ISSN 1392 - 1215 ELEKTRONIKA IR ELEKTROTECHNIKA. 2004. Nr. 4 (53)

T 125 AUTOMATIZAVIMAS, ROBOTOTECHNIKA

Kineskopų stiklo detalių priimamosios kontrolės modeliavimas

A. Vaišvila
AB „Ekranas“
Elektronikos g. 1, LT-5319 Panevėžys, Lietuva, tel. +370 45 50 67 66, faksas +370 45 43 65 63,
el. p. vaisvila@ekranas.lt

R. Kalnius
UAB „Telebaltikos konsultacija“
Žemaičių g. 31, LT-3000 Kaunas, Lietuva, tel. +370 37 42 69 04

D. Eidukas
Elektronikos inžinerijos katedra, Kauno technologijos universitetas,
Studentų g. 50, LT-3031 Kaunas, Lietuva, tel. +370 37 35 13 89, el. p. Danielius.Eidukas@tef.ktu.lt

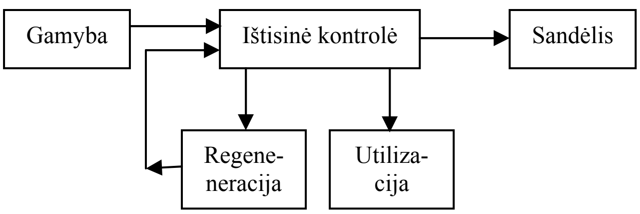
Įvadas

Tyrimo objektas – kineskopų stiklo detalės: kūgiai ir ekranai. Šiuo metu akcinėje bendrovėje „Ekranas“ kūgiams priimti taikomas ištisinės kontrolės metodas, o ekranai priimami partijomis vienpakopės atrankinės kontrolės būdu. Stiklo detalės priimamosios kontrolės metu klasifikuojamos pagal alternatyvųjį požymį [1]. Presuotųjų ekranų atrankinės kontrolės planas taikomas visam gaminiui, o šlifuotųjų ekranų priimamojoje kontrolėje tikrinamieji parametrai pagal svarbumą suskirstyti į dvi grupes (I gr. – vartotojiški parametrai, II gr. – kiti parametrai), ir joms taikomi atskiri kontrolės planai [2, 3].

Stiklo detalių, kaip ir kineskopų [4], priimamosios kontrolės modeliavimas leidžia teoriškai pagrįsti ir įvertinti kontrolės sistemos funkcionavimo efektyvumą, keičiant nepriklausomus pradinius parametrus: kontrolės planus, gaminių klasifikavimo klaidas, gamybos srauto vidutinį defektingumo lygį ir kt.

Kūgiai. Ištisinė kontrolė

Iš gamybos nenutrūkstamu srautu kūgiai patenka į ištisinę priimamąją kontrolę (1 pav.) atitinkamai su gaminių klasifikavimo I ir II rūšies klaidų tikimybėmis α ir β [5, 6].



1 pav. Kūgių ištisinės priimamosios kontrolės srautų schema

Gaminys, patekęs į kontrolę, gali būti defektinis su tikimybe x arba geras su tikimybe $1-x$. Kontrolės metu priimami keturių rūšių sprendimai su atitinkamomis tikimybėmis: geras pripažįstamas geru su tikimybe p', defektinis geru – su tikimybe p'', geras defektiniu – su tikimybe q' ir defektinis defektiniu – su tikimybe q'' (čia p'', q' – klaidingi sprendimai), t.y. gaminys priimamas su tikimybe p ir pripažįstamas defektiniu su tikimybe q:

$$\begin{cases} p' = (1-\alpha)(1-x) \ , & p'' = \beta x \ , \\ q' = \alpha(1-x) & , \ q'' = (1-\beta)x; \end{cases} \tag{1}$$

$$\begin{cases} q = q(x) = q' + q'' = \alpha + \gamma x \ , \\ p = p(x) = p' + p'' = 1 - q(x) = 1 - \alpha - \gamma x; \end{cases} \tag{2}$$

čia $\gamma = 1 - \alpha - \beta$ – kontrolės pasikliautinumas (patikimumas), $p' + q' = 1 - x$, $p'' + q'' = x$.

Kūgiai, pripažinti defektiniais, yra skirstomi į atitaisomus, kurie su tikimybe $q_R = q_R(x)$ patenka į regeneraciją (1 pav.) ir neatitaisomus, kurie su tikimybe $q_u = q_u(x)$ atiduodami utilizuoti (duženos naudojamos stiklo masės įkrovai paruošti):

$$\begin{cases} q(x) = q_R(x) + q_u(x) \ , \\ q_R(x) = Rq(x) \ , \ q_u(x) = Uq(x) \ , \ R + U = 1; \end{cases} \tag{3}$$

čia U – tikimybė, kad išbrokuotas kūgis yra neatitaisomas; R – tikimybė, kad išbrokuotas kūgis gali būti taisomas – regeneruojamas.

Analizuojame du ribinius atvejus:

1. Visi išbrokuoti gaminiai yra utilizuojami: $R=0$ ir $q \equiv q_U$.

Defektinio gaminio patekimo į sandėlį tikimybė $y_u = y_u(x)$ yra lygi [5]

$$y_u = y_u(x) = \frac{p''}{p} = \frac{\beta x}{1-\alpha-\gamma x}. \quad (4)$$

Tikimybė, kad utilizuotas gaminys buvo geras, aprašoma taip:

$$\omega = \omega(x) = \frac{q'}{q} = \frac{\beta x}{1-\alpha-\gamma x}. \quad (5)$$

2. Visi gaminiai, pripažinti defektiniais, yra regeneruojami: U=0, $q \equiv q_R$. Defektinio gaminio patekimo į sandėlį tikimybė $y_R = y_R(x)$ po to, kai visi regeneruojami gaminiai pereina kontrolę ir regeneraciją, atitinka (6) modelį [5]:

$$y_R = y_R(x) = \beta_0 x; \quad (6)$$

čia $\beta_0 = \dfrac{\beta}{1-\beta(1-\beta)}$, kai regeneracijos operacijos klaidos tikimybė $\beta_R \approx \beta$.

