

**Использование электронно-лучевых технологий при изготовлении ротора турбокомпрессора**

Студент гр. 304815 Поболь А.И., аспирант Юшкевич Д.В.  
Научный руководитель – Поболь И.Л.  
Белорусский национальный технический университет,  
Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси  
г. Минск

РУП «Борисовский завод агрегатов» выпускает широкую гамму турбокомпрессоров типа ТКР как для отечественных заводов (ОАО «Лидагропроммаш», РУП «Гомсельмаш», МАЗ, МТЗ и др.), так и зарубежных предприятий. Турбокомпрессор представляет собой сложное устройство. Колесо турбины изготавливают из жаропрочных никелевых сплавов (INCO 713 С и др.) и присоединяют к валу ротора из стали 40 X. Необходима очень точная подгонка всех деталей внутри турбокомпрессора, так как на турбина подвержена воздействию значительного механического нагружения, скорость вращения турбины в современных моделях агрегатов, соответствующих требованиям Евро-2, -3, достигает 120000 об/мин, а в легковых автомобилях - 300000 об/мин. Следует ожидать, что для достижения отечественными производителями автотракторной техники более высокого уровня (Евро-4 и т.д.) потребуются выполнение еще более жестких требований к турбокомпрессорам. С октября 2008 стандарт Евро-5 обязателен для всех новых грузовых автомобилей, продаваемых в Евросоюзе.

Электронно-лучевая сварка (ЭЛС) давно зарекомендовала себя как надежный способ получения прочных соединений одно- и разнородных материалов с широким диапазоном получаемых толщин (от десятых долей миллиметра до 400 мм) и соотношением глубины к ширине, достигающим 50:1. Проведенные исследования показали значительное превосходство характеристик сварного соединения колеса и вала турбокомпрессора, полученного методом ЭЛС, над традиционно применяемым для изготовления этого узла методом сварки трением. Благодаря использованию ЭЛС получено надежное соединение вала с колесом из разработанного в ФТИ экспериментального сплава Ni-Cr-Al-Ti-Nb (который обладает меньшими плотностью и стоимостью по сравнению с используемым сплавом Inco 713С), чего не удавалось с использованием традиционного метода сварки. Испытания на разрывной машине РД-20 БЗА показали, что разрушение изделий, изготовленных с использованием ЭЛС, наступает при нагрузках не ниже 10-13,6 т.с. При этом значения прочности, обычно достигаемые на деталях после сварки трением, не превышают 8 т.с.

Возможно применение других электронно-лучевых технологий при изготовлении ответственного узла турбокомпрессора. Непосредственно после сварки могут быть проведены электронно-лучевые отпуск сварного соединения и закалка посадочного места подшипника на валу из стали 40X. Отпуск позволяет снять напряжения в зоне сварки, тем самым повышая эксплуатационные характеристики, а закалка – повысить износостойкость и срок службы всего узла. Технология закалки предусматривает вращение ротора с требуемой скоростью, что позволяет исключить возможность эффекта местного отпуска ранее упрочненной зоны. Возможность выполнения всех операций на одном оборудовании за один цикл значительно удешевляет производство и существенно повышает производительность.