

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНИЦ
ПРИМЕНИМОСТИ АНАЛОГИИ МЕЖДУ ТЕПЛО- И
МАССООБМЕНОМ ПРИ РАСЧЕТЕ ПРОЦЕССОВ
КОНВЕКТИВНОЙ ДИФфуЗИИ

Хотя аналогия между тепло- и массообменом и данные по теплообмену широко используются при решении задач, тем не менее вопрос о границах применимости аналогии между тепло- и массообменом нуждается в экспериментальной проверке.

Исследовался массообмен между поверхностью цилиндра, покрытого равномерным слоем нафталина и обтекающим его поперечным потоком воздуха, причем цилиндр расположен в горизонтальной плоскости. Выбор цилиндра в качестве обдуваемой модели связан, во-первых, с тем, что на поверхности цилиндра существуют два принципиально отличающихся и практически важных участка: лобовой, безотрывно обтекаемый градиентным потоком, и кормовой, находящийся в зоне отрыва, а во-вторых, с тем, что для цилиндра имеются данные по теплообмену. Были измерены не только суммарные, но и локальные коэффициенты массопереноса.

Установка состоит из вентилятора, трубы прямоугольного сечения с выравнивающей сеткой. Рабочая часть трубы представляет собой открытое сужающееся сопло сечением 52×110 мм. Кроме того, имеются: устройство для быстрого закрепления, реостат для регулирования числа оборотов крыльчатки вентилятора и блок питания. Цилиндр диаметром 12 мм устанавливался на расстоянии 15 мм от среза сопла. Поле скоростей в плоскости расположения цилиндра было измерено пневмометрической трубкой и оказалось достаточно равномерным. Нафталин наносился на цилиндрический образец в расплавленном виде. Толщина слоя составляла 1,0–1,5 мм. Суммарный массообмен определяли путем взвешивания цилиндра до и после опыта на аналитических весах типа АДВ-200 м с точностью 0,0001 г. Локальные коэффициенты массопереноса по окружности цилиндра были получены путем обмера радиусов образцов до и после обдува в двух сечениях, расположенных в средней части цилиндра на расстоянии 25 мм друг от друга. Измерения радиусов производились с помощью измерительного микроскопа типа ММИ-1 с интервалом 15° , а в зоне отрыва потока — через $7^\circ 30'$.

Для повышения точности и надежности измерения радиусов проводились двумя методами: проекционным в проходящем свете и контактным — путем касания измеряемой поверхности датчиком с малым усилием соприкосновения (10–20 г).

Порядок проведения опытов был следующий. Приемлемо однородный образец (с эллиптичностью не более 3%) быстро обмерялся на микроскопе, взвешивался на весах, ввинчивался в отверстие держателя и подвергался обдуванию воздухом. Длительность обдува была порядка 1 ч, что обеспечивало убыль массы каждого образца на 0,1–0,2 г. После обдува вновь производились взвешивание и обмер образца.

Полученные при изучении массообмена результаты практически не имеют расхождений с данными других авторов по теплообмену, а распределение значений α_i по окружности цилиндра совпадает с известными эпюрами коэффициента теплообмена α . Количественное совпадение результатов (с учетом различия чисел Sc и Pr) вполне удовлетворительное.

Таким образом, экспериментальное исследование процесса диффузии подтвердило, что при малых концентрациях и не-больших перепадах температур аналогии между тепло- и массообменом справедлива как при безотрывном градиентном течении, так и в зоне отрыва потока.