

OPTIMIZAREA PARAMETRILOR CONSTRUCTIVI AI PRODUSELOR DE ÎMBRĂCĂMINTE

¹M. Irovan, ²M. Ciocoiu

¹Universitatea Tehnică a Moldovei, ²Universitatea Tehnică „Gh. Asachi”, Iași

INTRODUCERE

În vederea ridicării calității și competitivității produselor de îmbrăcăminte de fabricație industrială se impune reorientarea procesului de proiectare spre utilizator, spre satisfacerea cerințelor față de produse formulate de grupe de utilizatori, delimitate atât prin caracteristici biosociale, cât și prin particularități antropomorfofologice. Cercetările în domeniu au arătat, că poziția punctelor constructive ale tiparelor de bază ale produselor de îmbrăcăminte sunt determinate de particularitățile tipodimensionale ale corpului - indicatori dimensionali, de conformație și de ținută.

Prezenta lucrare tratează problema optimizării construcției de bază a produselor de îmbrăcăminte exterioară pentru bărbați prin prisma sectoarelor superioare de sprijin. Se utilizează un program original de prelucrare a datelor experimentale, de modelare matematică și reprezentare grafică a modelului matematic.

1. CERCETĂRI EXPERIMENTALE

Problema construcției sectoarelor superioare de sprijin ale produselor de îmbrăcăminte exterioară pentru bărbați în diferite metode și sisteme de proiectare este abordată în mod diferit, ceea ce conduce la variații nejustificate ale valorilor parametrilor constructivi caracteristici [1].

În vederea înlăturării acestor deficiențe s-a considerat necesar stabilirea formei analitice a dependențelor dintre valorile indicatorilor antropometrici dimensionali și poziția punctelor constructive de bază caracteristice sectoarelor superioare de sprijin ale produsului pardesiu pentru bărbați. Această problemă s-a soluționat prin aplicarea metodelor de planificare a experimentului [3] și a programului "OPTEX"[2], pentru sectorul superior de sprijin al reperului spate al produsului pardesiu cu clin lateral separat, silueta semiajustată, pentru bărbați.

Valorile indicatorilor dimensionali au fost selectate conform actelor normative în vigoare și metodei de construcție a tiparelor [4], iar intervalele

de variație - pe baza recomandărilor din literatură. Calculul construcției s-a realizat prin metoda Voronin [4], adaptată condițiilor fabricației industriale a produselor de îmbrăcăminte prin alegerea corespunzătoare a valorilor adaosurilor, deoarece răspunde obiectivelor studiului.

Cercetările experimentale au vizat :

- stabilirea influenței indicatorului ținutei asupra poziției punctelor constructive caracteristice sectoarelor superioare de sprijin pentru produsul pardesiu pentru bărbați;
- stabilirea modelelor matematice pentru punctele constructive caracteristice sectorului superior de sprijin al reperului spate pentru produsul pardesiu pentru bărbați;
- optimizarea poziției punctelor constructive caracteristice sectorului superior de sprijin al reperului spate pentru produsul pardesiu pentru bărbați.

Cercetările s-au efectuat pe baza unei serii de experiențe conform unui program central compus rotabil de ordinul doi cu trei variabile independente:

- x_1 - reprezintă valoarea indicatorului dimensional înălțimea corpului T1, cm;
- x_2 - reprezintă valoarea indicatorului dimensional perimetrul bustului al III T16, cm;
- x_3 - reprezintă valoarea indicatorului dimensional poziția corpului T74, cm.

Nivelul zero, pasul de variație, limitele de variație și codificarea parametrilor se prezintă în tabelul 1.

Tabelul 1. Valorile parametrilor.

