Ս. Դ. ԽՈԼՈԴՆԻ, Է. Ա. ԽԱՆ, Ա. Ս. ԱՐՍՅԱՆ

ԳԵՐՀԱՂՈՐԴԻՉ ՀԱՂՈՐԴԱԼԱՐԵՐԻ ՄԵԿՈՒՍԱՑՄԱՆ ՀԱՄԱՐ ԿԻՐԱՌՎՈՂ ԷՄԱԼԻ ԹԱՂԱՆԹԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ԿԻՆԵՏԻԿԱԿԱՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Ամփոփում

Ուսումնասիրվել է գերհաղորդիչ հաղորդալարերի մեկուսացման տեխնոլոգիական ռեժիմների հաշվարկի համար պոլիամիդային ու պոլիուրեթանային էմալ-լաքերի թաղանթառաջացման պրոցեսի կինետիկական պարամետրերը։ Որոշվել են ակտիվացման էներգիան, թաղանթառաջացման արագության հաստատունը, էմալի զանգվածի կորստի ու ջերմաձևափոխման քիմիական ռեակցիաների կարգը։

Զանգվածի կորուստի ուսումնասիրությունը կատարվել է տաքացված մետաղյա գլանի օգնությամբ՝ ջերմամշակման կարճ ժամանակի պայմաններում, իզոթերմային ու դինամիկական ռեժիմներում ջերմագրավիմետրական վերլուծական եղանակի օգնությամբ։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зинкевич В. Б., Сычев В. В.* Магнитные системы из сверхпроводников.— М.: Наука, 1972.— 330 с.
2. *Уэндландт У.* Термические методы анализа: Пер. с англ. / Ред. В. А. Степанова и В. А. Берштейн.— М.: Мир, 1978.— 517 с.
3. *Холодный С. Д.* 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. XL, № 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 испытаний требуют решения задачи формирования рациональной совокупности испытательных режимов с учетом специфики каждого из них.

Пусть $V_g = \{v_{gi} | i = \overline{1, n}\}$ — множество возможных неисправностей изделий, $V_т = \{v_{тj} | j = \overline{1, m}\}$ — можество существующих испытательных режимов (тестов). Каждый тест $v_{тj}$ позволяет обнаружить определенное количество неисправностей (дефектов) испытываемых изделий — подмножество v_{gj}, такое, что

$$\bigcup_{j=1}^{m} V_{gj} = V_g \text{ и } |V_{gj}| > 0,\ j = \overline{1, m}.$$

Множество тестов $V_т$ гарантирует обнаружение всех изделий с дефектами любого из V_g видов. Так как одни и те же неисправности могут быть обнаружены различными тестами, проводить все режимы испытаний нет необходимости, поэтому интерес вызывает задача поиска подмножества режимов $V_т^* \leqslant V_т$, обеспечивающего выявление всего множества видов неисправностей и выполнение некоторых дополнительных условий.

Для испытательных режимов, приводящих к некоторому ухудшению показателей работоспособности изделий, определяющим является ограничение на число повторных попыток обнаружить один и тот же дефект. Это объясняется тем, что повторные и даже различные воздействия, приводящие к обнаружению одинаковой неисправности, могут существенно снизить работоспособность исправных изделий, что нежелательно.

Наиболее естественной моделью описанной выше связи между тестами и неисправностями является двудольный орграф $G=(V_т U V_g, E)$, где $V_т$ и V_g — множества тестов и неисправностей. При этом граф G обладает свойством

$$\langle a, b \rangle \in E \Rightarrow a \in V_т \,\&\, b \in V_g,$$

т. е. элементы из $V_т$ (как и из V_g) попарно не смежны. Кроме того,

$$\max(|V_т|, |V_g|) \leqslant |E| \leqslant |V_т| \cdot |V_g|. \qquad (1)$$

Задача отыскания некоторой системы тестов и графовой интерпретации выглядит как задача выделения некоторого подмножества $V_т^* \leqslant V_т$. Стремление получить по возможности более дешевую систему тестов формально означает предъявление некоторого требования к решению $V_т^*$, например:

$$\sum_{v_т \in V_т^*} f(v_т) \to \min_{V_т^* \in V_т}, \qquad (2)$$

где $f: V_т \to R$ — функция веса, определенная на множестве тестов (R — множество вещественных чисел). В таком виде моделью исход-

2—382

ной задачи является задача отыскания минимального порождающего множества $V_{\text{Т}}$ орграфа $G = (V_{\text{Т}} \cup V_g,\ E)$, удовлетворяющего условию типа (2).

