соединений и швов, обеспечивающая своеобразное распределение в них усилий, деформаций и напряжений; влияние термического воздействия технологии сварки на свойства основного металла
- Наличие закристаллизовавшегося металла и зон термического влияния, создающих различного рода неоднородности — механические, физические, химические, структурные
- Возможность образования при сварке технологических дефектов
- Высокие сварочные напряжения и значительные пластические деформации

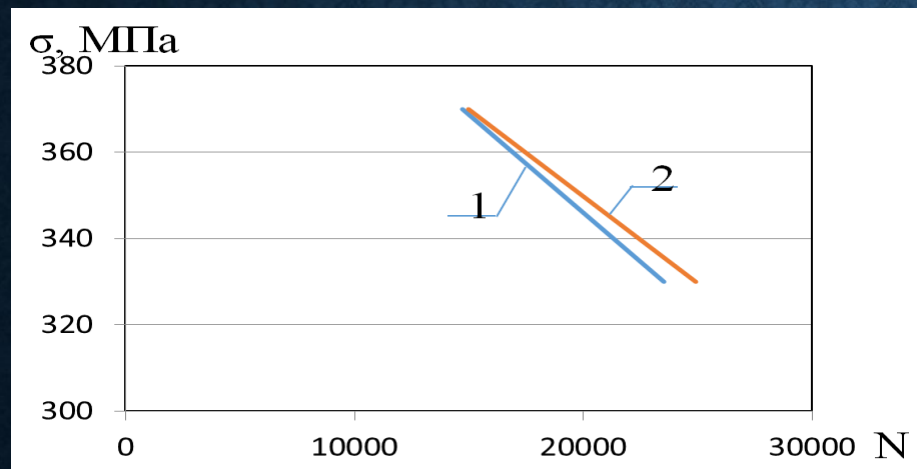
ОСНОВНЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

- на основе результатов исследования физико-металлургических процессов, направленных на улучшение структуры, снижение содержания водорода и релаксацию сварочных напряжений, разработан методологический подход к созданию новых инновационных технологических решений, обеспечивающих повышение сопротивляемости усталостному и хрупкому разрушению сварных соединений конструкций Северного исполнения, основанный на комплексном применении технологий адаптивной импульсно-дуговой сварки и наплавки, модифицировании субмикроструктурными композиционными порошками и механической обработке зон неразъемных соединений;

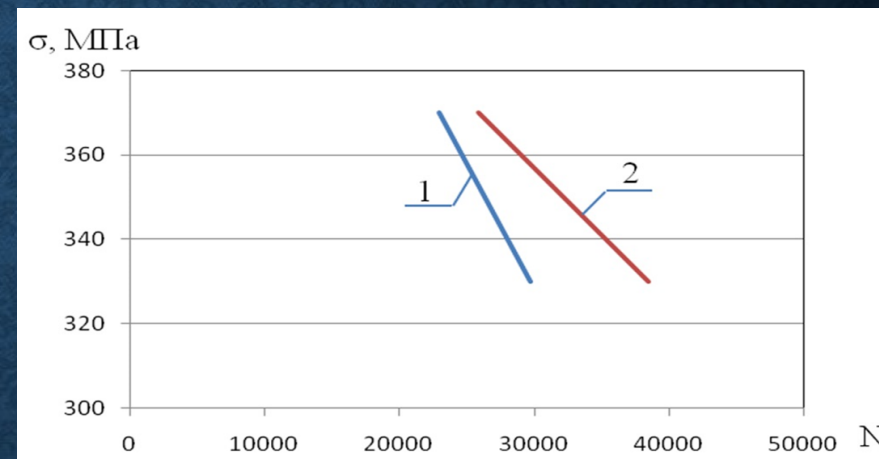
ОСНОВНЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

- установлено, что повышение эксплуатационной прочности изделий со сварными соединениями и наплавленными покрытиями связано с характером протекания физико-металлургических процессов при их изготовлении и ремонте, и достигается применением новых сварочных материалов, оптимальным сочетанием энергетических и тепловых характеристик, выбираемых режимов сварки, в том числе для сварки в условиях низких климатических температур, включая диапазон от минус 40°С до минус 70°С

ОСНОВНЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ



Линии усталостного разрушения металла шва сварных соединений из стали 09Г2С после испытаний при комнатной температуре: 1 – сварка на постоянном токе (СПТ); 2 – сварка в режиме модулированного тока (СМТ).