Denumirea parametru lui inițial	Valoarea codificată				
	-1,682	-1	0	+1	+1,682
	valoarea reală				
Înălțimea corpului, cm	165,6	170	176	182	186,4
Perimetrul bustului, cm	93,1	96	100	104	106,9
Poziția corpului, cm	4,1	5,9	8,4	10,9	12,7

Funcțiile scop sunt coordonatele punctelor constructive 111, 121, 14, notate conform metodei unificate de notare a punctelor constructive:

- 111 - punctul superior al liniei de mijloc a reperului spate;
- 121 - punctul superior al liniei răscoielii pentru gât a reperului spate;
- 14 - punctul superior al liniei răscoielii mânecii a reperului spate,

puncte care determină parametrii constructivi caracteristici ai sectoarelor superioare de sprijin.

Coordonatele s-au determinat în sistemul de referință XOY, unde axa OX - linia taliei, axa OY - dreapta tangentă la linia de mijloc a reperului spate; alegerea axelor de coordonate fiind argumentată de faptul, că în raport cu aceste axe sunt determinate caracteristicile dimensionale ale sectoarelor de contact static ale corpului.

Conform matricei de experimentare s-au realizat 20 variante ale construcției de bază pentru reperul spate pentru tipodimensiunea de grupa a doua de conformație, valorile experimentale ale funcției scop fiind măsurate pe tipare în raport cu un sistem de referință prestabilit.

2. PRELUCRAREA DATELOR

Pentru realizarea variantelor experimentale s-au alcătuit matricele experimentale, pentru fiecare variantă s-a determinat:

- coordonatele x și y ale punctului 111 - X111 și Y111;
- coordonatele x și y ale punctului 121 - X121 și Y121;
- coordonatele x și y ale punctului 14 - X14 și Y14.

Valorile experimentale au fost prelucrate pe calculator cu ajutorul **programului OPTEX**. Calculatorul oferă valorile coeficienților pentru partea liniară și pătratică a unui model matematic de forma: $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2$, pentru un model cu trei variabile.

Programul face verificarea semnificației coeficienților prin testul Student și a adecvănței modelului prin testul Fisher - Snedecor. S-a impus, deasemenea, verificarea suplimentară a adecvănței prin metoda Adler și conform metodei [5] prin calculul procentului de diferențe dintre valoarea măsurată și cea calculată a rezultativei, toate aceste informații fiind oferite de program sub forme accesibile, care pot fi comentate și interpretate de cercetător.

Optimizarea parametrilor constructivi s-a realizat prin analiza izocurbelor rezultate din reprezentarea grafică a modelelor matematice. Reprezentările grafice au fost făcute atât tridimensionale, cât și în plan, pentru obținerea, pe de o parte, a corpului geometric ce reprezintă matematic procesul studiat, iar pe de altă parte, reprezentările în plan au permis obținerea unor curbe de forma $y = f(x_1, x_3)$ și $y = f(x_2, x_3)$, folosite pentru discuția tehnologică și alegerea valorilor presupus optimale sau suboptimale ale rezultativei în funcție de x_3 - indicatorul ținutei.

Reprezentările grafice au rezultat în baza programului OPTEX, care a servit și la obținerea modelelor matematice. Pentru variabilele independente s-au folosit în scopul ușurinței interpretării și realizării graficelor valorile codificate, iar pentru izocurve - valorile reale ale rezultativei.

În continuare se prezintă prelucrarea datelor experimentale pentru variabila rezultativă X121.

Modelul matematic

Variabile independente: 3 variabile

Ecuția generală propusă:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 \quad (1)$$

Coeficienții de regresie, verificarea semnificației coeficienților de regresie:

$b_0 = 9.476$, $db_0 = 0.022$,	b_0 -semnificativ
$b_1 = 0.066$, $db_1 = 0.014$,	b_1 -semnificativ
$b_2 = 0.196$, $db_2 = 0.014$,	b_2 -semnificativ
$b_3 = -0.164$, $db_3 = 0.014$,	b_3 -semnificativ
$b_{12} = 0.025$, $db_{12} = 0.019$,	b_{12} -semnificativ
$b_{13} = -0.025$, $db_{13} = 0.019$,	b_{13} -semnificativ
$b_{23} = 0.050$, $db_{23} = 0.019$,	b_{23} -semnificativ
$b_{11} = 0.041$, $db_{11} = 0.014$,	b_{11} -semnificativ
$b_{22} = 0.058$, $db_{22} = 0.014$,	b_{22} -semnificativ
$b_{33} = 0.041$, $db_{33} = 0.014$,	b_{33} -semnificativ

