

му гидродинамическому потоку при всех V_f/V , а на движущейся стенке может как возрастать, так и уменьшаться в зависимости от величины отношения V_f/V .

На фиг. 3 приведены эпюры скорости жидкости в различные моменты нестационарного процесса, обусловленного резким включением магнитного поля, для случая, когда $V_f/V = 0$ и $M_0 = 0$, $M = 10$. В качестве безразмерного времени переходного процесса принята величина $\theta = tv/b^2$; кривые 1, 2, 3, 4 соответствуют значениям $\theta = 0.0001, 0.005, \infty$ при $M_0 = 0$.

В заключение автор благодарит А. И. Хожанова за помощь, оказанную при проведении данной работы.

Поступила 13 VII 1970

ЛИТЕРАТУРА

1. Х о ж а н о в А. И. Нестационарное магнитогидродинамическое течение Куэтта, обусловленное изменением величины приложенного магнитного поля. Изв. АН СССР, МЖГ, 1970, № 2.
2. К о ш л я к о в Н. С., Г л и н е р Э. Б., С м и р н о в М. М. Дифференциальные уравнения математической физики. М., Физматгиз, 1962.
3. Б у д а к Б. М., Ф о м и н С. В. Кратные интегралы и ряды. М., «Наука», 1967.

КРИТЕРИАЛЬНОЕ ОБОБЩЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Л. И. Колонина, Б. А. Урюков

(Новосибирск)

Получены критерии подобия для дуги, движущейся в поперечном магнитном поле, в случае, когда ее длина достаточно велика и не должна входить в систему определяющих параметров. Приведены результаты обработки экспериментальных данных в полученных критериях.

В настоящее время основное внимание при изучении поведения дуги в магнитном поле уделяется эксперименту, поскольку теоретические исследования в этом направлении еще недостаточно развиты. Известные из литературы данные о таких характеристиках дуги в магнитном поле, как скорости движения и напряженности электрического поля, получены на установках двух типов:

1) на рельсотроне, в котором дуга под действием магнитного поля движется в направлении, нормальном к ее оси, и баланс аэродинамических и магнитных сил достигается при разгоне дуги до равновесной скорости; 2) на установке, где удержание дуги в поперечном потоке газа на фиксированных электродах осуществляется с помощью магнитного поля.

Для обобщения экспериментальных данных о свойствах дуги в рельсотроне в работе [1] предложены критерии подобия, в которых в качестве характерного размера используется величина зазора между электродами. Очевидно, однако, что с ростом зазора между электродами рельсотрона, когда приэлектродные явления все более слабо сказываются на свойствах основной части столба дуги, величина зазора должна все меньше влиять на исследуемые параметры дуги. Единственным характерным для данной задачи размером мог бы являться некоторый размер поперечного сечения столба дуги, но он, в свою очередь, должен быть определяемым параметром. Таким образом, для описания данного явления следует ввести другие критерии подобия, в которых отсутствует характерный размер.

Для стационарного движения в пренебрежении излучением и индуцированным электрическим полем, используя уравнение импульсов, уравнение энергии, уравнение Максвелла и закон Ома, можно получить ряд критериев. Считая определяемыми параметрами E — напряженность электрического поля, V — скорость дуги, D — поперечный размер дуги, находим три комплекса

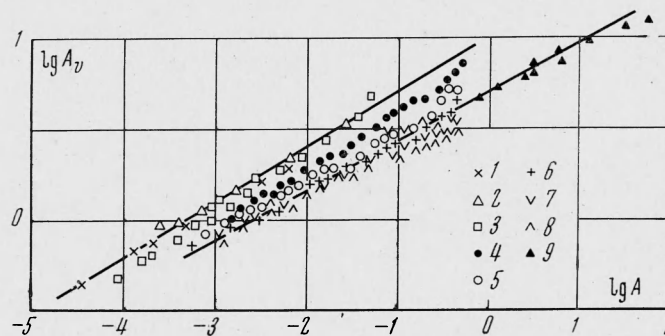
$$A_V = \frac{V \sqrt{\rho \mu_e}}{B}, \quad A_E = \frac{E}{h \sqrt{\rho \mu_e}}, \quad A_D = \frac{BD}{\mu_e I}$$

Они будут функцией четвертого

$$A = \frac{\sigma h \mu_e^2 \sqrt{\rho \mu_e} I}{B^2}$$

Здесь B — магнитная индукция; I — сила тока; ρ , σ , h — характерные значения плотности, электропроводности, энтальпии; μ_e — магнитная проницаемость. При этом предполагается, что влиянием числа Маха и Рейнольдса на свойства дуги в некотором приближении можно пренебречь.

На фиг. 1 представлены результаты обобщения экспериментальных данных о скорости движения воздушной дуги в магнитном поле, полученные на рельсоотроне с медными электродами [2-5], и скорости потока, обдувающего дугу, которая удерживается в потоке магнитным полем [6]. Первые данные разделяются на две группы в зависимости от способа подвода тока к дуге. В экспериментах [2-4] и частично [5] с односторонним под-



Фиг. 1

водом тока к рельсам (точки 1, 2, 3 на фиг. 1) помимо внешнего поля на движение дуги дополнительно оказывает действие магнитное поле от тока, проходящего по электродам. В экспериментах [5, 6] с двухсторонним подводом тока к рельсам (точки 4-9 на фиг. 1) такая дополнительная сила отсутствует. Как видно из фиг. 1, соответствующие две группы точек отчетливо разделяются.

