

УДК 66.096.5

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

А. П. БАСКАКОВ, Г. Я. ЗАХАРЧЕНКО, А. М. ДУБИНИН

**НОВЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ
ОБСТАНОВКИ ВБЛИЗИ ТЕЛ, ПОГРУЖЕННЫХ
В ПСЕВДООЖИЖЕННЫЙ СЛОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНЫХ ЧАСТИЦ**

(Представлено академиком В. А. Кириллиным 14 IV 1975)

Исследование гидродинамической обстановки вблизи поверхности тел, погруженных в неоднородный псевдоожигенный слой, и закономерностей смены фаз слоя на границе соприкосновения с поверхностью необходимо, чтобы глубже понять механизм внешнего теплообмена. Применяемые в настоящее время оптические методы и методы, связанные с проникающим излучением, не позволяют однозначно решить вопрос о наличии контакта частиц слоя с поверхностью.

Нами предложено использовать для этой цели электропроводящие частицы. Описываемые исследования проводили на установке кипящего слоя диаметром 200 мм и высотой 500 мм. Газораспределительная решетка представляла собой стальной перфорированный диск с живым сечением 2%. В качестве мелкозернистого материала использовали частицы серого чугуна с эквивалентным диаметром равным 0,19 и 0,22 мм, высота насыпанного слоя частиц составляла 250 мм. Ожижающим агентом служил воздух. В опытах исследовали обтекание кипящим слоем вертикальной пластины с размерами 250 (высота) $\times$ 100 $\times$ 20 мм³, нижний торец которой располагался на 23 мм от газораспределительной решетки. В рабочую поверхность пластины, выполненную из органического стекла, вставляли медные электроды диаметром 0,8 мм с шагом (по углам квадрата), равным 10 мм, заделанные заподлицо с поверхностью. Каждый электрод через ограничительное сопротивление выводился на электрическое табло, состоящее из неоновых ламп типа ТН-0,2, расположенных в порядке, соответствующем размещению электродов на пластине, напряжение зажигания лампы равно 65 в. Лампы практически безынерционны при частоте менее 5—6 кгц⁽¹⁾. Электрический пробой воздуха при данных условиях наступает при зазоре между электродом и псевдоожигенным слоем частиц менее 1 мкм⁽²⁾. Питание осуществлялось источником постоянного тока, включенным в электрическую цепь: табло — газораспределительная решетка. Принципиальная электрическая схема установки показана на рис. 1.

Во время контакта пакета мелкозернистого материала с поверхностью пластины в определенном месте замыкалась электрическая цепь, связанная с расположенными здесь электродами, в результате чего на табло загоралась соответствующая группа неоновых ламп. При движении вдоль поверхности газовых пузырей электрическая цепь электрод — слой размыкалась, лампочки гасли. Таким образом, на световом табло можно было наблюдать движение газовых пузырей по поверхности тела и их чередование с пакетами частиц мелкозернистого материала.

Кинокамерой «Киев-16У» проводили киносъемку процесса со скоростью 64 кадров в 1 сек. Путем обработки кинограмм определяли частоту смены пузырей f_0 у поверхности тела, долю времени f_0 омывания поверхности ожижающим агентом, продолжительность τ_0 соприкосновения с по-

верхностью одиночного пузыря, распределение φ_0 , f_0 , τ_0 по высоте пластины в зависимости от скорости оживающего агента.

Вследствие плохих сыпучих свойств чугунных частиц и небольшого расстояния между нижним торцом пластины и газораспределительной решеткой условия псевдооживления под пластиной ухудшались. Материал мог залегать под ней плотным слоем, простирающимся на некоторую высоту вдоль пластины.

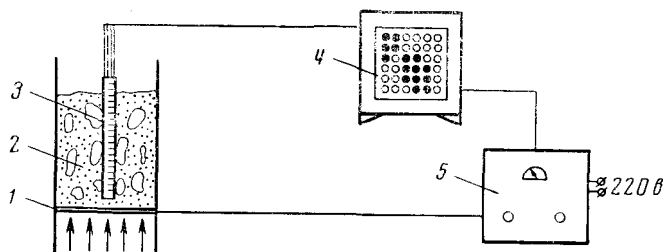


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема установки: 1 — распределительная решетка (электрод); 2 — псевдооживленный слой электропроводных частиц, 3 — вертикальная пластина с электродами, 4 — световое табло, 5 — источник постоянного тока

Частота φ_0 смены пузырей оказалась максимальной па высоте 30 мм от торца пластины; здесь вырывающийся из решетки воздух формируется в пузыри, поднимающиеся вдоль поверхности; в этой зоне максимальна также и доля времени f_0 омывания поверхности оживающим агентом (рис. 2).

