

**К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗ ОПЫТА
РАСЧЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТА
ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТИ a_k^p И $\left(\frac{r}{R}\right)_p$
КАБЕЛЬНОГО ИЗДЕЛИЯ С РЕЗИНОВОЙ ОБОЛОЧКОЙ**

А. А. ТАТАРНИКОВ

(Представлена научным семинаром кафедры АТППП)

Время вулканизации резиновой оболочки кабельного изделия определяется процессом ее прогрева. Одним из приближенных аналитических методов расчета нестандартного процесса прогрева оболочки кабельного изделия, которое является сложным составным телом, может быть метод замены его эквивалентным бесконечным цилиндром с расчетными значениями коэффициента температуропроводности a_k^p и положения точки $\left(\frac{r}{R}\right)_p$, для которой определяется температура [1, 2].

Расчетное значение коэффициента температуропроводности и $\left(\frac{r}{R}\right)_p$ достаточно просто могут быть определены методом регулярного режима для различных типов кабельных изделий. Однако, если для определения a_k^p место заделки термопары в образец кабеля не имеет значения, то для определения $\left(\frac{r}{R}\right)_p$ необходимо заделывать термопару в точку, для которой определяется значение $\left(\frac{r}{R}\right)_p$. Заделка термопары в заданную точку резиновой оболочки кабеля представляет большие трудности. Действительное положение горячего спая термопары $\left(\frac{r}{R}\right)_d$ в оболочке кабеля можно определить только после опыта путем разрушения оболочки и с большой погрешностью. Следовательно, трудно установить с достаточной точностью зависимость

$$\left(\frac{r}{R}\right)_p = f \left[\left(\frac{r}{R}\right)_d \right], \quad (1)$$

которая необходима для расчета температуры в различных точках линии АВ резиновой оболочки кабеля (рис. 1).

Поэтому представляет практический интерес решение следующей задачи. Найти зависимость (1) для различных точек линии АВ (рис. 1) оболочки кабеля, используя данные, полученные из кривой охлаждения или нагрева медной жилы кабеля. Такой метод определения зависимо-

сти (1) намного облегчает проведение опытов по определению a_{κ}^p $\left(\frac{r}{R}\right)_p$, так как положение терморпары определено однозначно.

Пусть имеются две кривые нагрева кабеля с определенным значением a_{κ}^p , а кривая II для $\left(\frac{r}{R}\right)_d$. Причем кривая I получена для $\left(\frac{r}{R}\right)_p$, а кривая II — для $\left(\frac{r}{R}\right)_d$. Для регулярного режима при условии $\vartheta_2 = \vartheta_1$ (рис. 2) можно написать

$$1 - \frac{2J_0 \left[\mu_1 \left(\frac{r}{R}\right)_0 \right]}{\mu_1 J_1(\mu_1)} \exp(-\mu_1^2 Fo_2) = 1 - \frac{2J_0 \left[\mu_1 \left(\frac{r}{R}\right)_p \right]}{\mu_1 J_1(\mu_1)} \exp(\mu_1^2 Fo_1)$$

или

$$J_0 \left[\mu_1 \left(\frac{r}{R}\right)_p \right] = J_0 \left[\mu_1 \left(\frac{r}{R}\right)_d \right] \exp(\mu_1^2 \Delta Fo), \quad (2)$$

где $\Delta Fo = Fo_1 - Fo_2$.