Tikimybė $Q_x = Q_x(x)$, kad gaminys pateks į regeneraciją, lygi [5]

$$Q_x = Q_x(x) = \frac{1}{1-\alpha}\left[\alpha + \frac{\gamma}{\beta} y_R(x)\right], \quad (7)$$

o tikimybė, kad gaminys pateks į ištisinę kontrolę, aprašoma šitaip:

$$P_x = P_x(x) = 1 + Q_x = \frac{1}{1-\alpha}\left[1 + \frac{\gamma}{\beta} y_R(x)\right]. \quad (8)$$

Gaminių visumoje, patenkančioje į ištisinę kontrolę, defektinio gaminio tikimybė yra atsitiktinis dydis X su tikimybių tankio funkcija *f(x)*. Modeliavimui taikome beta skirstinio tankio funkciją [4, 7], kurios formos parametrai yra a ir b:

$$f(x) = \frac{1}{B(a,b)} x^{a-1}(1-x)^{b-1} \quad , \ 0 \le x \le 1; \quad (9)$$

čia $B(a,b) = \int_0^1 x^{a-1}(1-x)^{b-1} dx = \dfrac{\Gamma(a)\Gamma(b)}{\Gamma(a+b)}$ – beta funkcija, o $\Gamma(z)$ – gama funkcija.

Ribiniais atvejais vidutiniai defektingumo lygiai sandėlyje $\overline{y}_u$ ir $\overline{y}_R$ apskaičiuojami taip:

$$\overline{y}_u = \int_0^1 y_u(x) f(x) dx = \tilde{\beta}\int_0^1 \frac{x f(x)}{1-\tilde{\gamma}x} dx, \quad (10)$$

čia $y_u(x) = \dfrac{\beta x}{p(x)} = \dfrac{\tilde{\beta}x}{1-\tilde{\gamma}x} dx$, $\tilde{\beta} = \dfrac{\beta}{1-\alpha}$,

$$\tilde{\gamma} = \frac{\gamma}{1-\alpha} = 1 - \tilde{\beta},$$

$$\overline{y}_R = \int_0^1 y_R(x) dx = \beta_0 \int_0^1 x f(x) dx = \frac{\beta_0 a}{a+b} = \beta_0 \overline{x}; \quad (11)$$

čia $\overline{x} = a/(a+b)$, kai *f(x)* – beta tankis, kurio parametrai a, b.

Esant sveikaskaitinėms a ir b vertėms, iš (9), (10) gauname:

$$\overline{y}_u = \frac{\tilde{\beta}}{\tilde{\gamma}^{a+1} B(a,b)} \sum_{j=0}^{b-1} C_{b-1}^{j} \frac{(-1)^j}{\tilde{\gamma}^j}\left[\ln\frac{1}{\tilde{\beta}} + \sum_{i=1}^{a+j} C_{a+j}^{i} (-1)^i \frac{1-\tilde{\beta}^i}{i}\right]; \quad (12)$$

čia $C_n^m = \dfrac{n!}{m!(n-m)!}$ – deriniai iš n po m.

Kai parametrai a, b įgyja bet kokias teigiamas vertes, modeliavimui taikome apytikrę formulę [7]

$$\overline{y}_u \approx y_u(\overline{x}) = \frac{\tilde{\beta}\overline{x}}{1-\tilde{\gamma}\overline{x}} = \frac{\beta\overline{x}}{p(\overline{x})} = \frac{\beta a}{\beta a + (1-\alpha)b}. \quad (13)$$

Bendruoju atveju, kai U>0, R>0, iš pirmo pateikimo ištisinės kontrolės metu vidutiniškai bus priimta $\overline{p}$ dalis ir subrokuota $\overline{q}$ dalis gaminių visumos:

$$\overline{q} = \int_0^1 q(x) f(x) dx = \alpha + \gamma\overline{x}, \quad (14)$$

$$\overline{p} = 1 - \overline{q} = 1 - \alpha - \gamma\overline{x} \equiv p(\overline{x}). \quad (15)$$

Į regeneraciją patenka srauto $\overline{q}$ R dalis, o į utilizaciją – U dalis:

$$\begin{cases} \overline{q} = \overline{q}_R + \overline{q}_u \ , \\ \overline{q}_R = R\overline{q} \ , \ \overline{q}_u = U\overline{q}. \end{cases} \quad (16)$$

Sąlygiškai tariame, kad visuma kūgių, pateiktų priimamajai kontrolei, yra sudaryta iš dviejų dalių: R su grįžtamuoju srautu $\overline{q}_R$, kuris po visų regeneracijos ir kontrolės ciklų patenka į sandėlį, ir U, kurios išbrokuoti gaminiai $\overline{q}_u$ yra utilizuojami (pašalinami). Taigi į sandėlį patenka $\overline{P}_s$ dalis visumos, pateiktos priimamajai kontrolei:

$$\overline{P}_s = R + U\overline{p} = 1 - U\overline{q} = 1 - \overline{q}_u. \quad (17)$$

Vidutinis defektingumo lygis sandėlyje $\overline{x}_s$ apskaičiuojamas taip:

$$\overline{x}_s = \frac{1}{\overline{P}_s}\left(R\overline{y}_R + U\overline{p}\overline{y}_u\right) = \frac{\overline{x}}{\overline{P}_s}\left(\beta_0 R + \beta U\right); \quad (18)$$

čia $\overline{x}$ – gamybos srauto vidutinis defektingumo lygis prieš ištisinę kontrolę.

Utilizuotų gaminių visumoje $\overline{q}_u$ yra $\overline{\omega}_u$ dalis gerų gaminių ($\alpha > 0$):

$$\overline{\omega}_u \approx U\omega\left(\overline{x}\right) = \frac{U\alpha\left(1-\overline{x}\right)}{\overline{q}} = \frac{U\alpha b}{\alpha b + \left(1-\beta\right)a}. \qquad (19)$$

Iš pateiktų gaminių visumos į utilizaciją patenka $\overline{q}'$ dalis gerų gaminių:

$$\overline{q}' = \overline{\omega}_u \overline{q} \approx U\alpha\left(1-\overline{x}\right) = \frac{U\alpha b}{a+b}. \qquad (20)$$