От функции веса f, заданной на множестве тестов $V_{\text{Т}}$, нетрудно перейти к некоторой функции веса $g: E \to R$, заданной на множестве дуг орграфа G, так, что функция g будет допускать обратный переход к f. Таким образом, условие (2) примет вид

$$\sum_{v_{\text{Т}} \in V^*_{\text{Т}}} \sum_{v_g \in F(v_{\text{Т}})} g(<v_{\text{Т}},\ v_g>) \to \min_{V^*_{\text{Т}} \subset V_{\text{Т}}}, \tag{3}$$

где $F(v_{\text{Т}}) \subset V_g$ — множество вершин, достижимых из $v_{\text{Т}}$.

Утверждение. Сформулированная выше задача отыскания минимального порождающего множества $V^*_{\text{Т}}$ двудольного орграфа G, удовлетворяющего условию типа (2) или (3), является NP — трудной.

Доказательство. Пусть $G_1 = (V_1,\ E_1)$ — неориентированный граф. Тогда построим ориентированный двудольный граф $G_2 = (V_2,\ E_2)$ такой, что $V_2 = V'_2 \cup V''_2$, $V'_2 \cap V''_2 = \varnothing$ и существуют биективные отображения $\varphi_1: V_1 \to V'_2$ и $\varphi_2: E_1 \to V''_2$. Кроме того,

$$E_2 = \{<v_1,\ v_2> \mid \exists (a \in V_1) \exists (e \in E_1)\, e = (a,\ b)\ \&\ \varphi_1(a) = v_1\ \&\ \varphi_2(e) = v_2\}.$$

Для полученного орграфа G_2 известная задача о вершинном покрытии [2] будет заключаться в определении, имеется ли в G_2 порождающее множество $V^*_2 \leqslant V_2$ мощности c. Очевидно, что данная задача является частным случаем рассматриваемой задачи о тестах и неисправностях. Поскольку задача о вершинном покрытии NP — полная, то NP — полной является и та, к которой она сводится.

Доказанное выше утверждение означает, что поиск оптимального алгоритма равносилен поиску доказательства эквивалентности классов P и NP, что проблематично [3]. Поэтому стремление получить эффективный алгоритм приводит к уточнению структурных свойств исходной прикладной задачи и разработке эвристик, удовлетворительно работающих на графах с заданными структурными свойствами относительно критерия «качество решения — стоимость». С этой целью привлечем понятие плотности графа, введенное в [1]. В данном случае плотность графа запишем в виде:

$$\omega = |E| / (|V_{\text{Т}}| \cdot |V_g|). \tag{4}$$

Разобьем класс Γ двудольных орграфов вида $G = (V_{\text{Т}} \cup V_g,\ E)$ на подклассы $\Gamma(\omega)$ по значению плотности ω. Отметим, что согласно (1) и (4):

$$\min\left(\frac{1}{|V_{\text{Т}}|};\ \frac{1}{|V_g|}\right) \leqslant \omega \leqslant 1.$$

Для решения поставленной задачи предлагается класс алгоритмов, объединенных общей схемой, приводимой ниже.

1. Для всех элементов $v_T \in V_T$ вычислить значение $k(v_T)$ критерия выбора.

2. Включить во множество V_T^* элемент v_T^*, имеющий экстремальное значение критерия выбора.

3. Исключить из G элемент v_T^*, все смежные с ним вершины и входящие в них дуги.

4. Удалить все элементы из V_T, имеющие нулевую степень исхода.

5. Если модифицированный выше граф G не пуст, вернуться на п. 1, в противном случае завершить работу.

