

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТНОГО ТЕПЛООБМЕНА

К.С. Харитонкин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: kirill.haritonkin@yandex.ru

В последние несколько десятилетий интенсивно развивалось отдельное направление из области тепломассообмена, известное как контактный теплообмен [1]. Несмотря на большой объем экспериментальных и теоретических исследований в этой области, остается целый ряд вопросов, требующих отдельных исследований. Так, до настоящего времени отсутствуют научно обоснованные рекомендации по направленному повышению контактных термосопротивлений (КТС) при теплообмене через зоны раздела в контактных соединениях при введении в них малотеплопроводных заполнителей [2].

Перед началом опытов контактные поверхности образцов тщательно промывались ацетоном для удаления следов масла и других загрязнений. После размещения опытных образцов на установке их сжимали пять-шесть раз до наибольшего давления в данном опыте и выдерживали в течение 10-12 мин. Такое предварительное сжатие образцов обеспечивало хорошую воспроизводимость результатов и устраняло влияние отдельных микрошероховатостей [3].

Величину тепловых потоков определяли по градиенту температур в верхнем и нижнем образцах по формуле

$$q = \frac{\lambda_1 (t_n - t_{n-1})}{l},$$

где λ_1 – коэффициент теплопроводности материала верхнего образца, Вт/(м·град);

t_n и t_{n-1} – температуры в смежных точках образца, где установлены термопары, град;

l – расстояние между установленными термопарами, м.

Коэффициент теплопроводности материала относительно эталона (меди):

$$\lambda_2 = \lambda_{\text{меди}} \frac{(t_n - t_{n-1}) l_2}{(t_m - t_{m-1}) l_1},$$

где t_m и t_{m-1} – температуры в смежных точках эталона, град;

l_1 – длина первого образца, м;

l_2 – длина второго образца, м.

В зоне контакта условия теплопередачи могут характеризоваться величиной контактного термического сопротивления RT или коэффициентом контактной теплопередачи (термическая проводимость) K [4].

$$K = \frac{Q}{F \cdot \Delta t_k \cdot \tau},$$

где Δt_k – разница температур контактирующих поверхностей, град;

F – величина нагрузки, Н;

τ – время, с.

После простых преобразований и группировки формул получаем следующую формулу, которой мы будем использовать в дальнейшем [5]:

$$R_T = \frac{1}{2,1 \cdot 10^4 \cdot \frac{p \cdot \lambda_m}{3 \sigma_B} + \frac{\lambda_c}{h_{cp}}},$$

где h_{cp} – средняя высота микрошероховатостей, м;

λ_c – теплопроводность воздуха, (Вт/К);

λ_m – теплопроводность материала, (Вт/К);

σ_B – предел прочности материала, Па.

В ходе учебно-исследовательской работы были изучены установки по контактному теплообмену, каждая из установок обладала своими плюсами и своими минусами, но ни одна установка не была помещена в вакуум, поэтому было предложено поместить установку в вакуум для более точного и детального определения теплопроводности исследуемого материала, для которого в ходе вычислений получилась следующая формула:

$$\lambda_2 = \lambda_{\text{меди}} \frac{(t_n - t_{n-1}) \cdot l_2}{(t_m - t_{m-1}) \cdot l_1}.$$

Таким образом, можно сказать, что контактный теплообмен практически не был изучен в вакууме, что дает нам обширные возможности для исследования этого явления. Однако был поставлен ряд экспериментов, по исследованию контактного теплообмена в вакууме и подобраны различные параметры для работы установок в нем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крючков А.Е. Контактный теплообмен через соединения с окисленными поверхностями: Автореф. дис. кан. тех. наук. – Воронеж: ВГЛА, 2009. – 18 с.
2. Шлыков Ю. П. и Ганин Е. А. Контактный теплообмен. М. – Л., Госэнергоиздат. 1963. 144 с. с черт.
3. Михайлова, Т.В. Контактный теплообмен при длительном нагружении [Текст] / Т.В. Михайлова, С.Ю. Меснянкин // Тр. 3-й Росс. нац. конфер. по теплообмену. – М.: МЭИ, 2002. – Т. 7. – С. 192-195.
4. Мадхусудана, К.В. Контактная теплопередача. Исследования последнего десятилетия [Текст] К.В. Мадхусудана, Л.С. Флетчер // Аэрокосмическая технология. – 1987. - №3. – С.103 – 120.
5. Горнилов Г.В.Ф. Исследование КТО. – М.: Мысль, 1990. – 524 с.