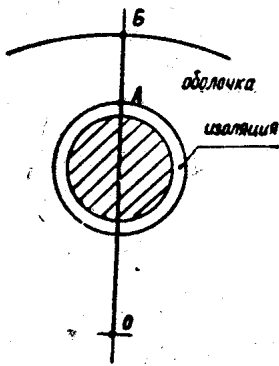


Рис. 1

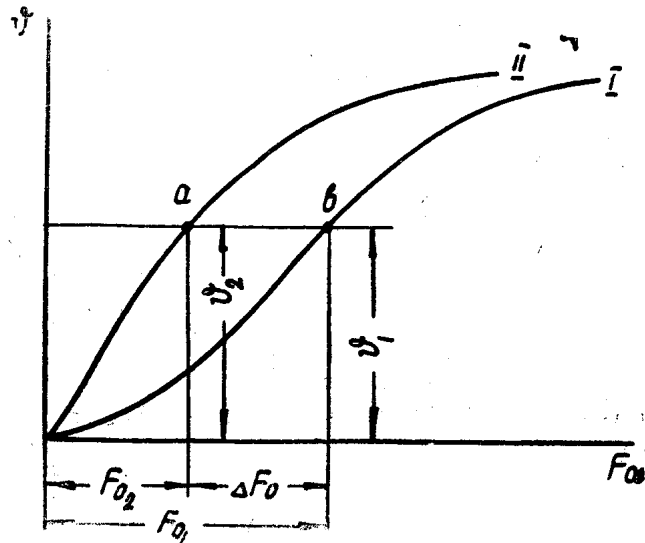


Рис. 2

Зависимость $J_0 \left(\mu_1 \frac{r}{R} \right)$ при $0,5 \leq \mu_1 \frac{r}{R} \leq 2,4$ может быть представлена в виде

$$J_0 \left(\mu_1 \frac{r}{R} \right) = 1,35 \left(1 - \frac{r}{R} \right). \quad (3)$$

Подставляя (3) в (2), получим, что

$$\left(\frac{r}{R}\right)_p = 1 - \left[1 - \left(\frac{r}{R}\right)_d \right] \exp(\mu_1^2 \Delta Fo). \quad (4)$$

Уравнение (4) дает искомую связь между $\left(\frac{r}{R}\right)_p$ и $\left(\frac{r}{R}\right)_d$, в которой остается неизвестным значение ΔFo .

Для определения ΔFo рассмотрим прогрев кабеля в двух его различных точках: в жиле и какой-либо точке на линии АБ рис. 3. Аналогично, как и в первом случае, будем иметь кривые прогрева для этих точек при $\left(\frac{r}{R}\right)_p$ и $\left(\frac{r}{R}\right)_d$. При регулярном режиме для этих кривых можно получить следующее равенство:

$$\vartheta_2' - \vartheta_1' = \frac{2J_0 \left[\mu_1 \left(\frac{r}{R} \right)_d \right]}{\mu_1 J_1(\mu_1)} e^{-\mu_1^2 Fo_2'} (e^{\mu_1^2 \Delta Fo_{ж}} - 1), \quad (5)$$

где $\Delta Fo_{ж} = Fo_1' - Fo_2'$.

Аналогично, для

$$\vartheta_2'' - \vartheta_1'' = \frac{2J_0 \left[\mu_1 \left(\frac{r}{R} \right)_d \right]}{\mu_1 J_1(\mu_1)} e^{-\mu_1^2 Fo_2''} (e^{\mu_1^2 \Delta Fo} - 1). \quad (6)$$

При условии, что

$$\vartheta_2'' - \vartheta_1'' = \vartheta_2' - \vartheta_1'$$

из (5) и (6) после преобразований получим, что $\Delta Fo = \Delta Fo_{ж}$.

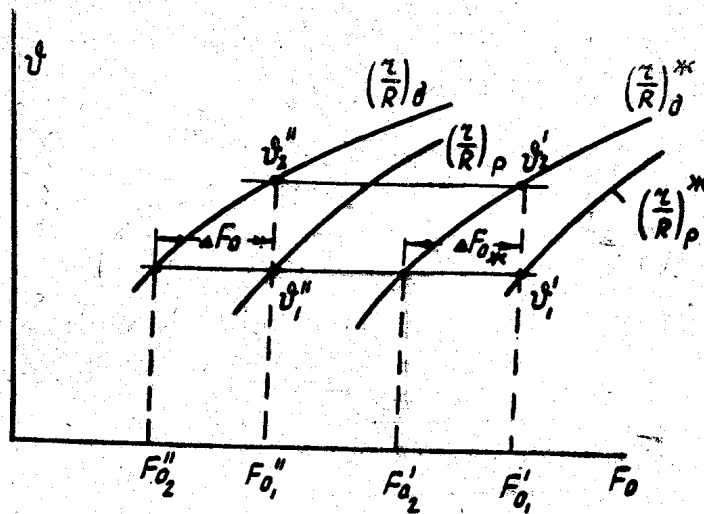


Рис. 3

Тогда уравнение (4) примет вид

$$\left(\frac{r}{R} \right)_p = 1 - \left[1 - \left(\frac{r}{R} \right)_d \right] \exp(\mu_1^2 \Delta Fo_{ж}). \quad (7)$$

Для использования в расчетах уравнения (7) необходимо из опыта определить $\Delta Fo_{ж}$. Для вычисления $\Delta Fo_{ж}$ из опыта воспользуемся кривой прогрева медной жилы кабеля (кривая I рис. 4). Из кривой I рис. 4 при регулярном режиме значение a_k^p определяется из уравнения [3]

$$a_k^p = \frac{2,3 [\lg(1 - \vartheta_1) - \lg(1 - \vartheta_2)] \cdot 60}{\frac{\mu_1^2}{R^2} (\tau_2 - \tau_1)}, \quad (8)$$

где τ — в минутах.