Исследования показывают, что для реальных задач плотность обрабатываемых графов значительно меньше единицы. Кроме того, при малых плотностях графов оказывается, что отклонение плотности подграфов исходного графа от среднего значения плотности не выводит их (подграфы) из заданного подкласса $\Gamma(\omega)$.

Отметим также, что ряд критериев выбора, таких как

$$k_1(v_T) = \sum_{v_g \in F(v_T)} \gamma(v_g), \tag{5}$$

где $\gamma(v_g)$ — степень захода в $v_g \in V_g$ и

$$k_2(v_T) = \sum_{v_g \in F(v_T)} \gamma(v_g) - \theta(v_T),$$

где $\theta(v_T)$ — степень исхода из $v_T \in V_T$, хорошо работают при малых значениях ω (порядка 0,05) и значительно ухудшают свое поведение при приближении к 0,1—0,3. Это позволяет вычислить размеры окрестности получаемых решений при заданном значении ω и некотором виде критерия выбора $k(v_T$. Сложность алгоритмов, реализуемых в рамках описанной схемы, при малых значениях ω практически линейно зависит от величины $|E|$.

Группа алгоритмов описанного выше типа реализована в системе автоматизации процессов обработки данных СИНТА [1]. Проведенные авторами эксперименты подтверждают приведенные ранее соображения относительно качества и трудоемкости предложенных алгоритмов, а также возможность их использования для формирования множества режимов испытаний рассматриваемых изделий.

НИИЭлектромаш

10. IV. 1985

Վ. Գ. ԿՈԲԶԵՎ, Օ. Վ. ԳՈՒԲՐՈՎՍԿԻ, Ա. Գ. ԿՈԲԶԵՎ, Լ. Ա. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ

ԳՐԱՖՆԵՐԻ ՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐՈՎ ՓՈՐՁԱՐԿՄԱՆ ՌԵԺԻՄՆԵՐԻ ԲԱԶՄՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԸՆՏՐՈՒԹՅԱՆ ԽՆԴՐԻ ԼՈՒԾՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Էլեկտրատեխնիկական և ռադիոէլեկտրոնային արդյունաբերության սարքերի արտադրական փորձարկումների պրակտիկայում հաճախ առաջանում է փորձարկման ռեժիմների տեսակների որոշակի համախմբի ընտրության անհրաժեշտություն։ Որոշակի մակարդակի ապահովման և հուսալիության գնահատման համար գրաֆների տեսության հիման վրա դիտարկված է սարքերի փորձարկման ռեժիմների նպատակահարմար համախմբի ձևավորման խնդիրը։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кобзев В. Г., Лукьянов Ю. П., Павленко Л. А.* Модели и алгоритмы исследования и построения эффективной процедуры испытаний электронной техники.— В кн.: Материалы Всесоюзной школы «Проектирование автоматизированных систем контроля и управления сложными объектами».— Харьков, 1984, с. 10.
2. *Рейнгольд Э., Нивергельдт Ю., Део Н.* Комбинаторные алгоритмы. Теория и практика.— М.: Мир, 1980.— 476 с.
3. *Гэри М., Джонсон Д.* Вычислительные машины и труднорешаемые задачи.— М.: Мир, 1982— 416 с.
4. *Чеников В. Ф., Дубровский О. В.* Разработка теоретико-графовых задач средствами языка СИНТА.— В кн.: Тез. докл. III Всесоюзн. совещ. «Методы и программы решения оптимизационных задач на графах и сетях» 28—30 августа 1981 г. Ташкент.— Новосибирск, ВЦ СОАН СССР, 1981, с. 239—241.

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

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

С. Н. ПАПОЯН

ТЕОРИЯ ДВУХКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ТОЧНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Для измерения малых линейных перемещений широко используются индуктивные датчики, точность которых из-за нелинейности функции преобразования (ФП) и влияния возмущающих воздействий невелика.

Один из путей повышения точности измерений состоит в использовании принципа многоканальности [1]. Из числа способов реализации принципа выделен вариант, в котором измеряемая величина действует на один канал, а возмущающее воздействие — на оба. Над сигналами с выходов каналов производятся определенные математические операции, устраняющие зависимость выходного параметра от возмущающего