

РОТАЦИОННАЯ СВАРКА ТРЕНИЕМ – ПЕРВЫЙ ОПЫТ В РОССИЙСКОМ АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ

Яковлев М.Г.¹, Минахметов А.А.¹, Фозилов Т.Т.^{1,2}

¹Филиал АО «ОДК» «НИИД», Москва, 105118, Россия

²МАИ (НИУ), Москва, 125993, Россия

¹m.yakovlev@uecrus.com, ²aminiahmetov@mail.ru, ³fozbourne@yandex.ru

Ключевые слова: ротационная сварка трением, микроструктура, остаточные напряжения, сварной шов, зона термомеханического влияния.

Ротационная сварка трением (РСТ) была открыта в 1956 году токарем А. И. Чудиковым и запатентована в дальнейшем во ВНИИЭСО, который к 1960 году разработал первую машину для РСТ. Однако, основное применение машины СТ нашли в автомобильной промышленности, отечественная авиационная промышленность отдавали предпочтение электронно-лучевой сварке. Наряду с советскими разработками, с 1957 года были начаты широкомасштабные исследования сварки трением в США и Европе, а в 1968 году технологию применили на барабанах титановой и никелевой секции ротора авиационного ГТД. [1, 2]

С 1980 года компании МТИ (США) и КУКА (Германия) закрепили за собой статус основных поставщиков установок для сварки трением для сварки газотурбинных двигателей таких самолетов, как Boeing 747, Airbus A300, Lockheed L-1011 Tristar и др.

Всё возрастающие требования к массе, жесткости и ресурсу узлов ГТД, в частности, к роторам КВД, на сегодняшний день определили необходимость исключения резьбовых разъемных конструкций и переход к гранулируемым жаропрочным сплавам, которые считаются несвариваемыми электронно-лучевой сваркой в виду высокой склонности к образованию горячих трещин. [3-5]. С этой целью филиалом АО «ОДК» «НИИД» совместно с АО «КТИАМ» разработана и изготовлена первая в РФ уникальная машина РСТ с возможностью сварки цилиндрических заготовок свыше Ø 400 мм и осевым усилием сжатия до 400 тонн. В рамках отработки новой, для отечественного газотурбостроения, технологии выполнены сварки секций конструктивно-подобных элементов ротора КВД двигателя ПД-35 из сплавов ЭП741НП, ВЖ178П, ВВ751П (см. рисунок 1). Разработана машина для сварки секций диаметром до 800 мм и осевым усилием сжатия до 1000 тонн.



Рисунок 1 – сваренная секция ободов из ЭП741НП

Результаты исследования макро и микроструктуры сварных соединений, проведенные испытания на определение кратковременной и длительной прочности, малоциклового усталости, позволяют сделать вывод, что при оптимально выбранных режимах сварки и термической обработки есть перспектива получения идентичной структуры, как сварного соединения, так и основного материала, а вследствие этого и аналогичные механические свойства.

Список литературы

1. В.М. Бычков. Исследование свариваемости жаропрочного никелевого сплава ЭП742 методом линейной сварки трением. / А. С. Селиванов, А. Ю. Медведев, В. А. Супов, Б. О. Большаков, Р. Р. Гринь, Ф. Ф. Мусин; // Вестник УГАТУ, Уфа: УГАТУ, 2012., т.16, №7 (52). с. 112-116.
2. Б. С. Тайсом, С. Д. Соренсен, Т. В. Нельсон. 2021. Прочность при ротационной сварке трением пяти разнородных суперсплавов на основе никеля. Сварочный журнал 100: с 302 по 308 с. DOI:10.29391/2021.100.027
3. Электронный ресурс - <https://www.kuka.com/en-us/products/production-machines/rotary-friction-welding-machines>
4. MTI Friction Welding Solutions & Manufacturing Services – Электронный ресурс <https://www.mtiwelding.com/>
5. Фозилов Т.Т., Яковлев М.Г., Бабайцев А.В. Влияние термической обработки на структуру сварного соединения сплава ВЖ178П после ротационной сварки трением. Проблемы машиностроения и надежности машин, 2023, № 3, стр. 58-63.

Сведения об авторах

Яковлев М.Г., к.т.н., доцент, заместитель директора филиала АО «ОДК» «НИИД». Машиностроение, мехобработка

Миниахметов А.А., магистр, ведущий инженер. Машиностроение, сварка, материаловедение, механика

Фозилов Т.Т. аспирант, инженер технолог 1к. Материаловедение, сварка, механика деформируемого твердого тела

THE ROTARY FRICTION WELDING IS THE FIRST EXPERIENCE IN THE RUSSIAN AIRCRAFT ENGINE INDUSTRY

Yakovlev M.G.¹, Miniakhmetov A.A.¹, Fozilov T.T.^{1,2}

¹JSC "UEC" "NIID", Moscow, 105118, Russia

²MAI (National Research University), Moscow, 125993, Russia

Keywords: rotary friction welding, microstructure, residual stresses, welded seam, zone of thermomechanical influence.

Rotary Friction Welding (RFW) has been used in the USA and Europe on MTI and KUKA machines for manufacturing aircraft GTE rotors since the 1970s. The first in the Russian Federation friction welding machine with the ability to weld blanks of Ø 400 mm and the axial compressive force up to 400 tons was created in the JSC UEC NIID branch. Within the framework of development of a new, for the domestic gas turbine construction technology, welding of sections of structurally similar elements of the rotor of the advanced engine from granulated heat-resistant alloys was performed.