Ecuția de răspuns:

$$y = 9.476 + 0.066x_1 + 0.196x_2 - 0.164x_3 + 0.025x_1x_2 - 0.025x_1x_3 + 0.050x_2x_3 + 0.041x_1^2 + 0.058x_2^2 + 0.041x_3^2 \quad (2)$$

Verificarea adecvănței modelului:

$$F_{\text{calc}} = 3.956$$

$$F_{\text{tab}} = 5.050$$

$$F_{\text{calc}} < F_{\text{tab}} - \text{modelul este adecvat.}$$

Unghiul de rotire a axelor x_1 și x_2 :

$$\alpha = 35.262^\circ$$

Reprezentarea grafică 3D și 2D a suprafeței de răspuns

$x_1=0$:

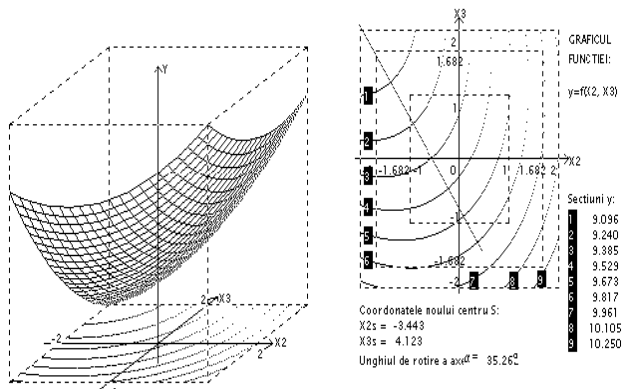


Figura 1. Variația coordonatei X121 în funcție de perimetrul bustului (x_2) și poziția corpului (x_3).

$x_2=0$:

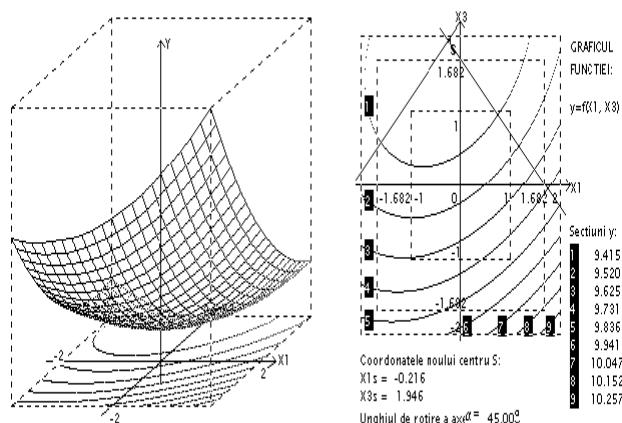


Figura 2. Variația coordonatei X121 în funcție de înălțimea corpului (x_1) și poziția corpului (x_3).

$x_3=0$:

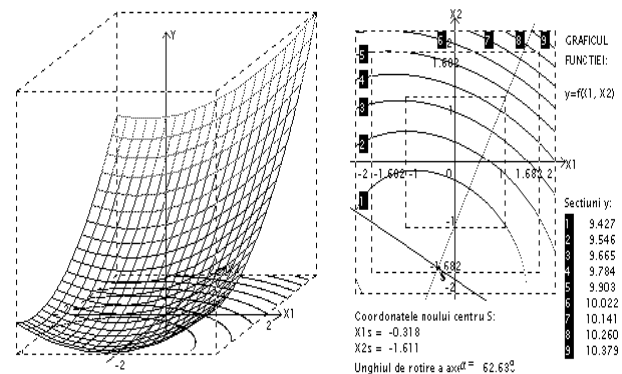


Figura 3. Variația coordonatei X121 în funcție de înălțimea corpului (x_1) și perimetrul bustului (x_2).

