ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

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

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/409

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДЕФОРМАЦИИ И РАЗРУШЕНИЯ НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛИ 09Г2С, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ГИБРИДНОЙ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ

Гурьянов Д.А., Воронцов А.В., Чумаевский А.В.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Гибридная лазерная сварка различных сплавов и сталей является на настоящее время перспективным методом получения неразъемных соединений в промышленности. Данная технология основана на синергетическом эффекте от совместного использования лазерного луча и сварочной дуги, позволяющего проводить сварку с высокой производительностью листового проката, в том числе – больших толщин, что затруднительно в случае использования только источника лазерного луча, без дополнительного нагрева от электрической дуги. В ранее проведенных работах коллектива был произведен подбор параметров процесса гибридной лазерной сварки алюминиевых сплавов и сталей, в том числе с ультразвуковым воздействием. В работах производились металлографические исследования структуры сварных швов, исследования прочностных параметров при растяжении и изгибе, измерения микротвердости, распределения химических элементов и др. Проведенные исследования показывают, что сварные соединения, получаемые из алюминиевого сплава АМг5, аустенитной стали 12Х18Н10Т и феррито-перлитной стали 09Г2С формируются методом гибридной лазерной сварки с небольшим количеством дефектов, в основном, в виде пор и имеют достаточно высокие прочностные показатели. Но, в цикле работ, посвященном данным материалам, не исследованы усталостные характеристики неразъемных соединений, полученных методом гибридной лазерной сварки, хотя в ряде конструкций, работающих в условиях постоянных или циклически повторяющихся вибраций данный вид деформации и разрушения может быть основным. Настоящая работа посвящена исследованию деформационного поведения стали 09Г2С при испытаниях в условиях малоциклового усталости.

Исследования неразъемных соединений листового проката стали 09Г2С толщиной от 2,5 до 5,0 мм, полученных методом гибридной лазерной сварки проводили на универсальной испытательной машине BISS UT-04-0100 при частоте от 10 до 80 Гц в интервале нагрузок от 0,3 до 0,7-0,9 от предела прочности. Испытания проводили таким образом, чтобы в различных режимах проявлялись как упругие, так и пластические свойства материала шва. На каждый режим испытания изготавливалось и испытывалось не менее трех образцов сварного шва. Количество режимов испытания подбиралось не менее четырех, но достаточное для выявления точки или области упругопластического перехода на диаграмме. Испытания проводили до разрушения образцов с фиксацией количества циклов до разрушения и последующим анализом поверхности разрушения на растровом электронном микроскопе Zeiss LEO EVO 50 в режиме вторичных электронов.

Проведенные исследования показывают, что в режиме упруго-пластического деформирования с максимальным напряжением в цикле до 0,9 от предела прочности материала образцы демонстрируют наименьшее количество циклов до разрушения (менее 40 тысяч циклов) и, что более важно, локализацию деформации и разрушения в области за пределами сварного шва, что соответствует локализации деформации при испытаниях на статическое растяжение. В испытаниях при режиме с меньшей долей пластических деформаций с максимальным напряжением в цикле до 0,7 от предела прочности разрушение происходит в центральной части сварного шва. Количество циклов при этом максимально и доходит до 100 тысяч циклов и более. Аналогичная ситуация наблюдается и при анализе влияния частоты циклирования на процесс разрушения - большая частота циклирования увеличивает склонность материала к разрушению по сварному шву, меньшая - в зоне около шва. Таким образом, наличие дефектов в сварном шве стали 09Г2С, полученном методом гибридной лазерной сварки, в большей степени влияет на процесс разрушения при большем количестве циклов и меньшей амплитуде напряжений и деформации, чем при деформации в условиях большей амплитуды и меньшего количества циклов до разрушения.

Работы выполнены при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России (Соглашение № 14.607.21.0190, идентификатор проекта RFMEFI60717X0190).