Regeneracijos operacijos vidutinis apkrovimas $\overline{Q}_R$ yra lygus

$$\overline{Q}_R = R\int_0^1 Q_x(x) f(x)dx = \frac{R}{1-\alpha}\left(\alpha + \frac{\gamma}{\beta}\overline{y}_R\right), \qquad (21)$$

o ištisinės kontrolės apkrovimas $\overline{P}_K$ apskaičiuojamas taip:

$$\overline{P}_K = 1 + \overline{Q}_R. \qquad (22)$$

Priimamosios kontrolės efektyvumas $\widetilde{K}$ yra lygus

$$\widetilde{K} = \overline{x}/\overline{x}_s. \qquad (23)$$

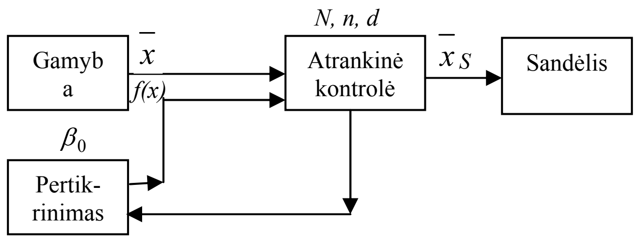
Kūgių ištisinei priimamajai kontrolei modeliuoti parenkamas gamybos srauto $\overline{N}$, pateikto kontrolei, dydis (gaminiais) ir nustatomos $\overline{x}$, U, α, β vertės (praktiškai: $\overline{N} \geq 1000$, $\alpha \leq 0{,}1$, $\beta \leq 1/3$, $U \leq 0{,}25$, $1\% < \overline{x} < 15\%$). Pagal anksčiau pateiktas formules apskaičiuojamos parametrų R, γ, β_0, $\overline{q}$, $\overline{p}$, $\overline{q}_u$, $\overline{q}_R$, $\overline{P}_s$, $\overline{\omega}_u$, $\overline{y}_u$, $\overline{y}_R$, $\overline{x}_s$, $\overline{Q}_R$, $\overline{P}_K$, $\widetilde{K}$ vertės.

Tuomet iš srauto $\overline{N}$ priimamojoje kontrolėje pirmu pateikimu bus priimta $N_P = \overline{p}\overline{N}$ gaminių ir išbrokuota $N_q = \overline{N} - N_P$ gaminių. Į utilizaciją patenka $N_U = \overline{q}_U N_q$ kūgių, iš kurių $N'_U = \overline{\omega}_U N_q$ yra geri gaminiai ir $N''_U = N_U - N'_U$ – tikrai defektiniai – nepataisomi gaminiai. Po pirmojo pateikimo regeneruoti atiduodama $N_R = N_q - N_U$ gaminių, o iš viso regeneruojama $\overline{N}_R = \overline{Q}_R \overline{N}$ gaminių. Kontrolės operacijos apkrovimas lygus $\overline{N}_K = \overline{N} + \overline{N}_R$ gaminių. Į sandėlį patenka $N_S = N_P + N_R = \overline{N} - N_U$ gaminių srautas, kurio defektingumo lygis $\overline{x}_S$.

<u>Pavyzdys:</u> $\overline{N} = 10000$, $\overline{x} = 5\%$, $\alpha = 0{,}03$, $\beta = 0{,}2$, $U = 0{,}1$. Modeliavimo rezultatai: $R = 0{,}9$, $\gamma = 0{,}77$, $\beta_0 = 0{,}2381$, $\overline{q} = 6{,}85\%$, $\overline{q}_u = 0{,}685\%$, $\overline{q}_R = 6{,}165\%$, $\overline{p} = 93{,}15\%$, $\overline{\omega}_u = 4{,}1606\%$, $\overline{Q}_R = 7{,}0361\%$, $\overline{P}_K = 107{,}04\%$, $\overline{P}_s = 99{,}315\%$, $\overline{y}_u = 1{,}0735\%$, $\overline{y}_R = 1.1905\%$, $\overline{x}_s = 1{,}1795\%$, $\widetilde{K} = 4{,}239$; $N_P = 9315$, $N_q = 685$, $N_R = 617$, $N_U = 68$, $N'_U = 28$, $N''_U = 40$, $\overline{N}_R = 704$, $\overline{N}_K = 10704$, $N_s = 9932$.

Presuotieji ekranai. Vienpakopė atrankinė kontrolė

Presuotieji ekranai iš gamybos dydžio N partijomis pateikiami atrankinei kontrolei (2 pav.) esant planui *n*, *d*; čia *n* – imties dydis, *d* – priėmimo skaičius [4].



2 pav. Vienpakopės atrankinės kontrolės srautų schema

Partijos, kurių imtyse surastų defektinių gaminių skaičius $m \leq d$, yra priimamos ir patenka į sandėlį, o kai $m > d$ – partija atiduodama pertikrinti. Ištisinės kontrolės-pertikrinimo metu visi surasti defektiniai gaminiai yra pakeičiami gerais gaminiais (specialiai tam tikslui atrinktais iš anksto), o gaminiai, pripažinti defektiniais, regeneruojami arba utilizuojami. Kadangi pertikrinant ir regeneruojant galima apibendrinta antros rūšies klaida su tikimybe β_0 (žr.(6)), tai į pertikrintas partijas patenka tam tikra dalis defektinių ekranų. Pertikrinta partija pakartotinės atrankinės kontrolės metu, esant tam pačiam kontrolės planui *n, d* gali būti priimta arba atmesta ir atiduodama pakartotinai pertikrinti. Taigi partija tol pertikrinama ir kontroliuojama (2 pav.), kol pripažįstama gera ir patenka į sandėlį.

Partijų visumoje, kuri iš gamybos patenka į atrankinę kontrolę, partijos defektingumo lygis X yra atsitiktinis dydis, kurį aprašome beta skirstinio tankio funkcija *f(x)* [4]. Kai formos parametras *a* įgauna sveikaskaitines vertes $a = 1, 2, 3, \ldots$, kurias taikysime modeliavimui, funkcija *f(x)* yra lygi

$$f(x) = \frac{(b+a-1)(b+a-2)\ldots(b+1)b}{(a-1)!}x^{a-1}(1-x)^{b-1},$$

$$a = 1,2,3,\ldots, \qquad (24)$$

o pagrindinės skaitinės charakteristikos $\overline{x}$, σ^2 aprašomos taip:

$$\begin{cases} MX = \overline{x} = \int_0^1 xf(x)dx = \dfrac{a}{a+b}, \\ DX = \sigma^2 = MX^2 - \overline{x}^2 = \dfrac{b}{a(a+b+1)}\overline{x}^2; \end{cases} \qquad (25)$$

čia $MX^2 = \int_0^1 x^2 f(x)dx = \frac{a+1}{a+b+1}\overline{x}$.

