ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
Տեխնիկական գիտություններ սերիա XXXIII, № 4, 1980 Серия технических наук

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Л. А. ГРИГОРЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СТАБИЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЫПУСКАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ

Основным критерием, указывающим на степень соответствия параметров выпускаемого изделия данному уровню технологии его производства, является процент выхода годной продукции β, который можно представить выражением

$$\beta = f(\bar{X};\ \bar{Y}) + \delta, \tag{1}$$

где $\bar{X} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$ — контролируемые технологические факторы; $\bar{Y} = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_m \end{pmatrix}$ — контролируемые параметры выпускаемого изделия, определяющие его качество; δ — остаточная случайная компонента, учитывающая влияние неконтролирующих технологических факторов.

Важность задачи повышения β очевидна, т. к. это приводит к уменьшению трудоемкости, снижению себестоимости и повышению объема выпускаемой продукции.

При заданных параметрах $\bar{Y}$ путем вариации $\bar{X}$ факторов или улучшения отдельных технологических процессов весь технологический процесс оптимизируется таким образом, чтобы обеспечить максимальное значение β. После решения указанной задачи представляет интерес выявить предельные возможности данного производства и путем вариации параметров $\bar{Y}$ обеспечить дальнейшее повышение β.

Важным фактором является также стабильная и устойчивая работа производства, когда в течение длительного периода из-за флуктуации в технологии отклонение β остается ниже допустимого предела, без резких скачков и колебаний.

В настоящей статье предлагается методика поиска оптимальных параметров изделий $\overline{Y}$ с точки зрения обеспечения максимального процента выхода годной продукции β и методика оценки степени стабильной работы данного производства.

Для решения поставленной задачи, предлагается параметры $\overline{Y}$ разбить на три группы.

1. К группе $\overline{Y}_А$ относятся p параметры, незначительно влияющие на β.

2. К группе $\overline{Y}_Б$ относятся l параметры, у которых функции

$$\beta = f(Y_{Бi}) \tag{2}$$

($\overline{X} = \text{const}$, $\overline{Y}_А = \text{const}$, $\overline{Y}_В = \text{const}$, $i = 1, 2, \ldots, l$) имеют экстремальный характер.

3. К группе $\overline{Y}_В$ относятся q параметры, у которых функции

$$\beta = f(y_{Bj}) \tag{3}$$

($\overline{X} = \text{const}$, $\overline{Y}_А = \text{const}$, $\overline{Y}_Б = \text{const}$, $j = 1, 2, \ldots, q$) не имеют экстремума и изменение носит односторонний характер (рис. 1).

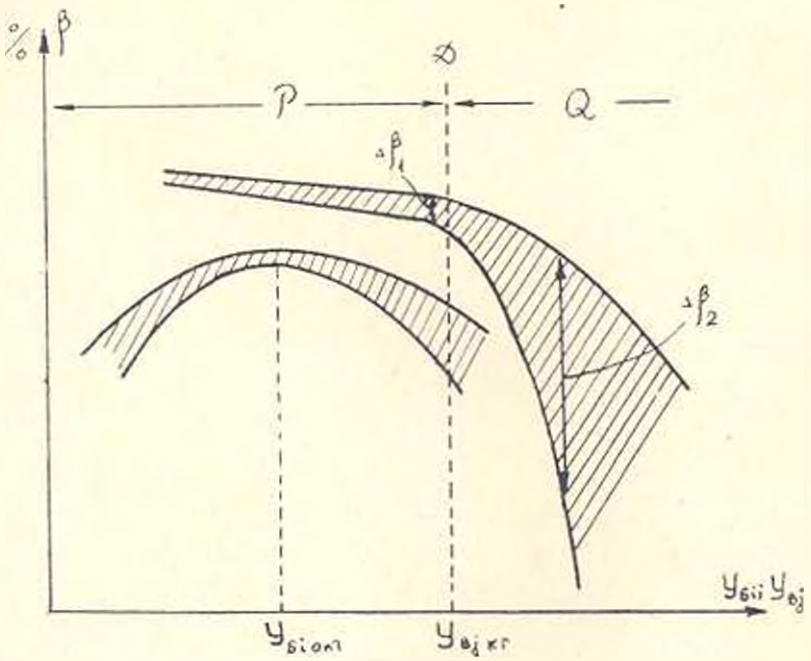

Рис. 1.

