

ՋԵՐՄԱՅԻՆ ԴԱՇՏԻ ՀԱՇՎԱՐԿԸ ՄԵԱԽՈՏԻ ՏԵՐԵՎՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրված է ջերմաստիճանի բարձրացումը ձխախոտի տերևի ներսում, երբ այն գտնվում է բարձր հաճախության էլեկտրական դաշտում: Ցույց է արված, որ ջերմաստիճանի բարձրացումը կախված է տերևի երկրաչափական ձևից, շափերից, ինչպես նաև նրա խոնավությունից և էլեկտրաֆիզիկական հատկություններից:

Հաշվարկային տվյալները համեմատված են փորձնական եղանակով ջերմաստիճանի չափման արդյունքների հետ՝ սկզբնական խոնավության տարբեր արժեքների դեպքում:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Авакян Д. П. Исследование процесса сушки табачных листьев в электрическом поле высокой частоты:— Автореф. дис... канд. техн. наук.— Волгоград, 1975.— 23 с.
2. Арфкен Г. Математические методы в физике — М.: Атомиздат, 1970.— 712 с.

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XL, № 4, 1987

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

С. Д. ХОЛОДЦЫП, Э. А. ХАН, А. С. АБЕЛЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ПЛЕНКООБРАЗОВАНИЯ ЭМАЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ
ДЛЯ ИЗОЛИРОВАНИЯ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ ПРОВОДОВ

Для сверхпроводящих проводов, изготавливаемых в настоящее время, в связи с возможным снижением критического тока, максимальная температура термообработки составляет 300°С [1]. Поэтому целесообразно использовать эмаль на основе полиамидимидных лаков (провод ПЭТ-200). Такие провода можно длительно эксплуатировать при температуре 200°С, а при кратковременных перегревах и при более высоких температурах. Эта эмаль обладает также высокой механической прочностью.

Для расчета технологических режимов было проведено исследование кинетики процесса пленкообразования указанных эмалей. В процессе пленкообразования происходит реакция поликонденсации, в результате которой полимер переходит в расплавленное и нерастворимое состояние. Общее число активных групп, вступающих в реакцию, обозначим N_0 . В заданный момент времени остается N групп, еще не вступивших в реакцию, а число групп, уже вступивших в реакцию, равно

$(N_0 - N)$. Если измерять потерю массы ΔG в этом процессе, то ΔG пропорциональна $(N_0 - N)$. Определим понятие «степень сшивания» как

$$\alpha = \Delta G / \Delta G_0 = (N_0 - N) / N_0. \quad (1)$$

Тогда дифференциальное уравнение для химической реакции пленкообразования может быть записано в виде

$$d\alpha/dt = -N_0^{(n-1)} K (1-\alpha)^n, \quad (2)$$

$$K = K_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right), \quad (3)$$

где K — константа скорости реакции пленкообразования, c^{-1} ; n — порядок химической реакции; E — энергия активации реакции, Дж/моль; K_0 — предэкспоненциальный множитель, c^{-1} ; $R = 8,31$ Дж/моль · К — газовая постоянная; T — термодинамическая температура, К.

После интегрирования уравнения (2) при $t = 0$, $\alpha = 0$ получим:

$$\frac{1}{(n-1)} \left[\frac{1}{(1-\alpha)^{n-1}} - 1 \right] = N_0^{n-1} \int_0^t K dt, \quad (4)$$

а при $n = 1$ (реакция первого порядка) вместо уравнения (4) —

$$\alpha = 1 - \exp\left(-\int_0^t K dt\right). \quad (5)$$

При постоянной температуре обработки величина K постоянна и из уравнений (4) и (5) следует:

$$\left| \frac{1}{(1-\alpha)^{n-1}} - 1 \right| = K_{oc} t, \quad (6)$$

где

$$K_{oc} = N_0^{n-1} K_0^{(n-1)}; \quad (1-\alpha) = \exp(-Kt). \quad (7)$$

При термообработке в результате химической реакции удаляются побочные продукты реакции и происходит потеря массы эмали ΔG , которая пропорциональна $(N_0 - N)$. Полная потеря массы пропорциональна K_0 . Тогда относительная потеря массы равна

$$\overline{\Delta G} = \Delta G / \Delta G_0 = \alpha. \quad (8)$$

При реакции поликонденсации образуется пространственная структура в полимере и увеличивается модуль упругости эмали в нагретом состоянии, что уменьшает термодетормацию эмали в обмотках, что важно для их эксплуатации.

