

УДК 621.9.042, 621.1**ПРОЧНОСТЬ ТРУБ, ОРЕБРЕННЫХ МЕТОДОМ ДЕФОРМИРУЮЩЕГО РЕЗАНИЯ**

Владислав Владимирович Курилов

*Студент 5 курса,**кафедра «Инструментальная техника и технологии»**Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана**Научный руководитель: А.И. Овчинников,**кандидат технических наук, доцент кафедры «Инструментальная техника и технологии»*

Требования по тепловому режиму для изделий электронной техники в настоящее время постоянно растут из-за повышения плотности энерговыделения [1], при этом тепловой режим определяет ее работоспособность, надежность и стабильность выходных параметров устройств. Ожидается, что плотность энерговыделения электронных узлов, процессоров высокопроизводительных компьютеров, научных приборов, приборов военной и космической техники будет составлять до 25 Вт/см². Часто в современной теплотехнике теплообменники работают при повышенных давлениях. Оребрение методом деформирующего резания позволяет увеличить площадь теплообменника в разы, что резко повышает его эффективность [3], но при этом встает вопрос как оребрение данным методом влияет на прочность теплообменной трубы. Данная работа была посвящена исследованию влияния обработки методом деформирующего резания на прочность оребренных труб.

Исследование прочности производилось путем моделирования пошагового нагружения давлением внутренней части оребренной медной трубы до потери прочности. Критерием было достижение максимального эквивалентного напряжений любого узла сетки элементов значения предела текучести в 90 МПа, при этом на элементах, которые находятся на поверхности ребер, за счёт их упрочнения при обработке, допускалось максимальное напряжение в 135 МПа.

Моделирование производилось в САЕ пакете ANSYS 16. Геометрическая модель строилась в САД-пакете CATIA V5R21 и представляла собой параметризованное поперечное сечение оребренной трубы. Параметризация геометрической модели позволяет варьировать параметры: глубина резания, шаг ребер, диаметр и толщину стенки трубы, главный угол в плане и вспомогательный угол в плане инструмента. Далее геометрическая модель импортировалась в ANSYS, где создавалась сетка из элементов (размер элементов 0,1 мм), при этом торцам трубы запрещалось осевое перемещение (вдоль оси Y). Нагрузка прикладывалась от 1 до 250 кг/см².

На первом этапе были рассчитаны на прочность гладкие трубы (без оребрения), далее был произведен расчёт оребренной трубы (заготовка-гладкая труба 20x2 из меди М1), с различной глубиной резания (т.е. высотой ребер) и постоянным шагом ребер. Полученные результаты показали, что при увеличении глубины резания до 1,6 мм, происходит незначительное уменьшение прочности оребренной трубы для медной трубы диаметром 20 мм с исходной толщиной стенки 2 мм, по сравнению с исходной гладкой трубой, а по сравнению с трубой остаточного сечения прочность существенно выше. При этом происходит значительный рост коэффициента оребрения (рост площади поверхности по сравнению с гладкой трубой). Потеря прочности оребренной трубы (при глубине резания 1,6 мм) по сравнению с заготовкой 20x2 составила 10%, а потеря прочности трубы остаточного сечения без ребер 74%, то есть оребрение позволило получить равнопрочную конструкцию. Аналогично были рассчитаны медные трубы диаметром 20 мм с разной толщиной стенки: 1,0 мм, 1,5 мм, 2,5 мм, были получены аналогичные результаты.

CAD - Computer Aided Design (рус. системы автоматизированного проектирования),

CAE - Computer Aided Engineering (рус. системы инженерного анализа).

Литература

1. *Зубков Н.Н., Овчинников А.И., Кононов О.В.* Изготовление теплообменных поверхностей нового класса деформирующим резанием // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. “Машиностроение”. 1993г. №4 – Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана (Москва) – С. 79-82.
2. *Зубков Н.Н., Овчинников А.И., Трофимович А.С., Черкасов А.С.* Использование штырьковых структур нового типа для охлаждения электронной аппаратуры // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. “Машиностроение”. 2014. №2 – Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана (Москва) С. 70-79.