ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/341

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ИНВАРИАНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ
УПРАВЛЕНИЯ СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫМ СОСТАВОМ МАТЕРИАЛА СВАРНОГО
СОЕДИНЕНИЯ ПРИ СВАРКЕ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ АРКТИЧЕСКИХ
ТЕМПЕРАТУР**

¹Кректулева Р.А., ¹Сараев Ю.Н., ¹Перовская М.В., ^{1,2}Семенчук В. М.,

²Сигагин М.М., ^{1,2}Черепанов Р.О., ³Черепанов О.И.

¹*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия*

²*НИ Томский политехнический университет, Томск, Россия*

³*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Россия*

Опыт показывает, что эксплуатация конструкций со сварными соединениями в условиях Крайнего Севера приводит к их изнашиванию значительно быстрее, чем в других регионах России. Выход из строя таких конструкций в значительной степени связан с разрушением материала сварного шва или зоны термического влияния (ЗТВ). Промышленное освоение арктических территорий, где более 80-ти % всех используемых бытовых и технических средств произведены с применением сварочных технологий, требует более глубокого изучения влияния низких температур (вплоть до 200К) как на процессы эксплуатации, так и на технологические процессы получения сварных соединений. Надо отметить, что применяемые технологии сварки еще далеки до совершенства, в них присутствуют неучтенные факторы, которые подлежат выявлению и устранению. К таким факторам относятся повышенное трещинообразование, фазовые переходы и другие нежелательные изменения структуры (рост зерна, перекристаллизация, нарушение гомогенности), протекающие под воздействием высоких температур при горении дуги и под воздействием низких температур в процессе охлаждения и эксплуатации. Сценарии структурно-фазовых превращений могут приводить к качественно различным результатам: либо ухудшать прочностные и механические свойства сварного соединения, либо улучшать.

Конечные свойства сварных соединений зависят от большого количества входных параметров: химического состава свариваемых материалов и их геометрии, технологических режимов, температуры окружающей среды и ряда других. Как правило, их насчитывается более двадцати. До сих пор не вполне понятно, какими же выходными параметрами должны обладать сварные соединения, особенно для эксплуатации при пониженных арктических температурах. Строго выверенных данных на этот счет нет.

Чтобы ответить на многочисленные запросы практики, необходимо выработать некоторые системные критерии анализа на основе строгих математических соотношений, что позволит управлять структурой и фазовым составом материала на стадии предпроектной подготовки.

С этой целью разработана методология инвариантного моделирования, как инструмента анализа систем с многочисленными связями входных и выходных параметров сварочного процесса, позволившая в рамках численных экспериментов производить упорядочение огромного объема информации о протекающих процессах, не допуская механического перебора всевозможных ситуаций, приводящего к комбинаторному взрыву. Другим достоинством метода является возможность выхода за пределы чисто математического описания и предоставления наглядности процессов формирования сварных соединений во времени и пространстве.

Предложенный подход апробирован на примере аргонодуговой сварки низколегированных сталей неплавящимся электродом, показано хорошее согласование расчетных данных с результатами натурных экспериментов.

Работа выполнена в соответствии с проектом РНФ № 16-19-10010 2018 года.