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: 10.17223/9785946218412/397

КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И СТРУКТУРНО-ФАЗОВОГО СОСТАВА ВЫСКОПРОЧНЫХ ЛАЗЕРНЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА 1420.

¹Маликов А.Г., ¹Оришич А.М., ^{1,2}Карпов Е.В.

¹*Институт теоретической и прикладной механики
им. С.А. Христиановича СО РАН, Новосибирск*

²*Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, Новосибирск*

Алюминиево-литиевые сплавы обладают малой плотностью, повышенным модулем упругости и высокой прочностью по сравнению с обычными алюминиевыми сплавами и являются перспективными материалами для авиакосмической промышленности. В последнее время возникает повышенный интерес к среднепрочным алюминиево-литиевым сплавам системы Al-Mg-Li, которые являются коррозионностойкими трещиностойкими, имеют чрезвычайно низкую плотность и обладают способностью надежно свариваться [1].

В данной работе, в продолжение исследований [2,3], проведена серия экспериментальных работ по оптимизации процесса термической постобработки (закалка и искусственное старение) лазерных сварных соединений алюминиево-литиевых сплавов 1420 и 1424 системы Al-Mg-Li по температурным и временным характеристикам с целью получения значений предела прочности, предела текучести и предельного относительного удлинения, близких к соответствующим характеристикам основного сплава или равных им.

Проведены малоцикловые испытания термообработанных сварных соединений на пульсирующее растяжение при различных амплитудах нагрузки, при температурах -60, +20, +85 °С. Исследована структура поверхностей разрушения сварных швов с термообработкой и без нее после растяжения при различных амплитудах нагрузки, при повышенных и пониженных температурах.

В результате для образцов сварных соединений алюминиево-литиевого сплава 1420 системы Al-Mg-Li установлены закономерности изменения предела прочности, предела текучести и относительного удлинения от температурных и временных характеристик процесса термообработки в виде закалки и искусственного старения. Закономерности поведения кривых показывают наличие ярко выраженных максимумов и минимумов в зависимости от температурных и временных характеристик процесса термообработки.

Для сварных соединений сплава 1420 системы Al-Mg-Li режимы достижения механических характеристик (предела прочности, предела текучести), превышающие соответствующие характеристики основного сплава или равные им составили: закалка при температуре 490 °С с выдержкой 30 мин с последующим искусственным старением при температуре 170 °С с выдержкой 16 часов. Установлено изменение структурно-фазового состава образцов со сварным соединением. При оптимальных режимах термообработки в твердом растворе сварного шва для сплава 1420 системы Al-Mg-Li формируется упрочняющая фаза δ' (Al₃Li). Тем самым управляя параметрами термической обработки образцов со сварным соединением, возможно, целенаправленно влиять на формирование заданных механических свойства сварного шва за счет изменения структурно-фазового состава сварного шва.

Впервые для образцов со сварным соединением сплава 1420 системы Al-Mg-Li построены 3D-карты механических свойств (предела прочности, предела текучести, предельного относительного удлинения) в зависимости от температуры и времени старения.

Сравнение изломов сварных соединений без термообработки и с термообработкой показало, что при температуре испытаний T=85 °С на поверхности излома после усталостного растяжения присутствуют террасы, прилегающие к газовым порам. При температуре испытаний T=20 и -60 °С с необработанным швом отсутствует разрыв по границе шва и ЗТВ, характерный для термообработанного шва, где он наблюдается на значительной части поверхности излома, при необработанном шве разрушение всегда проходило внутри шва.

Секция 8. Сварка, родственные процессы и технологии для создания технических систем ответственного и специального назначения, в том числе для эксплуатации в экстремальных условиях и низких климатических температур Арктики и Крайнего Севера

В результате сравнения циклического нагружения сварных соединений без термообработки и с термообработкой установлено, что при $T=85\text{ }^{\circ}\text{C}$ для термообработанного сварного шва резко снижается усталостная долговечность по сравнению с не термообработанным. У обработанного и у необработанного шва при $T=-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ не отмечается отрицательного влияния низкой температуры на усталостную долговечность. При температуре испытаний $T=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ предельное число циклов для необработанного шва составило 14000, а для обработанного шва при той же начальной деформации и температуре испытаний предельное число циклов равно 22000.

На основе полученных результатов можно предположить, что высокопрочные сварные соединения из сплава 1420 системы Al-Mg-Li, можно применять в ответственных сварных изделиях, работающих в интервале температур 20; $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$

1. Abd El-Aty A, Xu Y, Guo X, Zhang SH, Ma Y, Chen D. Strengthening mechanisms, deformation behavior, and anisotropic mechanical properties of Al-Li alloys: A review. // J. Adv. Res. 2018 V.10 P.49–67. doi:10.1016/j.jare.2017.12.004
2. Оришич А. М., Маликов А. Г., Карпов Е. В. и др. Исследование влияния закалки на прочностные свойства сварных соединений алюминиевых сплавов системы Al-Mg-Li, выполненных методом лазерной сварки // Международная конференция "Перспективные материалы с иерархической структурой для новых технологий и надежных конструкций"; X Международная конференция "Химия нефти и газа": тезисы докладов. Томск. 2018. С. 524-525. DOI: 10.17223/9785946217408/338
3. Маликов А. Г., Оришич А. М., Карпов Е. В. Малоцикловые испытания лазерных сварных соединений алюминиево-литиевых на пульсирующее растяжение при повышенных и пониженных температурах // Международная конференция "Перспективные материалы с иерархической структурой для новых технологий и надежных конструкций"; X Международная конференция "Химия нефти и газа": тезисы докладов. Томск. 2018. С. 517. DOI: 10.17223/9785946217408/332

Благодарность

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда проект №17-79-20139.