Kai žinomos $\overline{x}$ ir σ^2 vertės, parametrai *a* ir *b* apskaičiuojami pagal formules

$$a = \overline{x}\left[\frac{\overline{x}\left(1-\overline{x}\right)}{\sigma^2} - 1\right], \quad b = a\left(\frac{1}{\overline{x}} - 1\right). \qquad (26)$$

Funkcija $f(x)$ turi maksimumą taške $x = x_M$ [7]

$$x_M = \frac{a-1}{a+b-2} = \frac{(a-1)\bar{x}}{a-2\bar{x}}. \qquad (27)$$

Kai $a=1$, gauname $x_M = 0$. Tada tankis $f(x) = b(1-x)^{b-1}$ apibūdina normalų (neišsiderinusį) technologinį procesą, kai partijų visumoje, patenkančioje į atrankinę kontrolę, dažniausiai pasitaiko žemo defektingumo lygio partijos. Funkcija $f(x)$ yra monotoniškai mažėjanti nuo $f(x_M = 0) = b$ iki nulio. Didėjant parametro a vertei ($a>1$), x_M vertė didėja ir artėja prie $\bar{x}$ vertės, t.y. gerokai mažėja partijų dalis apie tašką $x=0$, ir daugėja partijų, kurių defektingumo lygis artimas vidurkiui $\bar{x}$. Technologinis procesas išsiderina (modeliavimui pakanka $a \le 5$).

Atrankinės kontrolės metu pagal imčių tikrinimo rezultatus partijų visuma suklasifikuojama į vidutinio dydžio srautus $\bar{p}_m$ [4] su fiksuotu surastų defektinių gaminių skaičiumi m imtyje n; čia m galimos vertės yra $m = 0,1,...,d,...,n$. Remdamiesi [4], gauname

$$\begin{cases} \bar{p}_0 = \dfrac{\Gamma(a+b)\Gamma(b+n)}{\Gamma(b)\Gamma(a+b+n)}, \\ \bar{p}_m = C_n^m \dfrac{\Gamma(a+b)\Gamma(a+m)\Gamma(b+n-m)}{\Gamma(a)\Gamma(b)\Gamma(a+b+n)} = . \\ = \dfrac{(n-m+1)(a+m-1)}{m(b+n-m)} \bar{p}_{m-1}. \end{cases} \qquad (28)$$

Kai a yra sveikasis skaičius,

$$\bar{p}_0 = \frac{(b+a-1)(b+a-2)...(b+1)b}{(b+a+n-1)(b+a+n-2)...(b+n+1)(b+n)};$$

$$a = 1,2,3,... \qquad (29)$$

Po atrankinės kontrolės vidutiniškai bus priimta $\bar{P}$ dalis partijų visumos ir atmesta $\bar{Q}$ dalis:

$$\bar{P} = \sum_{m=0}^{d} \bar{p}_m, \quad \bar{Q} = 1 - \bar{P}. \qquad (30)$$

Kiekvieno srauto $\bar{p}_m$ vidutinis defektingumo lygis

$$\bar{x}_{Pm} = \frac{a+m}{a+b+n} = \left(1 + \frac{m}{a}\right)\bar{x}_{P0}; \qquad (31)$$

čia $\bar{x}_{P0} = a/(a+b+n)$.

Srauto $\bar{P}$ vidutinis defektingumo lygis apskaičiuojamas taip:

$$\bar{x}_P = \frac{1}{\bar{P}} \sum_{m=0}^{d} \bar{p}_m \bar{x}_{Pm} = \left(1 + \frac{m_P}{a}\right)\bar{x}_{P0} = \frac{a+m_P}{a+b+n}; \qquad (32)$$

čia $m_P = \dfrac{1}{\bar{P}} \sum_{m=0}^{d} m\bar{p}_m$.

Priimtų partijų visumoje $\bar{P}$ iš srautų $\bar{p}_m$, kur $1 \le m \le d$, pašalinami imtyse surasti defektiniai gaminiai ir pakeičiami gerais (atrinktais iš anksto). Tuomet $\bar{x}_{Pm}$ vertė sumažėja dydžiu m/N iki vertės $\bar{x}'_{Pm}$, o $\bar{x}_P$ vertė vidutiniškai sumažėja dydžiu m_P/N iki $\bar{x}'$

$$\begin{cases} \bar{x}'_{Pm} = \bar{x}_{Pm} - \dfrac{m}{N}, \\ \bar{x}' = \bar{x}_P - \dfrac{m_P}{N} \equiv \dfrac{1}{\bar{P}} \sum\limits_{m=0}^{d} \bar{p}_m \overline{x'_P}; \end{cases} \qquad (33)$$

Neatitiktinių partijų srauto $\bar{Q}$ defektingumo lygis $\bar{x}_Q$ yra

$$\bar{x}_Q = \frac{1}{\bar{Q}}\left(\bar{x} - \bar{P}\bar{x}_P\right). \qquad (34)$$

Po gamybos srauto atrankinės kontrolės (2 pav.) į sandėlį patenka dalis $\bar{P}$, kurios defektingumo lygis $\bar{x}'$, o į patikrinimą nukreipiamas srautas $\bar{Q}$, kurio defektingumo lygis $\bar{x}_Q$. Po pertikrinimo $\bar{x}_Q$ sumažėja iki $\bar{x}_1$ [4]:

$$\bar{x}_1 = \beta_0 \bar{x}_Q. \qquad (35)$$

Sraute $\bar{Q}$ po pertikrinimo su klaidos tikimybe β_0 defektingumo lygio x_1 (atsitiktinis dydis) dispersija [4]

$$\sigma_1^2 = \beta_0^2 \sigma_Q^2. \qquad (36)$$

Dispersija σ_Q^2 apskaičiuojama pagal formules [4]

$$\begin{cases} \sigma_Q^2 = MX_Q^2 - \bar{x}_Q^2, \\ MX_Q^2 = \dfrac{1}{\bar{Q}}\left(MX^2 - \bar{P}MX_P^2\right), \\ MX_P^2 = \dfrac{1}{\bar{P}} \sum\limits_{m=0}^{d} \bar{p}_m MX_{Pm}^2, \\ MX_{Pm}^2 = \dfrac{a+m+1}{a+b+n+1} \bar{x}_{Pm}. \end{cases} \qquad (37)$$

Po pirmojo pertikrinimo $l = 1$ parametrai a_1, b_1 skaičiuojami pagal (26), kai vietoj $\bar{x}$ įrašomas $\bar{x}_1$ (35), o vietoj σ^2 – σ_1^2 (36). Bendruoju atveju po kiekvieno l-tojo (l=1,2,3,…) pertikrinimo taikome tas pačias formules kaip ir gamybos srautui, tik su atitinkamomis formos parametrų a_l, b_l vertėmis.