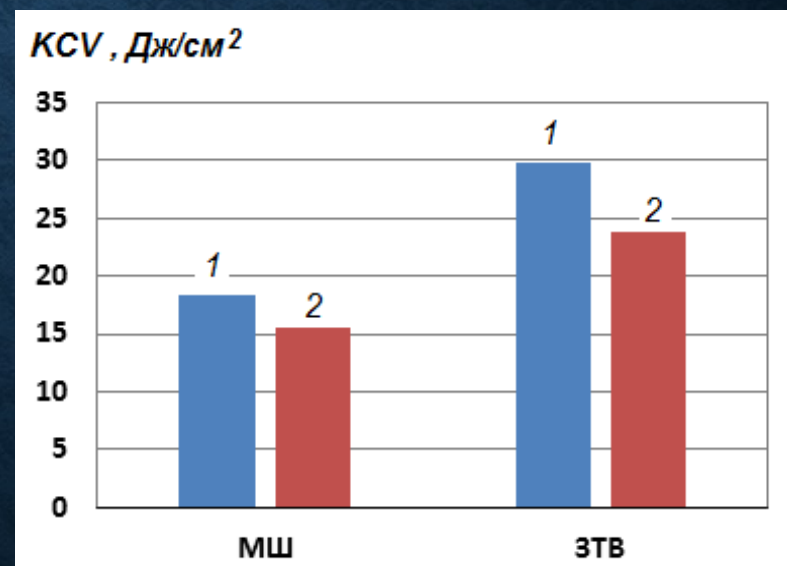


Линии усталостного разрушения металла шва сварных соединений после испытаний при температуре минус 40°C: 1 - СПТ; 2 - СМТ

ОСНОВНЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

- установлен эффект снижения порога хладноломкости у высокоответственных сварных конструкций, полученных методами адаптивной импульсной сварки и работающих в условиях многофункциональной нагрузки и низкочастотного термоциклирования

Ударная вязкость (KCV)
при температуре -60°C
металла шва (МШ) и зоны
термического влияния
(ЗТВ) сварных соединений,
полученных сваркой: 1-
СМТ; 2-СПТ



ОСНОВНЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

- доказано, что свойства сварных соединений, обусловлены комплексом факторов: изменением напряженно-деформированного состояния (НДС), созданием сжимающих напряжений, улучшением однородности структуры и реализуются путем смены базового микромеханизма кинетики замедленного и хрупкого разрушения, ростом уровня пластической деформации и повышения энергоемкости процесса разрушения
- на основе исследования физико-металлургических процессов, направленных на улучшение структуры, снижения содержания водорода и оптимизации сварочных напряжений, разработаны методологические подходы к созданию новых инновационных технологических решений, обеспечивающих повышение сопротивляемости замедленному, усталостному и хрупкому разрушению сварных соединений конструкций северного исполнения
- Сформулированы и доведены до производителей сварочных материалов и оборудования требования, которые они должны обеспечивать при их применении в условиях низких климатических температур

Реализация результатов данного проекта позволит пополнить количество прорывных технологических решений, направленных на получение новых классов перспективных материалов и изделий из них, что позволит повысить эксплуатационную надежность оборудования, работающего в стратегически важных для государства сегментах промышленных производств: строительство, энергетика, в том числе, атомная, металлургия, химическое машиностроение, горнодобывающая техника, трубопроводный и железнодорожный транспорт.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

- применение метода адаптивной импульсно-дуговой сварки позволяет получать у сварных соединений низкоуглеродистых сталей типа 09Г2С, 10Г2С, 17Г1СУ, более высокую однородность структуры и в 1,5-2,5 раза уменьшить размеры зерен металлов сварного шва и ЗТВ, а также повысить однородность распределение основных легирующих элементов в металле шва и снизить их угар
- установлены причины и определены основные направления повышения стойкости сварных соединений к коррозионному разрушению, в том числе и при опасной разновидности МКК – ножевой коррозии, при их эксплуатации в коррозионных условиях

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РЕАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО НАПРАВЛЕНИЮ: "ПОИСКОВЫЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ИНТЕРЕСАХ РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ"

- Изыскать возможность продолжения финансирования работ в 2015-2020 гг. по проекту «Разработка научных основ повышения конструкционной прочности сварных металлоконструкций эксплуатирующихся при низких климатических температурах», финансируемого в соответствии с программой партнерских фундаментальных исследований, выполняемых СО РАН совместно с организациями УрО и ДВО РАН, и ФГУ «ННИИПК им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России.
- Создать государственную систему поддержки проектов, подаваемых на различные конкурсы РАН, РФФИ, РФФИ, касающиеся решения проблем надежности конструкций Северного исполнения, осознавая простую истину: любое инновационное техническое решение, направленное на обеспечение эксплуатационной надежности технических систем, эксплуатируемых у условиях низких климатических температур, будет весьма эффективно обеспечивать надежность и повышение ресурса работы технических систем, создаваемых и эксплуатируемых в любом другом регионе Российской Федерации.