

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белоцерковский П. М. Нелинейная задача о соударении плоских струй идеальной несжимаемой жидкости с разрывом течения на границе между струями. Изв. АН СССР, МЖГ, 1970, № 5.
5. Белоцерковский П. М. Соударение трех струй идеальной несжимаемой жидкости, вытекающих из каналов с параллельными стенками. Изв. АН СССР, МЖГ, 1971, № 4.
3. Газов Ф. Д. Краевые задачи. М., Физматгиз, 1963.

УДК 532.529

## О КОЭФФИЦИЕНТЕ ПРОПУСКАНИЯ СЕТЧАТОГО ЭЛЕКТРОДА

А. М. АНДРИШЦИН, Э. Г. СИНАЙСКИЙ

(Москва)

Исследуется поведение проводящих капелек эмульсии, несущих постоянный заряд, в области между электродами, соединенными с источниками постоянного электрического тока. В предположении, что концентрация дисперсной фазы невелика, задача сводится к определению движения изолированной капли вблизи электрода. Рассчитаны траектории движения капли в потоке, обтекающем электрод, с учетом перезарядки капель на электроде и определен коэффициент пропускания электрода в зависимости от параметров задачи. Аналогичная задача для одного цилиндрического электрода без учета перезарядки частиц была рассмотрена в [1, 2].

Рассмотрим эмульсию, состоящую из непроводящей сплошной фазы и проводящей диспергированной фазы, в виде мелких капель (например, водонефтяную эмульсию). Пусть капли одинакового радиуса  $R$ , несущие постоянный заряд  $q$ , движутся с потоком в области между двумя сетчатыми плоскими электродами перпендикулярно к его поверхности. Electroды соединены с источником постоянного электрического тока. Будем предполагать, что концентрация диспергированной фазы мала, так что капли между собой не взаимодействуют и не искажают гидродинамическую картину течения. При прохождении эмульсии через сетчатый электрод, заряд которого противоположен заряду капель, последние могут столкнуться с электродом, перезарядиться и уйти либо вверх, либо вниз по потоку.

Эффективность работы сетчатого электрода характеризуется коэффициентом пропускания  $K$ , который равен отношению концентрации диспергированной фазы эмульсии после прохождения электрода к концентрации перед электродом.

Если расстояние между электродами велико по сравнению с размером ячейки сетчатого электрода, то неоднородность в распределении поля скоростей и электрического поля имеет место лишь вблизи электрода до расстояний порядка размера ячейки. Вдали эти величины можно считать однородными. В силу сделанных предположений задача сводится к определению траектории движения изолированной капли вблизи электрода.

Для определения поля скоростей и электрического поля вблизи сетчатого электрода будем моделировать его двумя взаимно перпендикулярными системами параллельных цилиндров радиуса  $R_1$ , расположенных на расстоянии  $a$  друг от друга и лежащих в одной плоскости ( $a \gg 2R_1$ ).

Тогда электрическое поле можно определять как суперпозицию полей, создаваемых каждым цилиндром, а поле скоростей определить из задачи об обтекании одного бесконечного цилиндра [3] в предположении, что остальные цилиндры не искажают картины течения.

В полярной системе координат  $(r, \varphi, z)$ , связанной с выбранным цилиндром, уравнения безынерционного движения капли в безразмерных переменных имеют вид

$$(1) \quad \begin{aligned} d\xi/d\tau &= u - bf_r, & \xi d\varphi/d\tau &= v - bf_\varphi \\ \xi &= \frac{r}{a}, & \tau &= \frac{U}{a} t, & u &= \frac{U_r}{U}, & v &= \frac{U_\varphi}{U} \\ b &= \frac{2\lambda q}{6\pi\mu R U R_1}, & d &= \frac{R_1}{a}, & f_r &= \frac{a}{\lambda q} F_r, & f_\varphi &= \frac{a}{\lambda q} F_\varphi \end{aligned}$$