Modeliuodami presuotųjų ekranų priimamąją kontrolę tariame, kad į atrankinę kontrolę, kurios planas n, d, per atitinkamą laikotarpį iš gamybos patenka s vienodo dydžio N partijų ($s \ge 1000$), kurių vidutinis defektingumo lygis $\bar{x}$, kai technologinis procesas apibūdinamas sveikaskaitiniu parametru a ($a \geq 1$), o pertikrinimo apibendrintos klaidos tikimybė yra β_0 ($\beta_0 < 0{,}5$).

Apsiribojame l=1,2,3 pertikrinimo ciklais ir tariame, kad po trečiojo l=3 pertikrinimo atrankinės kontrolės metu visos partijos yra priimtos ir patenka į sandėlį (3 pav.), kadangi esant planui n, d, defektingumo lygis $\overline{x}_3$ praktiškai būna mažesnis už priimtinąjį defektingumo lygį [1].

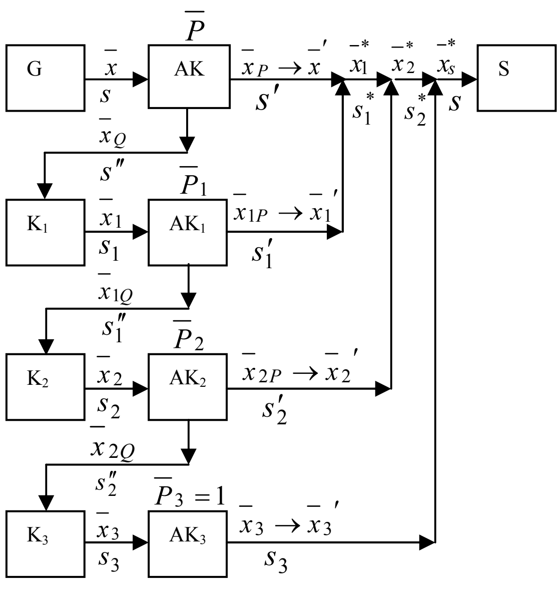
Pagal anksčiau pateiktas formules apskaičiuojami gamybos srauto parametrai b, $\overline{p}_m$, $\overline{x}_P$, $\overline{x}'_P$, kai $m \leq d$. Tuomet kiekvieną srautą $\overline{p}_m$ atitinka priimtų partijų skaičius $s_m = s\overline{p}_m$. Iš viso gamybos sraute bus priimta $s' = s_0 + s_1 + ... + s_d$ partijų ir atmesta $s'' = s - s'$ partijų. Parametras m_P (32) yra vidutinis defektinių gaminių skaičius, surastas vienos priimtos partijos imtyje n:

$$m_P = \overline{m}'/s' \quad ; \qquad (38)$$

čia $\overline{m}' = \sum_{m=1}^{d} m s_m$ – priimtų partijų srauto s' imtyse surastų defektinių gaminių skaičius iš $s'n$ patikrintų gaminių.

Prieš atrankinę kontrolę AK (3 pav.) gamybos sraute G fiksuojame $\overline{N} = sN$ gaminių, iš kurių vidutiniškai $\overline{M}$ gaminių yra defektiniai (neatitiktiniai):

$$\overline{M} = \overline{N}\overline{x} = \frac{saN}{a+b}. \qquad (39)$$



3 pav. Ekranų vienpakopės atrankinės kontrolės modeliavimo schema: G – gamybos srautas, K – pertikrinimo srautas, AK – atrankinė kontrolė, S – sandėlis

Visose priimtose partijose s' yra $\overline{N}' = s'N$ gaminių, tarp kurių, pašalinus surastus $\overline{m}'$ defektinius gaminius ir pakeitus juos gerais, vidutiniškai lieka $\overline{M}'$ defektinių gaminių, kurie patenka į sandėlį:

$$\overline{M}' = \overline{N}'\overline{x}' = \frac{as' + \overline{m}'}{a+b+n}N - \overline{m}'. \qquad (40)$$

Į pertikrinimą patenka $\overline{N}'' = s''N = \overline{N} - \overline{N}'$ gaminių srautas, kuriame vidutiniškai yra $\overline{M}''$ defektinių gaminių:

$$\overline{M}'' = \overline{N}''\overline{x}_Q = \overline{M} - \left(\overline{M}' + \overline{m}'\right). \qquad (41)$$

Pertikrinant iš $\overline{M}''$ defektinių gaminių vidutiniškai atpažįstama $\overline{M}_G = (1-\beta_0)\overline{M}''$ gaminių, kurie atiduodami regeneruoti arba utilizuoti, o $\overline{M}^* = \beta_0\overline{M}''$ gaminių klaidingai pripažįstami gerais ir patenka į pertikrintų partijų srautą $s_1 = s''$, kuris pakartotinai tikrinamas atrankinės kontrolės metu.

Modeliuojant srauto s'' defektingumo lygis aprašomas taip:

$$\overline{x}_Q = \frac{1}{s''}\left(s\overline{x} - s'\overline{x}_P\right) = \frac{1}{s''}\left(\frac{sa}{a+b} - \frac{s'a + \overline{m}'}{a+b+n}\right). \qquad (42)$$

Iš (25), (37) gauname:

$$MX_Q^2 = \frac{s}{s''}\left[\frac{a(a+1)}{(a+b)(a+b+1)} - \right.$$
$$\left. -\frac{1}{s}\sum_{m=0}^{d}\frac{sm(a+m)(a+m+1)}{(a+b+n)(a+b+n+1)}\right] =$$
$$= \frac{1}{s''}\left[\frac{sa(a+1)}{(a+b)(a+b+1)} - \frac{s'a(a+1) + (2a+1)\overline{m}' + \tilde{m}}{(a+b+n)(a+b+n+1)}\right]; \qquad (43)$$

čia $\tilde{m} = \sum_{m=0}^{d} m^2 s_m$.

(38) – (48) formules taikome ir srautams $s_1 = s''$, $s_2 = s''_1$, kai l=1,2.

