

УДК 621.791.7

Оборудование и технология для индукционной сварки термопластичных углеродно-армированных композиционных материалов

Сыромятников Андрей Дмитриевич^(*)

RU4PAB@yandex.ru
SPIN-код: 7964-7155

Паршин Сергей Георгиевич

parshin@spbstu.ru
SPIN-код: 5399-6783

Майстро Алексей Сергеевич

maystro@spbstu.ru
SPIN-код: 4532-4705

СПбПУ, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Представлена технология и программно-аппаратный комплекс (ПАК) для индукционной сварки термопластичных углеродно-армированных композиционных материалов (ТПКМ), в том числе с матрицей из полиэфирэфиркетона. Комплекс имеет модульную структуру и возможность размещения на роботоманипуляторе. Применение комплекса позволяет производить сварку деталей сложной формы из ТПКМ.

Ключевые слова: индукционная сварка, робот-манипулятор, полиэфирэфиркетон, программно-аппаратный комплекс

Введение. Авиа- и ракетостроение, автомобилестроение, робототехника, медицина и другие испытывают спрос на угленаполненные термопластичные композиционные материалы (ТПКМ) на основе полиэфирэфиркетона (ПЕЕК), обладающие низкой массой и высокой коррозионной стойкостью [1]. Глобальный рынок ТПКМ в 2025 г. оценивается в 25,6 млрд долларов США с прогнозируемым ростом до 72,3 млрд долларов к 2035 г. при совокупном среднегодовом темпе роста 10,9 % [2].

Методы и материалы; результаты. Разработанный программно-аппаратный комплекс представляет собой специализированную модульную установку, обеспечивающую диффузионное соединение конструктивных элементов из углеродно-армированных термопластов. Нагрев деталей осуществляется вихревыми токами передаваемые от индуктора в проводящие углеродные волокна композита, приводя к нагреву полимерной матрицы до температуры плавления ($T \approx 300\text{--}350\text{ }^{\circ}\text{C}$ в зависимости от матрицы) [3]. ПАК позволяет сваривать детали толщиной до 6 мм. Потребляемая мощность установки составляет 8 кВт при мощности сварочного блока 5 кВт и частоте до 800 кГц. Позволяет сваривать углеродно-армированные композиты на основе ПЕЕК и полифениленсульфида (PPS). Одним из ключевых преимуществ разработанного ПАК является его модульная конструкция, позволяющая интегрировать генератор и индуктор непосредственно на робот-манипулятор (KUKA, Fanuc и др.). Такая мобильность делает возможной сложную крупно-

узловую сборку деталей в авиации и автомобилестроении, где требуется доступ к труднодоступным зонам без разборки конструкций (рис. 1, 2).

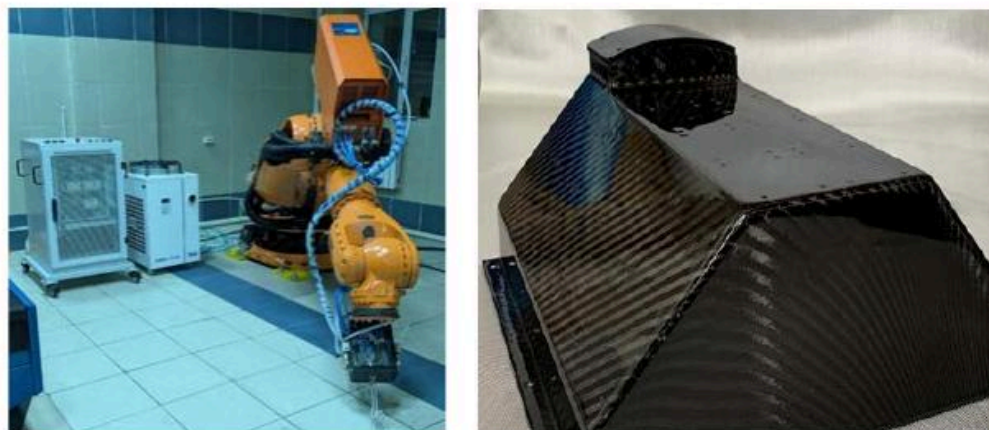


Рис. 1. Вид комплекса для индукционной сварки и сложного сварного изделия из полиэфирэфиркетона



Рис. 2. Структурная схема разработанного ПАК

Заключение. Разработана технология и оборудование для индукционной сварки высокопрочных углеродно-армированных композиционных материалов.

Список источников

- [1] Jin Z., Zhang X., Hou Z., Yao Z., Shen H. Tribological Properties of Carbon Fiber-Reinforced PEEK against 304 Stainless Steel with Reticulate Surface Texture. *Materials*, 2022, vol. 15, no. 24, art. no. 8789. <https://doi.org/10.3390/ma15248789>
- [2] Zhang J., Lin G., Vaidya U., Wang H. Past, present and future prospective of global carbon fibre composite developments and applications. *Composites Part B: Engineering*, 2023, vol. 250, art. no. 110463. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2022.110463>
- [3] Mitschang P., Hümbert M., Moser L. Susceptorless continuous induction welding of carbon fiber reinforced thermoplastics. *Proceedings of the 19th International Conference on Composite Materials (ICCM19)*, 2013, pp. 5844–5852.