При небольшой длительности термообработки (до 200° С) опыты проводились с помощью нагретого металлического цилиндра. Лак на-

носился на алюминиевую фольгу ($\Delta = 0,01$ мм) и при температуре 150°C в течение 30 мин удалялся растворитель (толщина сухой основы $0,03\text{--}0,05$ мм). Затем фольга с эмалью прижималась к нагретому массивному металлическому цилиндру. Температура цилиндра и время обработки фиксировались. Определялась начальная масса эмали без растворителя и масса после термообработки. Затем этот же образец снова прижимался к цилиндру и снова взвешивался. Результаты опытов приведены на рис. 1а. На рис. 1б показана зависимость вида (6) при $n = 2$: прямолинейный характер зависимостей свидетельствует о потере массы по законам реакции второго порядка. При этом $K_{oc} = 0,3574 \cdot 10^{10} \text{ c}^{-1}$; $E = 10,84 \cdot 10^4 \text{ Дж/моль}$.

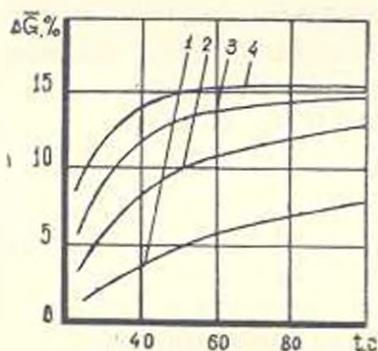


Рис. 1а. Потери массы при пленкообразовании от времени при постоянных температурах для полиамидидного лака: 1— 205°C ; 2— 235°C ; 3— 255°C ; 4— $277,8^\circ\text{C}$.

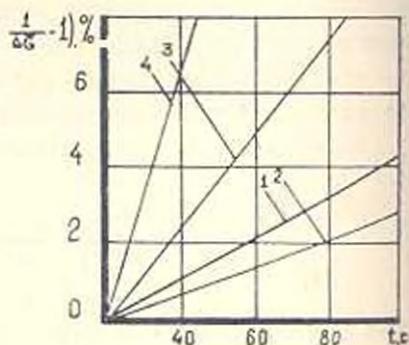


Рис. 1б. Зависимость вида (1/ΔG - 1) от времени при постоянных температурах для полиамидидного лака: 1— 205°C ; 2— 236°C ; 3— 256°C ; 4— $277,5^\circ\text{C}$.

Изотермические кривые потери массы были получены также методом термогравиметрического анализа при температурах 207°C , 220°C , 240°C и 260°C . Обработка этих кривых также указывает на реакцию второго порядка: $E = 9,09 \cdot 10^4 \text{ Дж/моль}$; $K_{oc} = 0,29 \cdot 10^{10} \text{ c}^{-1}$.

Для исследования термодформации образцы готовились аналогично условиям рис. 1. Для измерения термодформации от фольги обрезался образец размером $3 \times 10 \text{ мм}^2$. Деформация происходила по длине проволоки 2 мм при усилии сжатия 15 Н. Вся область испытаний помещалась в печь и производилось нагревание со скоростью 20°C/мин . Величина термодформации Δv составляла до 0,002 мм, а толщина эмали $\Delta_0 \approx 0,022$ мм.

Результаты опытов при температуре обработки 220°C приведены на рис. 2. Температура начала размягчения эмалей, при которой начинает появляться термодформация, примерно на 10°C ниже температурного индекса эмалированных проводов [3], поэтому для обработки результатов термодформации эмали проводов марки ПЭТ-200 выбрана температура 190°C . При всех температурах обработки (220°C , 240°C , 260°C , 290°C) кривые зависимости относительной термодформации от времени обработки близки по форме к экспонентам (рис. 3),

а при $t=0$ эти кривые сходятся в области $\bar{\epsilon}_s \approx 0,1$, следовательно, величина $\bar{\epsilon} = \bar{\epsilon}/\bar{\epsilon}_s$ приблизительно равна отношению числа непрореагировавших групп N/N_0 или величине $\bar{\epsilon} \approx 1 - \alpha$.

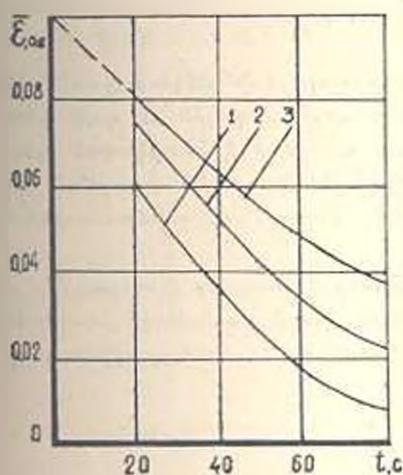


Рис. 2. Зависимость относительной термодформации от температуры при постоянных временах и температуре обработки (220°C): 1—20 с; 2—40 с; 3—80 с.