Pastaba. Po kiekvieno l-ojo pertikrinimo, kai $l = 1,2$, į $l+1$ pertikrinimą patenka $\overline{M}'_l$ defektinių gaminių, iš kurių atpažįstama $\overline{M}_{Kl} = (1-\beta_0)\overline{M}''_l$ gaminių, o gerais klaidingai pripažįstami $\overline{M}^*_l = \beta_0\overline{M}''_l$ gaminių. Kadangi po trečiojo pertikrinimo $\overline{M}''_3 = 0$, tai visų pertikrinimo ciklų grįžtančiame sraute yra $\overline{M}''_K = \overline{M}''_1 + \overline{M}''_2$ defektinių gaminių, iš kurių atpažįstami $(1-\beta_0)\overline{M}''_K$ gaminių, o $\beta_0\overline{M}''_K$ gaminių patenka į pertikrintą srautą.

Apibendrindami užrašome pagrindines išraiškas 3 pav. schemos charakteristikų modeliavimui:

$$
\begin{cases}
s_1' = s_1 \overline{P}_1 \;,\; s_1'' = s_1 - s_1' = s_2 \;, \\
s_2' = s_2 \overline{P}_2 \;,\; s_2'' = s_2 - s_2' = s_3 \;, \\
s_3' = s_3 \;,\; s_3'' = 0 \;\; kadangi \;\; \overline{P}_3 = 1 \;\; \text{(duota)}; \\
\overline{x}_{3l} = \overline{x}_3 \;,\; \overline{x}'_3 = \left(1 - \dfrac{n}{N}\right)\overline{x}_3 \;, \\
s_1^* = s' + s_1' \;,\; s_2^* = s_1^* + s_2' \;,\; s_3^* = s_2^* + s_3 = s \;, \\
\overline{x}_1^* = \dfrac{1}{s_1^*}\left(s'\overline{x}' + s_1'\overline{x}'_1\right) \;,\; \overline{x}_2^* = \dfrac{1}{s_2^*}\left(s_1^*\overline{x}_1^* + s_2'\overline{x}'_2\right) \;, \\
\overline{x}_3^* = \overline{x}_s = \dfrac{1}{s}\left(s_2^*\overline{x}_2^* + s_3\overline{x}'_3\right) .
\end{cases}
\tag{44}
$$

Visų trijų pertikrinimo ciklų $l=1,2,3$ suminio srauto s_K (4 pav.) dydis:

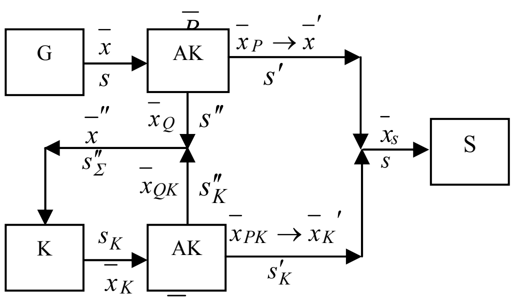
$$
s_K = s_1 + s_2 + s_3 = s'' + s_1'' + s_2'' . \tag{45}
$$

Srauto s_K vidutinis defektingumo lygis $\overline{x}_K$ apskaičiuojamas taip:

$$
\overline{x}_K = \frac{1}{s_K}\left(s_1\overline{x}_1 + s_2\overline{x}_2 + s_3\overline{x}_3\right). \tag{46}
$$

Likusios 4 pav. schemos charakteristikos modeliuojamos pagal (47) formules:

$$
\begin{cases}
s_K' = s_1' + s_2' + s_3 = s_1 = s'' \;, \\
s_K'' = s_K - s_K' = s_1'' + s_2'' \;, \\
s_\Sigma'' = s'' + s_K'' = s_K \;, \\
s' + s_K' = s \;,\; \overline{P}_K = s_K' \big/ s_K \;, \\
\overline{x}_{PK} = \dfrac{1}{s_K'}\left(s_1'\overline{x}_{1P} + s_2'\overline{x}_{2P} + s_3\overline{x}_3\right) \;, \\
\overline{x}'_K = \dfrac{1}{s_K'}\left(s_1'\overline{x}_1 + s_2'\overline{x}_2 + s_3\overline{x}'_3\right) \;, \\
\overline{x}_{QK} = \dfrac{1}{s_K''}\left(s_K\overline{x}_K - s_K'\overline{x}_{PK}\right) \;,\; \overline{x}'' = \dfrac{\overline{x}_K}{\beta_0} \;, \\
\overline{x}_s = \dfrac{1}{s}\left(s'\overline{x}' + s_K'\overline{x}'_K\right) .
\end{cases}
\tag{47}
$$



4 pav. Ekranų priimamosios kontrolės gamybos G ir pertikrinimo K srautų modeliavimo schema

Defektinių gaminių skaičius (vidutinis) $\overline{M}_s$ sandėlyje S yra lygus

$$
\overline{M}_s = sN\overline{x}_s . \tag{48}
$$

Atrankinės kontrolės darbo imlumas – patikrintų gaminių skaičius I_A vienai į sandėlį priimtai partijai:

$$
I_A = \left(1 + \frac{s_K}{s}\right)n . \tag{49}
$$

Pertikrinimo operacijos darbo imlumas I_K vienai priimtai partijai:

$$
I_K = \frac{s_K}{s}N . \tag{50}
$$

Ekranų priimamosios kontrolės (su pertikrinimu) darbo imlumas I yra I_A ir I_K suma:

$$
I = I_A + I_K = n + \frac{s_K}{s}\left(N + n\right). \tag{51}
$$

Priimamosios kontrolės efektyvumas apskaičiuojamas pagal (23).

Ekonomiškai pagrįstų kineskopų priimamosios kontrolės (be inspekcinės kontrolės) planų modeliavimas išanalizuotas [8, 9] darbuose ir gali būti tiesiog taikomas ekranų priimamajai kontrolei.