Пользуясь методикой, изложенной в [1], можно производить выбор экстремальных значений параметров $y_{Бi}$, обеспечивающих максимальное значение β и удовлетворяющих техническим требованиям к данному изделию.

В качестве примера можно привести поиск экстремальных значений номинальных токов управления ($I_{рн}$, $I_{сн}$) для запоминающего элемента на цилиндрических магнитных пленках, исходя из обеспечения максимального процента выхода годной продукции [3].

Как показали исследования в области радиоэлектронной промышленности, функция (3) имеет явно выраженный нелинейный характер с двумя основными участками: начальным P и насыщенным Q. Функцию (3) можно представить определенной зоной, ограниченной двумя кривыми (рис. 1).

Очевидно, что при работе в области P с заданными параметрами $y_{вн}$ технологические флуктуации приводят к небольшим $\Delta\beta_1$, а в области Q к резким колебаниям процента выхода годной продукции $\Delta\beta_2$, т. е. можно констатировать, что область P является зоной устойчивой, Q — неустойчивой работы производства.

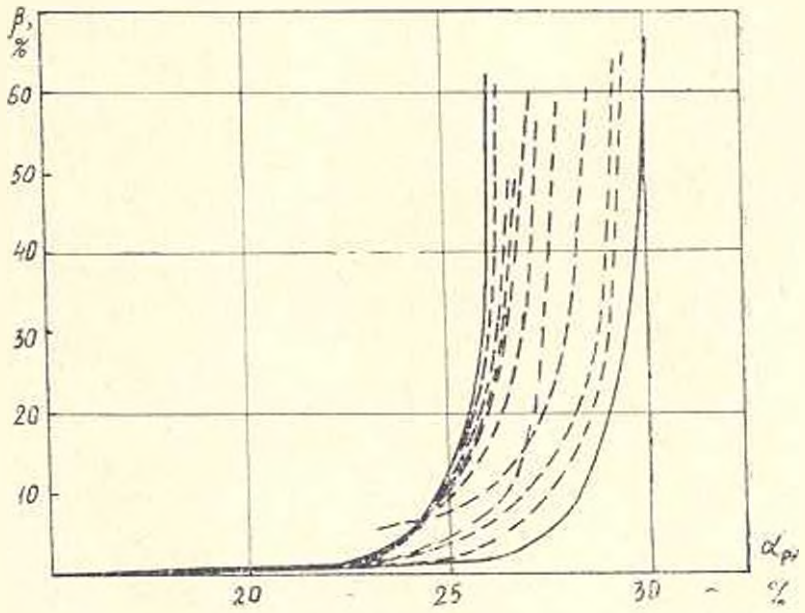

Рис. 2.

В качестве примера на рис. 2 приведены характеристики для группы запоминающих матриц на цилиндрических магнитных пленках;

$$\gamma_i = f(\alpha_p),$$

где $\gamma_i = (1 - \beta)$ — процент бракованных разрядов; $I_p = \dfrac{I_p - I_{рн}}{I_{рн}} \cdot 100$ — отклонение разрядного тока I_p от номинального значения $I_{рн}$ в неблагоприятных направлениях [4].

Очевидно, что для обеспечения стабильной работы производства необходимо, чтобы конец вектора номинальных параметров изделий $\overline{Y}_{вн}$ был расположен в области P и чем дальше конец вектора от D-границы, тем больше будет запас стабильной работы производства.

Для оценки запаса стабильной работы производства вводится коэффициент

$$k = \frac{Y_{вк}}{Y_{вн}} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} y_{вкi}^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} y_{внi}^2}}, \qquad (4)$$

где $Y_{вн}$, $Y_{вк}$ — модули вектора номинальных параметров изделий и вектора, который по фазе совпадает с $Y_{вн}$, а его конец расположен на D-границе.