Из (8) определяем значение Fo_2

$$Fo_2 = \frac{a_k^p}{R^2} \cdot \frac{\tau_2}{60} = \frac{2,3 \lg \frac{1 - \vartheta_1}{1 - \vartheta_2}}{\mu_1^2 \left(1 - \frac{\tau_1}{\tau_2} \right)}. \quad (9)$$

Значение Fo_1 определим из выражения

$$1 - \vartheta_2 = \frac{2J_0 \left[\mu_1 \left(\frac{r}{R} \right)_d^{*k} \right]}{\mu_1 J_1(\mu_1)} \exp(-\mu_1^2 Fo_1).$$

Откуда

$$Fo_1 = -\frac{2,3}{\mu_1^2} \lg \frac{(1 - \vartheta_2) \mu_1 J_1(\mu_1)}{2J_0 \left[\mu_1 \left(\frac{r}{R} \right)_d^{*k} \right]}. \quad (10)$$

Тогда, учитывая численные значения функций и выражения (9) и (10), получим

$$\Delta Fo_{ж} = Fo_2 - Fo_1 = 0,4 \left[\lg \frac{1 - \vartheta_1}{1 - \vartheta_2} + \lg \frac{1 - \vartheta_2}{1 - \left(\frac{r}{R} \right)_d^{*k}} - 0,3354 \right]. \quad (11)$$

В (11) входят только данные, которые берутся из кривой нагрева медной жилы кабеля при регулярном режиме. Таким образом, поставленная выше задача решена.

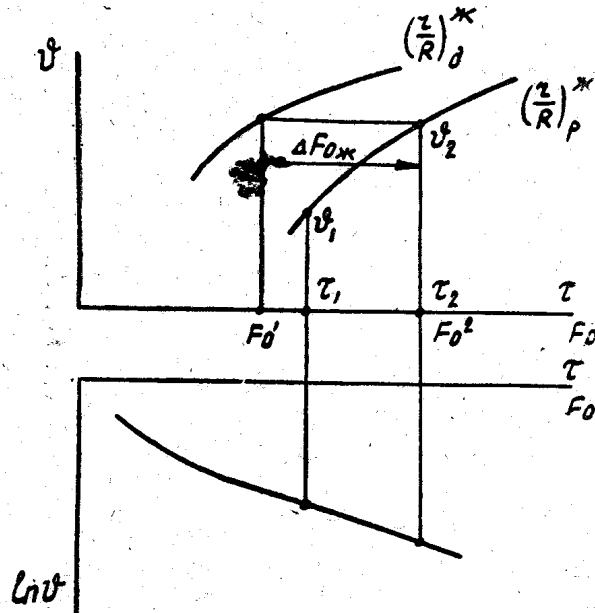


Рис. 4

Выводы

1. Предлагаемый метод упрощает проведение опытов по определению теплофизических характеристик кабеля как сложного тела.

2. Величина $\Delta Fo_{ж}$ в уравнении (7) определяет влияние медных жил на процесс прогрева оболочки кабеля.

3. Уравнение (7) определяет связь между действительными значениями $\left(\frac{r}{R} \right)_d$ и расчетными значениями $\left(\frac{r}{R} \right)_p$ в различных точках оболочки кабеля по линии АБ (рис. 1.)

4. Функция $\left(\frac{r}{R} \right)_p = f \left[\left(\frac{r}{R} \right)_d \right]$ в пределах $0,5 \leq \left(\frac{r}{R} \right)_d \leq 1$ представляет прямую линию, наклон которой зависит от величины $\Delta Fo_{ж}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. Лыков. Теория теплопроводности. М., ГИТТЛ, стр. 207, 1952.
2. А. И. Вейник. Приближенный расчет процессов теплопроводности. ГЭИ, стр. 160, 1959.
3. Г. М. Кондратьев. Регулярный тепловой режим. ГИТТЛ, стр. 29, 1954.