Šlifuotieji ekranai. Atrankinė kontrolė pagal dvi parametrų grupes

Defektingumo lygiai X_1 ir X_2 pagal atskiras parametrų grupes $i=1,2$ (defektingumo lygius X_i, $i=1,2$ reikia skirti nuo defektingumo lygių po l-tojo pertikrinimo X_l, $l=1,2,3$) yra atsitiktiniai dydžiai, kurių tankiai $f_i(x_i)$ gamybos sraute

$$
f_i(x_i) = \frac{\Gamma(a_i + b_i)}{\Gamma(a_i)\Gamma(b_i)} x_i^{a_i - 1}\left(1 - x_i\right)^{b_i - 1} ,\; 0 \le x_i \le 1 . \tag{52}
$$

Skaitinės charakteristikos $\overline{x}_i$, σ_i^2 apskaičiuojamos pagal (25), kai vietoj x įrašomas x_i ir $f(x)$ keičiamas į $f_i(x_i)$ su atitinkamais formos parametrais a_i, b_i, $i=1,2$. Viso gaminio defektingumo lygiui X taikome šitokias ryšio formules [9]:

$$
\begin{cases}
x = 1 - \left(1 - x_1\right)\left(1 - x_2\right) \;, \\
\overline{x} = \overline{x}_1 + \overline{x}_2 - \overline{x}_1\overline{x}_2 \approx \overline{x}_1 + \overline{x}_2 \;, kai \;\; \overline{x}_i \le 0.05, \\
\sigma^2 = \sigma_1^2\left(1 - \overline{x}_1\right)^2 + \sigma_2^2\left(1 - \overline{x}_2\right)^2 + \sigma_1^2\sigma_2^2 \;.
\end{cases}
\tag{53}
$$

Pagal gautas $\overline{x}$ ir σ^2 vertes, taikydami (26), nustatome formos parametrus, kai viso gaminio defektingumo lygio tankis $f(x)$.

Kontrolės planams n, d_1 ir n, d_2 gauname atskirų grupių charakteristikų modelius gamybos srautui: $\overline{p}_{mi}$,

$\overline{P}_i$, $\overline{x}_{Pmi}$, $\overline{x}_{Pi}$, $\overline{x}'_{Pmi}$, $\overline{x}'_i$, kai į (28) – (33) išraiškas įrašome atskirų grupių skaitines charakteristikas vietoj viso gaminio charakteristikų.

Modeliavimas pagal dvi grupes atliekamas kaip ir presuotųjų ekranų s partijų srautui. Kiekvienai grupei atskirai apskaičiuojamos charakteristikos $\overline{p}_{mi}$, $\overline{x}_{Pmi}$, $\overline{P}_i$, $\overline{x}_{Pi}$, $\overline{x}'_i$. Viso gaminio priimta partijų dalis

$$\overline{P} = \prod_{i=1}^{2} \overline{P}_i = \overline{P}_1 \overline{P}_2 \ , \ i = 1{,}2 . \tag{54}$$

Srautas $s' = s\overline{P}$, o kiti srautai skaičiuojami pagal (44) lygtis, kai

$$\overline{P}_l = \prod_{i=1}^{2} \overline{P}_{li} \ , \ l = 1{,}2 \ , \ \overline{P}_3 = 1 . \tag{55}$$

Grįžtamojo srauto s'' atskirų grupių defektingumo lygiai

$$\overline{x}_{Qi} = \frac{1}{s''}\left(s\overline{x}_i + s'\overline{x}_{Pi}\right) \ , \ i = 1{,}2 \tag{56}$$

Kiekvienam pertikrinimo ciklui pagal atskiras grupes gauname:

$$\overline{x}_{li} = \beta_{0i}\,\overline{x}_{Q(l-1)i} \ ; \tag{57}$$

čia β_{0i} atskiroms grupėms gali būti imama $\beta_{01} = \beta_{02} = \beta_0$ arba $\beta_{01} \neq \beta_{02}$. Dispersija σ^2_{li} skaičiuojama pagal (37), (43), taikant atskirų grupių skaitines charakteristikas. Viso gaminio defektingumo lygiai pakankamai tiksliai apskaičiuojami sumuojant defektingumo lygius pagal atskiras grupes reikiamuose kontrolės schemos (3, 4 pav.) taškuose.

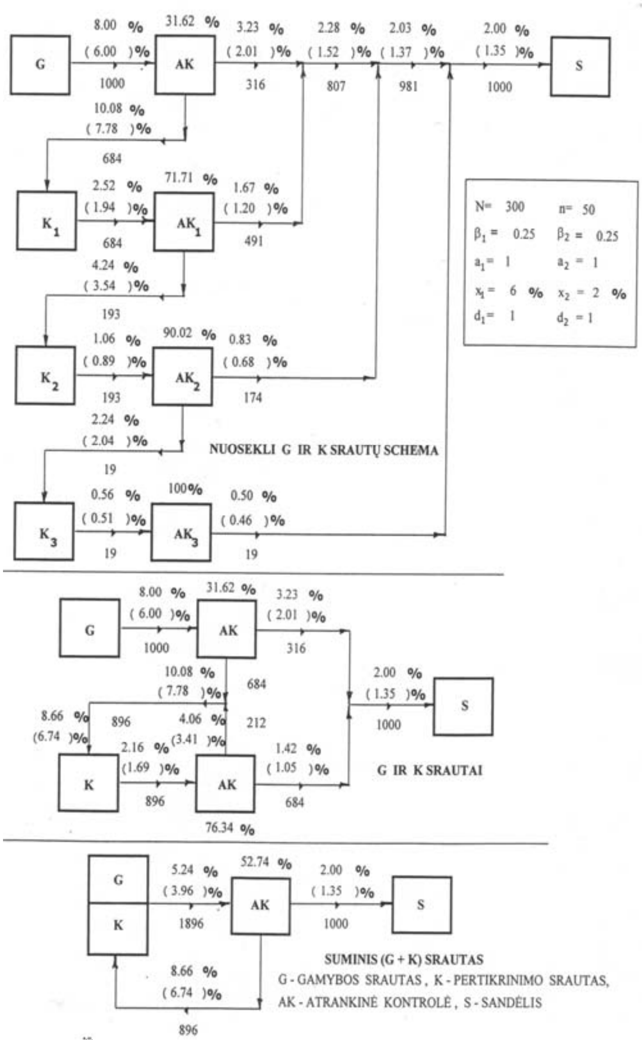
Praktinė realizacija

Presuotų ir šlifuotų kineskopų ekranų atrankinei priimamajai kontrolei modeliuoti AB „Ekranas“ sudarytos atskiros kompiuterinės programos. 5 pav. pateikti šlifuotųjų ekranų priimamosios kontrolės pagal dvi parametrų grupes kompiuterinio modeliavimo rezultatai, kai N=300, n=50, d_1=d_2=1, a_1=a_2=1, $\beta_1 = \beta_2 = 0{,}25$, $\overline{x}_1 = 6\%$, $\overline{x}_2 = 2\%$ (skliausteliuose nurodyti I gr. defektingumo lygiai), partijų srautui s=1000 (žr. 3 pav.). Papildomai apskaičiuojame priimamosios kontrolės efektyvumą $\widetilde{K}$ ir darbo imlumą I: $\widetilde{K} = 4$, I_A=95, I_K=267, I=362.

