

УДК 621.791.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИСТОВЫХ ЗАГОТОВОК ИЗ ТЕРМИЧЕСКИ УПРОЧНЯЕМЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ С НАПЛАВЛЕННЫМИ ШИПАМИ ДЛЯ ПЛОВ ТРАНСПОРТНЫХ САМОЛЕТОВ

Н.М. ТАРАСОВ, Е.П. РОГАЧЕВ, А.М. ЖУКОВ

На современных транспортных самолетах в зонах интенсивного перемещения людей и грузов требуются детали, поверхность которых обладает высокими противоскользящими характеристиками. Применительно к металлическим поверхностям весьма удобны листовые заготовки с местными выступами — шипами.

Для получения деталей такого класса большими возможностями обладает дозированная точечная наплавка шипов с последующим их формообразованием. Такая технология позволяет получить разнообразные размеры и формы шипов с различным шагом их постановки, более полно удовлетворять требованиям к рабочим поверхностям, использовать в конструкциях высокопрочные листовые заготовки требуемой толщины.

Учитывая, что в современных транспортных самолетах широко используются высокопрочные термически упрочняемые алюминиевые сплавы (типа Д16АТ и В95), ХАИ совместно с ХГАПП была освоена технология получения ошипованных листовых деталей из этих материалов с коническими шипами, а также с шипами, имеющими ряд пирамидальных выступов на верхнем основании / 1, 2 /.

В настоящее время в практике самолетостроения отсутствует опыт и рекомендации по сварке плавлением узлов и деталей из Д16АТ и В95. В связи с этим, потребовались комплексные исследования характеристик ошипованных заготовок, полученных с использованием наплавки с целью определения возможности их применения в самолетных конструкциях.

Для количественной оценки прочности соединения шипа с заготовкой были определены усилия среза шипа на специальных образцах из сплавов Д16АТ и В95 с наплавленными и отформованными шипами из АК-5. При этом изготавливали и испытывали по 5 образцов с шипами для различных толщин листа (1,2; 1,5; 1,8 мм).

Исследования показали, что усилие среза зависит в основном от размеров зоны расплавления и соединения шипа с заготовкой. На рекомендованных режимах наплавки усилие среза составляет 3800...4200 Н, диаметр зоны среза находится в пределах 6,0...7,0 мм, характер разрушения — вязкий срез материала шипа у основания.

Испытанием на микротвердость определяется сопротивление поверхностных слоев материала местной пластической деформации, что в ко-

вечном итоге характеризует износостойкость исследуемого изделия. Исследования проводились на поперечных шлифах по всей толщине шипа и листа. Каждая точка характеризовалась средним значением микротвердости по трем замерам. Проведенные измерения показали, что микротвердость шипа из АК-5 несколько ниже микротвердости листа из Д16АТ и В95 в состоянии поставки и составляет 100...115 МПа. Величина проплавления листа в зоне нанесения шипа составляет 17...50%. При этом большее проплавление соответствует меньшей толщине листа.

С целью изучения свойств материала листовых заготовок Д16АТ и В95 после наплавки изготавливались образцы с шипами по 5 штук каждой толщины листа и образцы без шипов. Испытания на растяжение показали, что образцы с наплавленными шипами во всех случаях разрушались по зоне термического влияния, примыкающей к шипу. Среднее значение σ_{σ} на 5...6% ниже, чем у основного материала в состоянии поставки. Однако среднее значение предела текучести материала после наплавки ($\sigma_{0,2}$) практически не отличается от $\sigma_{0,2}$ основного материала. Предел прочности σ_{σ} образцов с наплавленными шипами для материала Д16АТ при толщине листа 1,2 мм составляет $\sigma_{\sigma} = 391...415$ МПа, при σ_{σ} основного материала равно 457...461 МПа; для 1,5 мм - 410...427 МПа, $\sigma_{\sigma \text{ осн.}} = 452...455$ МПа. Предел текучести образцов с наплавленными шипами составляет для толщины листа 1,2 мм - 320...344 МПа при $\sigma_{\sigma \text{ осн.}} = 338...348$ МПа, а для 1,5 мм - 316...329 МПа при $\sigma_{\sigma \text{ осн.}} = 313...339$ МПа.

