

УДК 621.9.04

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ОБРАБОТКИ УГЛЕПЛАСТИКОВ НА ИХ УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ ИЗГИБЕ

И. С. БОЛОТНИКОВ

Московский автомобильно-дорожный государственный  
технический университет (МАДИ)  
Москва, Россия

Для оценки влияния способа и режимов выполнения обработки кромок композитных конструкций на их усталостную прочность были проведены испытания плоских образцов углепластиков на основе эпоксидного связующего, полученных из отформованного листа толщиной 1,2 мм фрезерованием, лазерной и гидроабразивной резкой, на циклический трехточечный изгиб (количество циклов – 100 тыс., частота – 5 Гц), в том числе после выдержки при температуре  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 60 и 120 ч.

Результаты испытаний на трехточечный изгиб, выполненных до циклического нагружения, показали, что способ и режимы обработки практически не оказывают влияния на прочность при статическом кратковременном нагружении. Однако при длительном циклическом нагружении, различный объем и характер микроповреждений, возникающих при обработке исследуемыми способами, приводит к различному уровню потери прочностных свойств.

При механической обработке снижение частоты вращения фрезы в 2 раза (с 20 до 10 тыс. об/мин) при одинаковой скорости подачи ( $s = 150\text{ мм/мин}$ ) приводит к увеличению максимального прогиба (на  $\sim 11\%$ ), что косвенно указывает на снижение межслойной прочности при увеличении сил резания, что, в свою очередь, способствует увеличению остаточной прочности после циклического изгиба, в том числе после выдержки при  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  (60 ч).

Несмотря на образование зоны термического влияния (шириной  $\sim 0,12\text{ мм}$ ), образцы, полученные резкой оптоволоконным твердотельным лазером на воздухе ( $N = 2\text{ кВт}$ ,  $v = 2500\text{ мм/мин}$ ), обладают наибольшей остаточной прочностью по сравнению с образцами, полученными всеми исследуемыми способами, в том числе после выдержки при  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  (60 и 120 ч).

Наименьшими значениями прочностных показателей обладают образцы, полученные гидроабразивной резкой высокоскоростной струей жидкости с частицами абразива со скоростью 840 м/с. После выдержки при  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  образцы разрушились, не выдержав полного числа циклов нагружения.

Таким образом, при выборе способа и режимов обработки необходимо учитывать не только технико-экономическую эффективность их применения, но также влияние различных эксплуатационных факторов на прочностные характеристики композитных изделий.

*Материал подготовлен в рамках научных исследований по проекту № FSFM-2020-0011 (2019-1342), экспериментальные исследования проведены с использованием оборудования центра коллективного пользования МАДИ.*