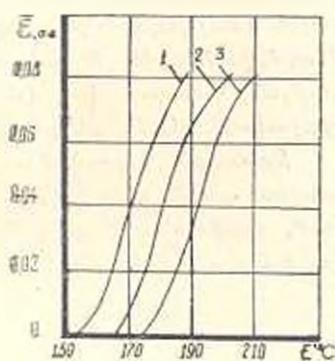


Рис. 3. Зависимость относительной термодформации от времени при постоянных температурах: 1— 180°C ; 2— 185°C ; 3— 190°C .

Используя уравнения (3), по данным для температур 220°C и 260°C получаем значения K_0 и E для термодформации: $n = 1$; $K_0 = 1,47 \cdot 10^5 \text{ с}^{-1}$; $E = 6,68 \cdot 10^4 \text{ Дж/моль}$.

При сопоставлении зависимостей константы скорости реакции пленкообразования от температуры для потери массы и термодформации можно сделать вывод о том, что константы $((n-1) K_0 N_0^{n-1})$ равны при температуре, примерно, 220°C . При повышении температуры значение $((n-1) K_0 N_0^{n-1})$ по потере массы возрастает быстрее.

Расчеты по химическим формулам показывают, что при поликонденсации максимальная потеря массы составляет около 4—5% от сухой эмали. Исследования потери массы показали, что на практике эта величина достигает 16%, а реакция по потере массы имеет порядок, равный 2, с энергией активации $E = 10,68 \cdot 10^4 \text{ Дж/моль}$.

Для нагревания движущейся проволоки до температуры $T_{m, \text{пр}}$ температура в печи должна быть выше этой величины, следовательно при температуре в печи 300°C практически нельзя нагреть проволоку до температуры выше 280°C . Следует ожидать, что скорость эмалирования СП проводов будет ниже, чем у обычных проводов, в связи с чем увеличивается стоимость и снижается производительность труда. Но это окупается повышением качества СП проводов и снижением отходов на брак.

ԳԵՐՀԱՂՈՐԴԻՉ ՀԱՂՈՐԳԱԼԱՐԵՐԻ ՄԵԿՈՒՍԱՑՄԱՆ ՀԱՄԱՐ ԿԻՐԱՌՎՈՂ ԷՄԱԼԻ ԹԱՂԱՆԹԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ԿԻՆԵՏԻԿԱԿԱՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Ա մ փ ո փ ո մ

Ուսումնասիրվել է գերհաղորդիչ հաղորդալարերի մեկուսացման տեխնոլոգիական ուժիմաների հաշվարկի համար պոլիամիդային ու պոլիուրեթանային էմալ-լարերի թաղանթառաջացման պրոցեսի կինետիկական պարամետրերը: Որոշվել են ակտիվացման էներգիան, թաղանթառաջացման արագության հաստատունը, էմալի դանգվածի կորուստի ու ջերմաձևափոխման րիմիական ուսկցիաների կարգը:

Չանգվածի կորուստի ուսումնասիրությունը կատարվել է տարացված մետաղյա պլանի օդնությունը՝ ջերմամշակման կարճ ժամանակի պայմաններում, իդոթերմային ու դինամիկական ուժիմաներում ջերմազրավմետրական վերլուծական Լզանակի օդնությունը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Зинкевич В. Б., Сычев В. В. Магнитные системы из сверхпроводников — М.: Наука, 1972. — 330 с.
2. Эмдландт В. Термические методы анализа: Пер. с англ. / Ред. В. А. Степанова и В. А. Берштейн — М.: Мир, 1978. — 517 с.
3. Холодный С. Л. Электрические и физико-механические свойства эмалированных проводов. — Электротехническая промышленность. Сер. Кабельная техника, 1980, вып. 1 (179), с. 9—10.

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XI, № 4, 1987

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

В. Г. КОБЗЕВ, О. В. ДУБРОВСКИЙ, А. Г. КОБЗЕВ, Л. А. МАНУКЯН

О РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ВЫБОРА МНОЖЕСТВА ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ РЕЖИМОВ МЕТОДАМИ ТЕОРИИ ГРАФОВ

В связи с постоянным обновлением электротехнических и радиоэлектронных устройств и ужесточением предъявляемых к ним требований особое место среди задач, возлагаемых на системы автоматизации проектирования и испытаний, занимает задача обеспечения высокого качества и надежности разрабатываемых устройств. Высокие эксплуатационные показатели изделий обеспечиваются прежде всего полнотой их контроля и испытаний на всех стадиях производства.

Для автоматизации процессов организации и проведения испытаний необходима соответствующая формализация возникающих задач [1]. Большое разнообразие и высокая сложность современных методов