

## УДК 620.179.1

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УЗК ПАЯНОГО СОЕДИНЕНИЯ СОПЛА РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Вадим Вячеславович Борзихин

*Студент 6 курса*

*кафедра «Технологии сварки и диагностики»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана*

*Научный руководитель: М.А. Прилуцкий,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии сварки и диагностики»*

Паянные тонкостенные конструкции широко применяются в изделиях ракетно-космической техники. Сопла и камеры сгорания (КС) современных жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) в России представляют собой конструкции, наружная и внутренняя стенка которых соединены при помощи пайки. С повышением показателей эффективности двигателей и, как следствие, повышения давления внутри КС и межстенном пространстве КС и сопла ЖРД, возросла необходимость контроля таких соединений.

Конструктивно сопло современного ЖРД представляет собой двухстенную паяную оболочку. Наружная стенка толщиной  $0,8 \pm 0,1$  мм содержит подколлекторное кольцо. Внутренняя стенка выполнена оребренной (ширина ребра  $0,8 \pm 0,1$  мм, высота ребра 1,5 мм) общей толщиной  $2,1 \pm 0,1$  мм. Пайка внутренней и наружной стенки выполняется по ребрам.

По статистике наиболее часто встречающимся дефектом в паяных соединениях сопел и КС ЖРД являются непропаи (71% от общего количества дефектов) и неспаи (18%). Минимальный размер площади дефектов, в соответствии с конструкторской документацией, как неспая, так и непропая составляет  $1 \text{ мм}^2$ . Величина раскрытия дефектов в паяном соединении: для неспая  $\sim 5$  мкм, для непропая - от нескольких десятков мкм.

Для выявления дефектов в данной конструкции были рассмотрены 2 способа контроля: лазерно-ультразвуковой контроль, и ультразвуковой контроль с использованием фокусирующего иммерсионного преобразователя.

Были изготовлены два образца паяных соединений и один образец с фрезерованными ребрами. Образец №1 представляет собой две пластины, спаянные друг с другом. Верхняя пластина толщиной 3 мм, нижняя 1 мм. Припой СТЕМЕТ 1301А. Толщина паяного слоя 50 мкм. В центре данного образца заложен непропай. Образец №2 так же представляет собой 2 пластины, спаянные друг с другом. Толщина верхней пластины 3 мм, нижней 1 мм. На образце №2 выполнены искусственные отражатели диаметром 1 мм и 2 мм, со стороны пластины 1 мм на всю ее глубину. Образец №3 - пластина, с выфрезерованными ребрами, толщиной 0,8 мм и высотой 1,5 мм, имитирующую внутреннюю стенку сопла.

По результатам поставленных экспериментов можно сделать вывод, что чувствительность предложенных способов контроля позволяет обнаружить минимальный размер площади дефектов, заданных в конструкторской документации.

#### Литература

1. Ермолов И.Н., Алешин Н.П., Потапов А.И. Неразрушающий контроль. Акустические методы контроля / Под ред. Сухорукова В.В. М.: Высшая школа, 1991. 283 с.
2. Карабутов А. А., Матросов М. П., Подымова Н. Б. Термооптический генератор широкополосных импульсов сдвиговых волн // Акустический журнал. 1993. Т. 39(2). С. 373.
3. ГОСТ 26126-84. Контроль неразрушающий. Соединения паяные. Ультразвуковые методы контроля качества. М.: Издательство стандартов, 1984. 4 с.
4. Ключев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика. М.: Машиностроение, 2007.