

О. К. Красникова, О. М. Попов, В. Н. Удун

ОАО «НПО Гелиймаш», Лужнецкая наб., 10а, 119992, г. Москва, Россия

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

В системах криогенной техники применяются различные теплообменные аппараты, создаваемые на основе нескольких классов теплообменных поверхностей (ТП). Все множество ТП разделено на три класса А, В и С. Предложено для характеристики исследованных ТП использовать абсолютное или относительное значения показателей интенсивности конвективного теплообмена. В статье приведены результаты сравнения теплообменных поверхностей по значениям указанных показателей, учитывающих энергетические затраты на организацию конвективного теплообмена. Определен достигнутый уровень интенсификации теплообмена в различных типах теплообменных аппаратов в области чисел $Re \approx 10 - 10^5$.

Ключевые слова: конвективный теплообмен; интенсификация; показатель интенсивности; гипотезы интенсификации; теплообменные поверхности (ТП); сравнения ТП по показателю интенсивности.

In systems of cryogenic engineering are applied the various heat exchanging machines, which created on the basis of some classes of heat exchanging surface (HES). All set of HES are divided or the three classes A, B and C. It is offered for the characteristic of researched HES to use the absolute or relative values of intensity's indexes of convection heat exchange. The results of comparison of HES on index of intensity on values of the indicated indexes, which are taking into account the power expenses for organization of convection heat exchange, are given in article. The achieved level of intensification of heat exchange in various types of heat exchanging machines is defined in the field of numbers $Re \approx 10 - 10^5$.

Key words: convection heat exchange; intensification; the index of intensity; hypothesis of intensification; heat exchanging surface (HES); comparison of HES on index of intensity.

I. ВВЕДЕНИЕ

Накопленная к настоящему времени количественная информация о тепловых и гидравлических свойствах теплообменных поверхностей (ТП), которые используются в различных типах теплообменных аппаратов (ТА), сводится к результатам, в основном, экспериментальных исследований около 100 различных ТП, выполненных ведущими отечественными и зарубежными специалистами [1–13].

На полученные в ходе эксперимента результаты, конечно, влияют ошибки в измерениях, в изготовлении образцов ТП и т.п. Поэтому они являются не более чем случайными статистическими оценками действительных истинных поверхностей. Это не позволяет достоверно судить о преимуществах той или иной конкретной ТП только на основе сопоставления полученных оценок.

При этом основными причинами неопределенностей при сравнениях ТП являются отсутствие необходимой информации о точности эмпирических зависимостей, о границах областей возможного использования ТП и о числовых значениях погрешностей, сопровождающих их реальное производство.

Это является весьма существенным недостатком исходных данных, подлежащих обработке.

Однако с этим приходится мириться, полагая, что обработка большого числа экспериментов всё-таки может дать достаточно объективную информацию о достигнутом уровне интенсификации теплообмена в различных типах ТА. С учётом этого нами в данной статье приводятся результаты сравнения различных ТП по показателям интенсивности конвективного теплообмена.

II. ВЫБОР ПОКАЗАТЕЛЯ ИНТЕНСИВНОСТИ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА

Интенсивность процесса конвективного теплообмена оценивается коэффициентом теплоотдачи, который с учетом затрат энергии на организацию движения потока может быть представлен в следующем виде:

$$\alpha = \sqrt{\frac{j^3}{f}} \left[\left(\frac{N}{Q} \right)^{1/2} \Delta t^{1/2} \frac{1,41 c_p^{1/2} \rho \lambda}{\mu} \right], \quad (1)$$

где j и f — интегральные тепловые и гидравлические характеристики ТП, соответственно; Q — количество переданного тепла; N — расход энергии на движение потока; Δt — разность температур между стенкой канала и потоком; c_p , ρ , λ , μ — теплоемкость, плотность,