Зачастую элементы с шипами устанавливаются в зонах самолета, где требуется герметичность и предъявляются требования долговечности при знакопеременной нагрузке. В связи с этим проведены исследования циклической долговечности элементов с шипами с двумя уровнями максимального нагружения $\sigma_{\text{max}} = 160$ МПа и $\sigma_{\text{max}} = 200$ МПа. Нагружение проводилось с частотой 2,0 Гц. На каждом уровне испытывалось по 5 образцов из каждой партии. В результате испытаний установлено, что средняя наработка до разрушения составила для $\delta = 1,2$ мм и $\sigma_{\text{max}} = 200$ МПа - 118730 циклов при коэффициенте разброса 4,1; при $\sigma_{\text{max}} = 160$ МПа - 295047 циклов при коэффициенте разброса 1,13. Для $\delta = 1,5$ мм и $\sigma_{\text{max}} = 200$ МПа - 75514 циклов при коэффициенте разброса 1,71; при $\sigma_{\text{max}} = 160$ МПа - 132801 циклов при коэффициенте разброса 1,36. На всех уровнях нагрузки разрушение происходило в зоне термического влияния. Анализ полученных данных показывает, что долговечность образцов с шипами выше, чем у аналогичных образцов с отверстиями под заклепку при тех же уровнях нагружения.

Важной характеристикой заготовок, регламентируемой условиями работы, является коррозионная стойкость в процессе эксплуатации. Для определения коррозионной стойкости были изготовлены и испытаны образцы из катаных панелей и наплавленными шипами. Испытания проводились

на общую и расслаивающую коррозию, на склонность к межкристаллитной коррозии и на склонность к коррозионному растрескиванию.

Испытания на общую и расслаивающую коррозию, а также на коррозионное растрескивание показали, что поверхностная коррозионная стойкость панелей с наплавленными шипами в 2,8 раза выше, чем у катаных панелей. Потеря массы в агрессивной среде составляет $1,29 \text{ г/м}^2$ за одни сутки у катаных панелей и $0,47 \text{ г/м}^2$ – у панелей с наплавленными шипами. За 90 суток испытаний склонности к расслаивающей коррозии и коррозионному растрескиванию заготовок не обнаружено, в то время, как на катаных панелях зафиксированы случаи расслаивающей общей коррозии.

Не менее важной характеристикой материала заготовок, является относительное удлинение δ %. Испытаниями установлено, что у образцов с наплавленными и отформованными шипами δ % в начале испытаний в 1,8...2,0 раза ниже, чем у катаных образцов (7,2 % и 14% соответственно). Однако после 45 суток действия коррозионной среды относительное удлинение выравнивается и составляет примерно 6% у образцов обоих типов.

Основным назначением ошипованных заготовок, применяемых в конструкции самолетов, является обеспечение высоких фрикционных свойств, которые могут быть охарактеризованы усилием сдвига груза по рабочей поверхности. Для сравнительных испытаний были изготовлены панели с наплавленными шипами размером 500×1000 мм толщиной 1,5 мм и такие же панели с катаными коническими шипами. В результате испытаний установлено, что усилие сдвига на шипах с 3...4 выступами в сухом и обледневшем состоянии на 10...20% выше усилий по коническим шипам, что способствует более устойчивому передвижению людей и техники по наклонным поверхностям с углом до 35° .

Данные, полученные по результатам исследований, позволили рекомендовать заготовки из Д16АТ и В95 с наплавленными и отформованными шипами для постановки на полы транспортных самолетов, в том числе в тех зонах, где требуется герметичность конструкции.

Литература:

1. Тарасов Н.М., Рогачев Е.П., Капустин С.С., Кладченко В.С. Получение наплавкой ошипованных заготовок из алюминиевого сплава Д16АТ для настила самолета. // Автоматическая сварка. – 1995. – № 4. С.36–38
2. Рогачев Е.П., Тарасов Н.М., Горлов А.К.С. Циклическая долговечность листовых заготовок с шипами. Proceeding fifth international "New leading-edge technologies in machine building". Kharkov. 1996.