Уравнение D-границы можно определить с помощью уравнений регрессии (3) для участков P и Q, полученных методом планирования эксперимента [1]

$$\beta_P = f(y_i), \qquad (5)$$

$$\beta_Q = f(y_i). \qquad (6)$$

Пересечение гиперповерхностей (5) и (6) при условии $\beta_P = \beta_Q$ даст уравнение D-границы

$$f_D(y_i) = 0. \qquad (7)$$

В качестве примера рассмотрим случай линейной аппроксимации (5) и (6) вида

$$\beta_P = -b_0 + b_1 y_{в1} + \dots + b_q y_{вq}, \qquad (8)$$

$$\beta_Q = -b_0' + b_1' y_{в1} + \dots + b_q' y_{вq}. \qquad (9)$$

Решая совместно (8) и (9), получим:

$$b_1 y_{в1} + \dots + b_q y_{вq} = b_0. \qquad (10)$$

С другой стороны, уравнение прямой линии, совпадающей с вектором $\overline{Y}_{вн}$, имеет вид:

$$y_{в(i+1)} = \alpha_{i(i+1)} y_{вi}, \qquad (11)$$

где $\alpha_{i(i+1)} = \frac{y_{в(i+1)}}{y_{вi}}$, $i = 1, 2, \dots, (q-1)$.

Решая совместно (10) и (11), получим значение координат точки их пересечения:

$$y_{вкi} = \frac{b_0}{\sum_{j}^{q} \alpha_{ij} b_j}. \qquad (12)$$

Подставляя (12) в (4), получим:

$$\gamma = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{q}\left(\frac{b_0}{\sum_{j=1}^{q} a_{ij} b_j}\right)^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{q} y_{\text{вн}i}^2}}. \qquad (13)$$

Если $\gamma \leqslant 1$, то это является признаком нестабильной работы производства с большими разбросами процента годной продукции β. Для обеспечения стабильной работы производства необходимо, чтобы ориентировочно $\gamma = (1{,}2 \div 1{,}5)$. Чрезмерно большие запасы по стабильности производства нежелательны, т. к. со временем технология производства будет адаптироваться к этим условиям, и γ снова приблизится к единице.

Для повышения степени точности определения коэффициента γ можно воспользоваться нелинейными уравнениями регрессии функции (3) [1].

По предлагаемой методике можно определить оптимальные значения параметров изделий, обеспечивающих стабильную работу производства с максимально возможным процентном выхода годной продукции. Методика позволяет также оценить коэффициент запаса стабильной работы производства.

В качестве примера, для матрицы на цилиндрических магнитных пленках типа МН-3, по предлагаемой методике получено следующее уравнение D-границы:

$$19{,}3U_{\text{сн}} + 10{,}4\alpha_p + 8{,}85\alpha_r = 606{,}8, \qquad (14)$$

где $U_{\text{сн}}$ — номинальное значение считанного сигнала; α_p, α_r — отклонения токов управления $I_{pн}$, $I_{rн}$ в наиболее неблагоприятный момент [4].

Подставляя значение коэффициентов уравнения (14) и параметров $U_{\text{сн}} = 7$ мВ, $\alpha_p = 26\%$ и $\alpha_r = 15\%$ в (11) и (13) получим $\gamma = 1{,}14$.

ЕрПИ им. К. Маркса

Поступило 15.1.1980

Լ. Ա. ԵՐԻՑՅԱՆ

ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՊՐՈՑԵՍԻ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ԳՈՐԾԱԿԻՑ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ԵՎ ԹՈՂԱՐԿՎՈՂ ԱՐՏԱԴՐԱՆՔԻ ՕՊՏԻՄԱԼ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ԸՆՏՐՈՒՄԸ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Արտադրվող սարքի Y պարամետրերի համապատասխանման աստիճանը տվյալ տեխնոլոգիական պրոցեսի մակարդակին բնորոշվում է պիտանի արտադրանքի β տոկոսով։ Առաջարկվում է արտադրվող սարքի օպտիմալ պարամետրերի և նրա տեխնոլոգիական պրոցեսի կայունության աստիճանի որոշման մեթոդիկա, օգտագործելով $\alpha = f(\gamma)$ ֆունկցիայի ոեգրեսիայի հավասարումը։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Налимов В. П., Чернова Н. А.* Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М., «Наука», 1965.
2. *Глудкин О. П., Обычкин Ю. Г., Блохин В. Г.* Статистические методы в технологии производства радиоэлектронной аппаратуры. М., «Энергия», 1977.
3. *Григорян Л. А., Степанян М. З., Нагапетян А. А.* Методика выбора оптимального режима запоминающего элемента на цилиндрических пленках и условия их отбраковки. «Вопросы радиоэлектроники», сер. ЭВТ, вып. IX, 1972.
4. *Григорян Л. А.* Запоминающие устройства на цилиндрических магнитных пленках. М., «Энергия», 1975.