

границы плавления при сварке встык пластин из сплава на никелевой основе ХН60ВТ толщиной $0,4 \cdot 10^{-3}$ м. Установлено, что формирование сварного соединения с помощью полосового энергетического источника предоставляет возможность увеличить площадь продольного сечения шва и, как следствие, прочность соединения. Сохраняется малая площадь поперечного сечения шва, которая является характерной особенностью лазерных сварных соединений, определяющей их основное преимущество – возможность получения ограниченных по ширине сварных швов с минимальной деформацией изделий.

Оценка прочностных свойств сварных соединений при сварке жаростойких и жаропрочных сплавов на никелевой основе, выполненных импульсным лазерным излучением с регулируемым распределением плотности мощности, проводилась при статическом нагружении образцов. Определена зависимость усилия разрушения сварного соединения от энергии излучения и длительности импульса. Установлено, что при длительности

импульса $\tau = 4 \cdot 10^{-3}$ с максимальная разрушающая нагрузка при проведении испытаний на статическую прочность сварной точки возрастает до значения $(8,2 \dots 8,6) \cdot 10^2$ Н. Прочность сварного соединения повышается до значения $(600 \dots 635) \cdot 10^6$ Па, т.е. на 10...20 %.

Выявлена структура металла шва в поперечном сечении зоны лазерной сварки жаростойкого и жаропрочного сплава на никелевой основе ХН60ВТ. По границам и внутри зерен сложнолегированного твердого раствора в исходной структуре имеются включения карбидов. При лазерном плавлении происходит растворение карбидов, литая зона имеет однородную структуру без пустот и раковин, что указывает на высокую работоспособность сварного соединения. Проведенные экспериментальные исследования показывают, что применение сварки импульсным лазерным излучением с регулируемым распределением плотности мощности позволяет получить сварное соединение с развитой площадью продольного сечения.

УДК 621.7

ВЫЯВЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ СЕЛЕКТИВНОЙ ЛАЗЕРНОЙ СУБЛИМАЦИИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОПОРИСТЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Мурзин С.П., Осетров Е.Л., Трегуб Н.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет

REVELATION OF SELECTIVE LASER SUBLIMATION'S INTENSIFICATION CONDITIONS FOR NANOPOROUS METAL MATERIALS FORMATION

Murzin S.P., Osetrov E.L., Tregub N.V. It's expedient to carry out formation of nanoporous metal materials, which have prospects of application in the propulsion engineering for creation of interfaced details blankets in tribological units with raised antifrictional properties, by the selective laser sublimation method. The intensification of laser sublimation processes is possible at increase of thermal-activated diffusion. At the lowered surrounding atmosphere gas pressure heated material's sublimation occurs more intensively, since smaller temperatures.

Формирование нанопористых металлических материалов, имеющих перспективы применения в двигателестроении для создания повышенных антифрикционных свойств поверхностных слоев сопряженных деталей пар трения, целесообразно осуществлять методом селективной лазерной сублимации. Разработанный метод, экспериментальная

обработка которого осуществлена на модельном сплаве системы Cu–Zn – латуни Л62, заключается в воздействии на металлические материалы типа твердый раствор лазерного излучения с высокой частотой следования импульсов. Основным механизмом образования нанопористой структуры является сублимация компонента материала с

более высокой упругостью паров. Формирование требуемой структуры достигается при реализации соответствующих температурно-скоростных режимов лазерной обработки.

В результате исследований методами электронной микроскопии выявлена структура и характер распределения пор в полученных материалах. Установлено, что в результате лазерного воздействия с высокой частотой следования импульсов в приповерхностном слое латуни Л62 образуется нанопористая структура. Внутри субзерен формируется структура, содержащая достаточно равномерно распределенные нанопоры различных форм: от овальной, имеющей неровности в виде выступов и впадин, до неправильной. Средний размер таких пор составляет 30...40 нм. Поры часто соединяются между собой через сужения, имеются нанопоры канального типа шириной 10...20 нм и длиной более 100 нм. На границе субзерен плотность нанопор выше, их форма и размеры более неравномерны, они, как правило, имеют достаточно сложную форму. Основную долю нанопор составляют поры преимущественно овальной формы со средним размером в диапазоне 40...60 нм, которые, объединяясь с порами канального типа шириной до 20...25 нм и длиной более 100 нм, образуют нанопористую сеть. Происходит образование разветвленных нанопор, имеющих своеобразную дендритную структуру.

Процессы лазерной сублимации лимитируются скоростью диффузионной доставки атомов компонента с высокой упругостью

паров к поверхности. Их интенсификация возможна при повышении термически активируемой диффузии, для которой характерна экспоненциальная зависимость от температуры. Однако с увеличением температуры и продолжительности нагрева при лазерной обработке на воздухе локальный перегрев приводит к окислению поверхности материала. Латунь при повышенных температурах не только окисляется с поверхности, но и образует зону внутреннего окисления из-за диффузии кислорода внутрь изделия.

При обработке в нейтральной газовой среде, в качестве которой применен аргон, из-за недостаточного содержания в ней кислорода окислительные процессы минимальны. Отсутствие оксидной пленки облегчает сублимацию цинка, поэтому при нагреве латуни до $T=823$ К наблюдалась некоторая потеря массы металла – до 3 мг/(мм²ч). Однако наличие над металлическим материалом относительно плотной газовой среды значительно снижает интенсивность процессов сублимации по сравнению с обработкой в вакууме. При изотермической выдержке в среде аргона при температуре 723 К потери массы образцов не наблюдалось, сохранялась желтая блестящая поверхность образцов. Т.е. повышение давления газа окружающей атмосферы приводит к уменьшению скорости сублимации. Максимальная скорость сублимационных процессов имеет место при их проведении в вакууме. При пониженном давлении сублимация нагретого материала происходит интенсивней, начиная с меньших температур.

УДК 621.7

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТАЛОСТНОМУ РАЗРУШЕНИЮ ХРОМОНИКЕЛЕВОЙ СТАЛИ 40ХН

Трегуб В.И., Никифоров А.М.

Самарский государственный аэрокосмический университет

APPLICATION OF LASER HEAT TREATMENT FOR INCREASE OF CHROME- NICKEL STEEL 40XH FATIGUE FAILURE RESISTANCE

Tregub V.I., Nikiforov A.M. Properties of used constructional materials mainly define increasing of aviation product's operational indicators. Fatigue failure resistance of metal materials, as well as