Экспериментальные точки [5] с двухсторонним подводом тока несколько расслаиваются в зависимости от величины зазора между электродами, но при достаточно больших зазорах (больше 2 см) перемешиваются, что подтверждает сказанное о влиянии расстояния между электродами на свойства дуги. Скорости движения дуги, полученные в [5] при двухстороннем подводе для больших зазоров, согласуются с данными [6] и описываются степенной зависимостью

$$A_v = 4.7 A^{0.27} \quad (1)$$

а при одностороннем подводе

$$A_v = 9.6 A^{0.30} \quad (2)$$

В расчете принимались следующие значения характерных величин:

$$\mu_e = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ гн/м}, h = 3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}, \sigma = 100 \text{ мо/м}, \rho = 1.18 \text{ кг/м}^3$$

На фиг. 2 приведены результаты обобщения экспериментальных данных работ [2, 3, 5, 6] о напряженности электрического поля, которая рассчитывалась по формуле

$$E = \frac{u - u_+}{L}$$

Здесь L — расстояние между электродами; $u_+ = 24$ в — сумма приэлектродных падений потенциала в воздушной дуге [2]. Нумерация экспериментальных данных на фиг. 2 та же, что и на фиг. 1.

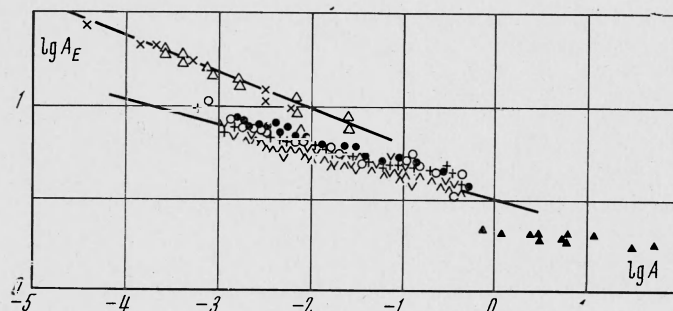
Обобщающие зависимости имеют вид при одностороннем подводе тока

$$A_E = 3.7 A^{-0.20} \quad (3)$$

при двухстороннем подводе для больших зазоров между электродами

$$A_E = 3.25 A^{-0.135} \quad (4)$$

Данные [6] оказались отличны от [5], по-видимому, вследствие малости величины магнитного поля в [6], и, соответственно, малого прироста напряженности по сравнению с напряженностью свободногорящей дуги.



Фиг. 2

Сопоставляя (1) — (4), можно видеть, что зависимость напряженности электрического поля от скорости движения дуги при одностороннем подводе тока имеет вид

$$E \sim V / \sqrt{I}$$

(это совпадает с [2, 3]), а при двухстороннем

$$E \sim (V \sqrt{I})^{1/2}$$

Поступила 29 I 1971

ЛИТЕРАТУРА

1. Даутов Г. Ю., Жуков М. Ф. Некоторые обобщения исследований электрических дуг. ПМТФ, 1965, № 2.
2. Кукеев Г. А. Исследование дуги постоянного тока в магнитном поле, ч. 1, 2. Ж. техн. физ., 1941, т. 11, вып. 3, 10.
3. Залесский А. М. Электрическая дуга отключения. М., Госэнергоиздат, 1963.
4. Adams V. W. The influence of gas streams and magnetic fields on electric discharges, pt 3. Aeronaut. Res. Council Current Papers, 1957, No. 959.
5. Adams V. W. The influence of gas streams and magnetic fields on electric discharges, pt 4. Aeronaut. Res. Council Current Papers, 1968, No. 987.
6. Роумен, Майерс. Экспериментальное исследование электрической дуги, горящей в скрещенных аэродинамическом и магнитном полях. Ракетная техника и космонавтика, 1967, т. 5, № 11.

СРЕДНИЕ ПО СПЕКТРУ КОЭФФИЦИЕНТЫ ПОГЛОЩЕНИЯ ДЛЯ ОПТИЧЕСКИ ТОНКИХ СРЕД

С. П. Детков

(Свердловск)

Рассматривается стационарная теплопередача в полном спектре при локальном термодинамическом равновесии в среде без рассеяния с показателем преломления, равным единице. Исследуются коэффициенты поглощения среды для падающих потоков с двумя различными спектрами: черным и тем, что дает элемент объема.

Интерес к средним по спектру коэффициентам поглощения появился в связи с приближенным описанием теплообмена излучением в реальной среде такими же уравнениями, как при сером излучении. В известном приближении оптически тонкой среды используется средний планковский коэффициент поглощения. Такое приближение можно уточнить и расширить, если учесть зависимости коэффициентов поглощения от пути луча и различия температур тел системы. Предыдущая работа [1] дополнена: 1) дана связь коэффициентов с уравнениями переноса энергии, 2) найдено точное соотношение между коэффициентами, 3) уточнены оценки зависимостей коэффициентов от длины пути луча, 4) уточнены оценки зависимостей коэффициентов от температур источника и объекта облучения.