Išvados

1. Modeliuojant galima atlikti įvairiapusę stiklo detalių priimamosios kontrolės analizę ir parinkti optimalų jos režimą, kad gamyboje būtų išvengta ekonomiškai nuostolingų eksperimentų.

2. Lemiamą įtaką kūgių ištisinės priimamosios kontrolės efektyvumui turi gaminių klasifikavimo klaidos, ypač pirmos rūšies klaida (išbrokuoti geri gaminiai) utilizuojamų gaminių sraute.



5 pav. Šlifuotųjų ekranų priimamosios kontrolės modeliavimo rezultatai

3. Presuotųjų ekranų atrankinės kontrolės efektyvumą lemia kontrolės plano parametrai, pertikrinimo klaidos dydis, vidutinis gamybos srauto defektingumo lygis ir technologinio proceso išsiderinimo laipsnis. Šlifuotųjų ekranų kontrolės efektyvumą papildomai veikia atskirų grupių defektingumo lygių santykis gamybos sraute bei skirtumas tarp priėmimo skaičių pagal atskiras grupes (kiekvienos grupės kontrolės plano griežtumas).

Literatūra

1. **LST 1310:1993.** Statistiniai produkcijos kokybės valdymo metodai. Terminai ir apibrėžimai.
2. **Kalnius R., Vaišvila A., Klimas V.** Kineskopų partijinis priėmimas pagal dvi parametrų grupes // Lietuviškas spalvinis kineskopas. Efektyvumas ir kokybė. 11-osios mokslinės-techninės konferencijos darbai.- Panevėžys: AB “Ekranas”, 2002.– P. 93-102.
3. **Vaišvila A., Kalnius R.** Eksportinių stiklo detalių (kineskopams) partijinis priėmimas // Lietuviškas spalvinis kineskopas. Plokščiaekranis kineskopas.- 12-osios mokslinės-techninės konferencijos darbai.- Panevėžys: AB “Ekranas”, 2003.– P. 160-171.

4. **Vaišvila A., Kalnius R., Eidukas D.** Kineskopų priimamosios kontrolės matematiniai modeliai // Elektronika ir elektrotechnika,- Kaunas: Technologija, 2002. – Nr.5(40). – P. 7-15.
5. **Kalnius R.** Radioelektroninių gaminių kontrolės charakteristikų tikimybiniai modeliai // Elektronika ir elektrotechnika,- Kaunas: Technologija, 1997. – Nr.4(13). – P. 15-17.
6. **Kalnius R., Kruopis J.** Multiparametrical radionic device control // Elektronika ir elektrotechnika,- Kaunas: Technologija, 1999. – Nr.2(20). – P. 7-12.
7. **Kruopis J..** Matematinė statistika. – Vilnius: Mokslas, 1993. – P.416.
8. **Vaišvila A.** Ekonomiškai pagrįsti kineskopų atrankinės kontrolės planai // Elektronika ir elektrotechnika,- Kaunas: Technologija, 2003. – Nr.4(46). – P. 32-36.
9. **Vaišvila A.** Spalvinių kineskopų gamybos kokybės tyrimas. Daktaro disertacija.- Kaunas: Kauno technologijos universitetas, 2003. – 127 p.

Pateikta spaudai 2003 11 14

A.Vaišvila, R.Kalnius, D.Eidukas. Kineskopų stiklo detalių priimamosios kontrolės modeliavimas // Elektronika ir elektrotechnika. – Kaunas: Technologija, 2004. – Nr. 4 (53). - P. 94-101.

Pateikti matematiniai modeliai kineskopų stiklo detalių – kūgių ir ekranų priimamosios kontrolės tikimybinėms charakteristikoms apskaičiuoti, kai gaminio defektingumo lygis aprašomas tikimybiniu beta skirstiniu. Gauti modeliai įvertina tokių pagrindinių veiksnių įtaką: gaminių klasifikavimo klaidų, regeneruojamų ir utilizuojamų gaminių srautų dydžių santykio, kontrolės planų parametrų, vidutinio gamybos srauto defektingumo lygio, technologinio proceso išsiderinimo laipsnio bei daugkartinių grįžtamųjų srautų apimčių. Il. 5, bibl. 9 (lietuvių kalba; santraukos lietuvių, anglų, rusų k.).

A.Vaišvila, R.Kalnius, D.Eidukas. Modeling of Glass Parts of Kinescopes Acceptance Inspection // Electronics and Electrical Engineering. – Kaunas: Technologija, 2004. – No. 4 (53). - P. 94-101.

There are given mathematical models for calculation of kinescopes glass parts - conuses and screens acceptance inspection probabilistic characteristics, when level of defectiveness of product is described by probabilistic beta-distribution. Received models estimates influence of such main factors as: mistakes of products classification, ration of regenerable and recoverable products flows values, parameters of inspection plans, average level of defectiveness of production flow, degree of maladjustment of technological process and volumes of multiply recursive flows. Ill. 5, bibl. 9 (in Lithuanian; summaries in Lithuanian, English, Russian).

А.Вайшвила, Р.Кальнюс, Д.Эйдукас. Моделирование приемочного контроля стеклодеталей для кинескопов // Электроника и электротехника. - Каунас:Технология, 2004. - № 4 (53). – С. 94-101.

Представлены математические модели основных вероятностных характеристик приемочного контроля стеклодеталей (экранов и конусов) для кинескопов, когда уровень дефектности изделий описывается вероятностным бета распределением. Полученные модели учитывают влияние основных воздействующих факторов: Ошибки классификации изделий, соотношение между потоками регенерируемых и утилизируемых изделий, параметры планов контроля, средний уровень дефектности изделий, поступающих на приемочный контроль из производства, степень разрегулировки технологического процесса, а также объемы многократных возвратных потоков изделий. Ил. 5, библ. 9 (на литовском языке; рефераты на литовском, английском и русском яз.).

DOI: 10.5755/j02.eie.10934