

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ УЗЛОВ ИЗ МЕДИ И ГРАФИТА С ЖЕСТКОЙ ПРОСЛОЙКОЙ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

*Г.В.Ермолаев, к.т.н., В.А.Мартыненко, к.т.н., А.В.Лабарткава, к.т.н. (НУК,
г. Николаев)*

С.В.Олексеенко, к.т.н. (ЧНТУ, г.Чернигов)

Соединения из разнородных материалов, находят все более широкое применение в различных отраслях промышленности, благодаря возможности обеспечения уникального сочетания в одном узле различных теплофизических свойств.

Одной из основных проблем при получении таких узлов, является неблагоприятное остаточное напряженно-деформированное состояние (НДС), которое вызвано существенным отличием температурных коэффициентов линейного расширения соединяемых материалов. Это состояние снижает работоспособность узлов из разнородных материалов или даже вызывает хрупкое разрушение графита после охлаждения. Поэтому для снижения уровня возникающих напряжений часто используются промежуточные прослойки.

Установлены некоторые общие закономерности образования и основные факторы, влияющие на образование остаточного НДС узлов из разнородных материалов. При этом недостаточно изученными остаются вопросы влияния свойств и толщины промежуточных прослоек, в частности, прослоек повышенной жесткости и прочности.

Имеющиеся в технической литературе сведения о методах регулирования собственных напряжений в конструкциях из разнородных материалов за счет регулирования термического цикла, использования процессов релаксации и оптимального конструктивного оформления соединений имеют, как правило, качественный характер.

Поэтому исследование НДС узлов из графита и металла при различной толщине промежуточной прослойки из жесткого материала является актуальным.

Цель настоящей работы - определить влияние толщины промежуточной жесткой прослойки на НДС при диффузионной сварке узлов из разнородных материалов, в частности, графита с металлом, и возможность использования прослоек для снижения остаточных напряжений при охлаждении узлов после сварки.

Исследования выполняли методом компьютерного моделирования, основанного на методе конечных элементов, на узлах типа цилиндр-цилиндр.

Решалась осесимметричная упруго-пластическая задача при быстром охлаждении узла после сварки (пайки) с 850 до 0°С при давлении сжатия вдоль оси узла 5 МПа. Сравнивались поля и эпюры напряжений в узлах при различной толщине прослойки (от 0,5 до 3 мм) и при отсутствии прослойки.

Установлено, что все напряжения в узле сосредоточены в непосредственной близости от стыка соединяемых материалов и прослойки. При этом характер полей напряжений при изменении толщины прослойки принципиально не изменяется, но меняется уровень напряжений.

Исследования показали, что уже при толщине прослойки 0,5 мм максимальные растягивающие напряжения в графите снижаются в 4 раза. При толщине 1 мм уменьшение составляет более 6 раз, а при толщине 2мм – 11 раз. Дальнейшее увеличение толщины практически не изменяет уровень максимальных растягивающих напряжений.

Таким образом, для уменьшения опасности разрушения графита после охлаждения узла целесообразно использовать твердую (жесткую) прослойку толщиной не менее 1 мм.