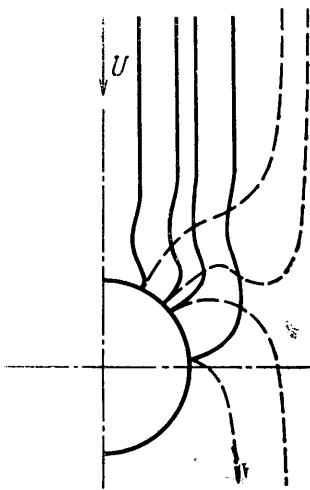
Здесь  $U$  — невозмущенная скорость эмульсии,  $\lambda$  — поверхностная плотность заряда электрода, а  $F_r, F_\phi$  даются выражениями

$$F_r = q(E_x \sin \varphi - E_z \cos \varphi), \quad F_\phi = q(E_x \cos \varphi + E_z \sin \varphi)$$

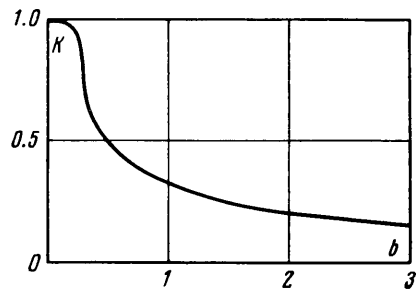
$$E_x = 2\lambda \frac{x}{r^2} + 4\lambda x \sum_{k=1}^n \frac{r^2 - a^2 k^2}{(ak)^4 + 2(ak)^2(x^2 - x^2) + r^4}$$

$$E_z = 2\lambda \frac{z}{r^2} + 4\lambda z \sum_{k=1}^n \frac{r^2 + a^2 k^2}{(ak)^4 + 2(ak)^2(z^2 - x^2) + r^4}$$

где  $n$  — число цилиндров. Выражения для  $u, v$  имеются, например в [3]. При выводе (1) предполагалось, что капли ведут себя как твердые сферические частицы, испытывающие стоксово сопротивление при движении в жидкости. Вообще говоря, вблизи цилиндра сила сопротивления отличается от стоксово. Однако учет, например, расклинивающего сопротивления существен лишь в области малых значений  $b$ . При  $b \approx 0.5$  сопротивлением вязкого слоя между частицей и цилиндром можно пренебречь.



Фиг. 1



Фиг. 2

Уравнения (1) были численно проинтегрированы. Типичная картина траекторий капелек для значений  $d=0.2, R_e=0.5, b=0.65$  представлена на фиг. 1. Сплошными линиями представлены первоначальные траектории, а пунктирными траектории перезарядившихся капель. Видно, что существует критическое значение  $x_* = \xi_* \sin \varphi_*$  такое, что капля, находящаяся в начальный момент в точке  $x < x_*$  в дальнейшем останется в электродном пространстве, а при  $x > x_*$  покинет его.

Зная величину  $x_*$ , можно определить коэффициент пропуска электрода

$$(2) \quad K = (1 - 2x_*)^2$$

На фиг. 2 представлена зависимость  $K$  от  $b$  для значений  $R_e=0.5, d=0.2$ . Основное изменение  $b$  приходится на область  $b \leq 1$ . Увеличение числа Рейнольдса  $R_e$  потока, а также уменьшение  $d$  приводит к увеличению  $K$ .

Был рассмотрен также случай, когда поток направлен под углом  $\Phi$  к поверхности электрода. Коэффициент  $K$  в диапазоне  $0 < \Phi < 45^\circ$  оказался малочувствительным к изменению  $\Phi$ .

Поступила 1 VI 1973

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Нагансон Г. Л. Осаждение аэрозольных частиц на обтекаемом цилиндре под действием электростатического притяжения. Докл. АН СССР, 1957, т. 112, стр. 696.
2. Hochrainer D., Hidy G. M., Zebel G. Creeping motion of charged particles around a cylinder in an electric field. J. Colloid Interface Sci., 1969, vol. 30, No. 4.
3. Ван-Дайк М. Методы возмущений в механике жидкости. М., «Мир», 1967.