По мере подъема пузырей вверх вдоль поверхности пластины они частично отходят от поверхности, а частично сливаются, что приводит к снижению f_0 и уменьшению частоты следования пузырей. Слияние пузырей практически прекращается на высоте 110 мм от торца, в результате частота φ_0 их соприкосновения с поверхностью стабилизируется. В то же время размеры пузырей продолжают увеличиваться в процессе их подъема, поэтому f_0 снова начинает возрастать по мере дальнейшего подъема по пластине. Среднее время соприкосновения поверхности вертикальной пластины с отдельным газовым пузырем при интенсивном псевдооживлении увеличивается от 0,08—0,09 сек. на расстоянии 30 мм от нижнего торца пластины до 0,12—0,14 сек. на расстоянии 180 мм.

Наблюдения гидродинамической картины омывания вертикальной пластины $80 \times 60 \times 20$ мм³ псевдооживленным слоем на световом табло, состоящем из 100 неоновых ламп, расположенных на площади 225×225 мм², соответствующей площади 50×50 мм², занятой электродами на пластине, показали:

1) до подачи оживающего агента частицы мелкозернистого материала плотно соприкасаются с поверхностью;

2) при скорости псевдооживающего агента значительно ниже критической w_k частицы начинают двигаться у поверхности, происходит слабое локальное оживление;

3) с увеличением скорости псевдооживления у поверхности образуются газовые полости, занимающие большую часть поля контактов, но они неустойчивы и периодически сменяются мелкими пузырями, движущимися вверх по пластине;

4) при интенсивном псевдооживлении поверхность пластины периодически омывается как дискретной фазой, так и пакетами частиц. Заметно движение мелкозернистого материала вдоль пластины как сверху вниз из-за оттеснения или отхода пузырей от поверхности, так и в горизонталь-

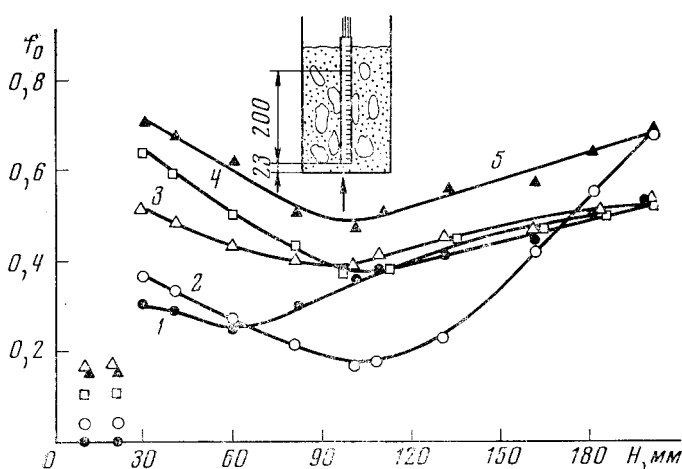
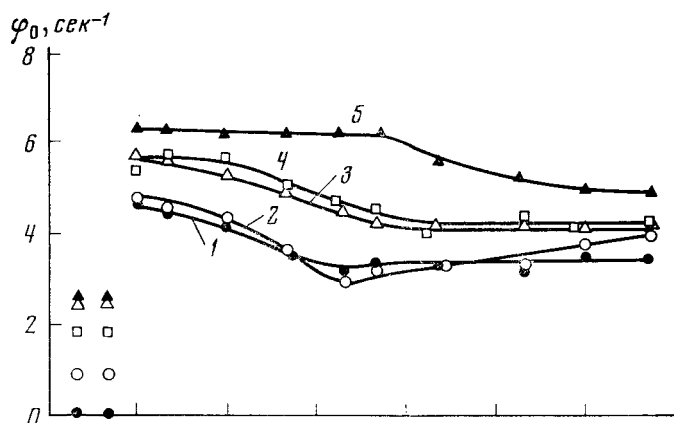


Рис. 2. Распределение частоты смены дискретной фазы φ_0 и доли времени омывания поверхности охлаждающим агентом f_0 по высоте H вертикальной плоской пластины при различных значениях скорости w (м/сек) охлаждающего агента: 1 — 0,3; 2 — 0,44; 3 — 0,54; 4 — 0,67; 5 — 0,71

ной плоскости вследствие значительных боковых пульсаций дискретной фазы и мелкозернистого материала.

Изложенный метод позволяет исследовать гидродинамическую обстановку вблизи тел сложной геометрической формы, помещенных в кипящий слой. Использование его совместно с измерением локальной электропроводности позволяет глубже изучить структуру псевдооживленных газом слоев.

Уральский политехнический институт
им. С. М. Кирова
Свердловск

Поступило
14 IV 1975

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Д. В. Разевиг, Техника высоких напряжений, М.—Л., Госэнергоиздат, 1963, стр. 57.
- ² Д. С. Гурлев, Справочник по ионным приборам, Киев, «Техника», 1970, стр. 108.