

РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА ПРИ РАЗЛИЧНОМ ПОЛОЖЕНИИ ЕГО В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОЛОСТИ

Ю. А. ЗАГРОМОВ, А. С. ЛЯЛИКОВ

(Представлена проф. докт. Г. И. Фуксом)

В работе [1] изложена методика и в виде графиков приведены результаты экспериментального исследования свободно-конвективного теплообмена в горизонтальных цилиндрических полостях при различном положении тепловыделяющего элемента.

В результате обработки опытных данных на ЭВМ «Минск-1» получены уравнения, связывающие безразмерную температуру поверхности тепловыделяющего элемента Θ с его эксцентриситетом η :

$$\Theta = 1 + 0,12\eta - 0,24\eta^2 + 0,30\eta^3 \quad \text{при } 0 \leq \eta \leq 0,92; \quad (1)$$

$$\Theta = 1 + 0,0774\eta \quad \text{при } 0 \geq \eta \geq -0,92. \quad (2)$$

Максимальное отклонение уравнений (1) и (2) от опытных данных не превышает $\pm 2,5\%$.

Как отмечалось в той же работе, при максимальных положительном и отрицательном вертикальных эксцентриситетах ($0,92 < \eta < 1,0$ и $-0,92 > \eta > -1,0$) установлены резкие снижения температуры поверхности тепловыделяющего элемента в связи с большими температурными градиентами в пограничном слое. Аналогичное снижение температуры имело место и при горизонтальном эксцентриситете $0,92 < \eta < 1,0$. Поскольку случай наибольшего снижения температуры поверхности тепловыделяющего элемента представляет значительный практический интерес (когда желательна наименьшая температура поверхности), проведена также обработка опытных данных для вертикальных и горизонтальных эксцентриситетов в диапазоне $(0,92) < \eta < (1)$. В основу этой обработки положены следующие соображения.

При эксцентриситете $0,92 < \eta < 1$, как видно из рис. 1 (участок ВД), функция $\Theta = f(\eta)$ может быть выражена уравнением прямой. Точке В с $\eta = 0,92$ на основании уравнения (1) соответствует $\Theta_B = 1,154$. Исходя из линейности участка ВД, можно записать

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{\eta - 0,92}{\Theta_B - \Theta_{DB}},$$

откуда

$$\Theta_{DB} = \Theta_B - \frac{\eta - 0,92}{\operatorname{tg} \alpha_1} = 1,154 - \frac{\eta - 0,92}{\operatorname{tg} \alpha_1}.$$

Аналогичный подход для области $1,0 < \eta < -0,92$ (участок СЕ) приводит к уравнению

$$\Theta_{CE} = \Theta_C + \frac{\eta + 0,92}{\operatorname{tg} \alpha_2} = 0,929 + \frac{\eta + 0,92}{\operatorname{tg} \alpha_2},$$

а для горизонтальных эксцентриситетов $0,92 < \eta < 1,0$ — к уравнению

$$\Theta_{NM} = \Theta_A - \frac{\eta - 0,92}{\operatorname{tg} \alpha_3} = 1 - \frac{\eta - 0,92}{\operatorname{tg} \alpha_3}.$$

В результате обработки опытных данных получены значения

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = 0,666; \operatorname{tg} \alpha_2 = 0,435; \operatorname{tg} \alpha_3 = 0,750.$$

При этом уравнения для расчета Θ в диапазонах эксцентриситетов $(0,92) < \eta < (1,0)$ получают вид при вертикальных эксцентриситетах:

$$\Theta_{DB} = 2,53 - 1,50\eta \quad \text{для} \quad 0,92 < \eta < 1,0, \quad (3)$$

$$\Theta_{CE} = 3,05 + 2,30\eta \quad \text{для} \quad -1,0 < \eta < -0,92, \quad (4)$$

при горизонтальном эксцентриситете:

$$\Theta_{NM} = 2,22 - 1,33\eta \quad \text{для} \quad 0,92 < \eta < 1,0. \quad (5)$$

Максимальное отклонение уравнений (3—5) от использованных для их получения опытных данных не превосходит 7—8%.

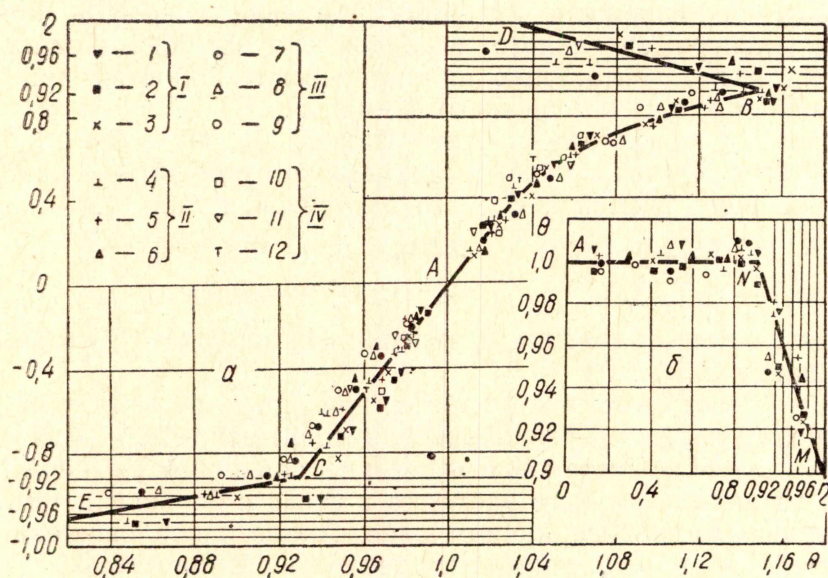


Рис. 1. DBACEF — $\Theta = f(\eta)$ при вертикальном смещении (а); ANM — $\Theta = f(\eta)$ при горизонтальном смещении (б): I — для пары труб с $D=160$ мм, $d=16$ мм при $l=0,165$ а(1), 0,22(2), 0,28(3); II — то же при $D=160$ мм, $d=28$ мм; при $l=0,16$ а(4), 0,23(5), 0,3(6); III — $D=160$ мм, $d=40$ мм, $l=0,19$ а(7), 0,25(8), 0,3(9); IV — $D=80$ мм, $d=40$ мм, $l=0,19$ а(10), 0,25(11), 0,3(12)

Пользуясь приведенными соотношениями (1—5), становится возможным более точно рассчитать температуру поверхности источника тепловыделения при различном положении его в замкнутой цилиндрической полости. В этом расчете необходимо использовать значение температуры поверхности тепловыделяющего элемента при центральном его расположении, методы расчета которой основываются на исследованиях конвективного теплообмена в симметричных прослойках [1], а особенности выполнения таких расчетов применительно к некоторым частным задачам показаны в [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. А. Загромов, А. С. Ляликов. ИФЖ, 10, № 5, 1966.
2. Г. И. Фукс, А. С. Ляликов. Изв. ТПИ. 137, 1965.