Interpretarea rezultatelor

Analiza modelului matematic sugerează faptul, că variabila rezultativă X121 depinde de fiecare dintre factorii x_1 , x_2 , x_3 independent, precum și de interacțiunile x_1*x_2 , x_1*x_3 , x_2*x_3 . Prin verificarea semnificației coeficienților cu testul Student se observă, că sunt semnificativi toți coeficienții ecuației.

În condițiile componente de mai sus a modelului, acesta se dovedește a fi adecvat. Această confirmare este susținută de verificarea suplimentară a adecvantei prin metoda Adler și metoda [5], prin calculul procentului de diferențe dintre valoarea măsurată și cea calculată ale rezultativei X121, acest test arată, că modelul stabilit este puternic adecvat, distanța dintre model și procesul modelat variind în punctele măsurate între 0 % și 2.3 %, ce este mult sub limita de 10 %, pe care o indică datele bibliografice.

Analiza coeficienților ecuației de răspuns, care modelează variația coordonatei X121 conduce la următoarele concluzii:

- partea liniară a ecuației conține toți cei trei parametri, ceea ce arată că variația acestora influențează semnificativ rezultativa X121;
- creșterea valorilor x_1 - înălțimea corpului și x_2 - perimetrul bustului duce la creșterea valorii rezultativei X121 cu o influență mai puternică din partea factorului x_2 - perimetrul bustului, iar creșterea valorilor factorului x_3 - poziția corpului duce la micșorarea valorii rezultativei X121;
- determinarea gradului de influență a parametrilor x_1 , x_2 , x_3 asupra rezultativei - se constată, că x_1 modifică răspunsul cu 0.7%, x_2 modifică răspunsul cu 2.07%, x_3 modifică răspunsul cu 1.73%, influența parametrului x_3 - poziția corpului asupra rezultativei - coordonata X121 este mai mare decât a parametrului x_1 - înălțimea corpului de 2.48 ori și mai mică decât a parametrului x_2 - perimetrul bustului de 1.19 ori;
- partea pătratică conține toți termenii, deci suprafața de răspuns va fi bine conturată;
- în ce privește partea pătratică, se observă, că ea participă la creșterea rezultativei cu valori semnificative și care păstrează ordinea de influență pe care o indică partea liniară;
- viteza de variație a modificării rezultativei X121 este de 0.43% pentru parametrul x_1 - înălțimea corpului, de 0.61% pentru parametrul x_2 - perimetrul bustului și de 0.43% pentru parametrul x_3 - poziția corpului;
- interacțiunile x_1*x_2 și x_2*x_3 respectă sensul pe care variația individuală a fiecăreia din variabilele x_1 și x_2 o are asupra rezultativei X121, adică este pozitivă; spre deosebire de interacțiunea x_1*x_3 care

are un efect de scădere asupra valorii rezultativei X121;

- pentru valori pozitive sau negative ale factorilor x_1 - înălțimea corpului și x_3 - poziția corpului rezultă un efect de scădere a valorii rezultativei X121, pentru valori de semn contrar ale celor doi parametri rezultă o creștere a valorii coordonatei X121.

Analiza reprezentărilor grafice ale suprafeței de răspuns care modelează variația coordonatei X121 conduce la următoarele concluzii:

- pentru $x_1=0$ suprafața de răspuns este de tip hiperboloid parabolic cu o pânză cu punct extrem situat în afara regiunii experimentale cu coordonatele $x_{2s}=-3.443$, $x_{3s} = 4.123$; curbele de nivel constant obținute prin secționarea suprafeței de răspuns cu plane de nivel constant sunt arce de parabolă; datorită faptului, că centrul suprafeței se află departe de centrul experimentului, raza de curbură a suprafeței hiperboloid parabolic este foarte mare, în regiunea experimentală este reprezentată o porțiune a suprafeței care tinde către un plan;
- pentru $x_2=0$ suprafața de răspuns este de tip paraboloid eliptic cu punct extrem de minim situat în afara regiunii experimentale cu coordonatele $x_{1s}=-0.216$, $x_{3s} = 1.946$; curbele de nivel constant obținute prin secționarea suprafeței de răspuns cu plane de nivel constant sunt arce de elipse; proiecția vârfului paraboloidului în planul X1OX3 reprezintă un punct de minim;
- pentru $x_3=0$ suprafața de răspuns este de tip paraboloid eliptic cu punct extrem de minim situat în regiunea experimentală cu coordonatele $x_{1s} = -0.318$, $x_{2s} = -1.611$; curbele de nivel constant obținute prin secționarea suprafeței de răspuns cu plane de nivel constant sunt elipse; proiecția vârfului paraboloidului în planul X1OX2 reprezintă un punct de minim.

3. INTERPRETAREA REZULTATELOR ȘI CONCLUZII

Se poate concluziona, că în limitele domeniului cercetat de variație a parametrilor poziția punctelor constructive de bază poate fi calculată prin modelele matematice, fără a apela la metoda tradițională de construcție a tiparelor.

Modelele matematice elaborate pot fi aplicate în sistemul automat de proiectare a construcțiilor de bază pentru produsul pardesiu pentru bărbați. Modelele matematice pentru variabilele rezultative studiate au forma:

- pentru coordonata X111:

$$y=0.490+0.022x_1+0.069x_2+0.306x_3+0.038x_2x_3+0.028x_2^2+0.046x_3^2 \quad (3)$$

- pentru coordonata Y111:

$$y=47.451+1.078x_1+0.152x_2+1.264x_3 \quad (4)$$

- pentru coordonata Y121:

$$y=50.930+1.129x_1+0.222x_2+0.939x_3 \quad (5)$$

- pentru coordonata X14:

$$y=25.613+0.282x_1+0.274x_2-0.269x_3+0.031x_1x_2-0.044x_1x_3+0.031x_2x_3+0.060x_2^2+0.033x_3^2 \quad (6)$$

- pentru coordonata Y14:

$$y=45.411+1.076x_1+0.144x_2+0.673x_3 \quad (7)$$

Gradul de influență a indicatorului ținutei asupra poziției punctelor constructive 111, 121, 14 și, implicit, asupra parametrilor constructivi caracteristici sectoarelor superioare de sprijin ale reperului spate și ale produsului pardesiu pentru bărbați este semnificativ și variază pentru regiunea experimentală între 1.05 % și 62.45%; creșterea valorii indicatorului poziția corpului duce la creșterea valorii coordonatelor X111, Y111, Y121, Y14 și la micșorarea coordonatelor X121, X14.

Cum problema de minim sau maxim în domeniul cercetat nu este relevantă, modelele matematice permit obținerea unor grafice cu aplicabilitate imediată în condițiile unui caz particular, în acest fel proiectantul poate să evite erorile de calcul pe care nomogramele, aflate actualmente în uz, le introduc datorită modului de obținere a acestora, care implică în mod necesar un anumit grad de aproximare.

Bibliografie

1. **Irovan, M.** Aspecte teoretice și experimentale privind optimizarea proceselor de proiectare constructivă a produselor de îmbrăcăminte exterioară pentru bărbați // Teză de doctorat, Universitatea Tehnică „Gh.Asachi”, Iași, 2002.
2. **Irovan, M., Ciocoiu, M.** OPTEX-Optimizare în textile, program de calcul și reprezentare grafică a unui model matematic, - Revista Română de Textile-Pielărie, nr. 4/2001.
3. **Tihomirov, V.B.** Planirovanie i analiz eksperimenta, Moskva, Izd. Lëgkaâ industriâ, 1974.
4. **Voronin, M.L.** Konstruirovanie i izgotovlenie mužskoi verhnei odejdy besprimeročnym sposobom, Kiev, Izd.Tehnika, 1985.
5. **Ciocoiu, M.** Cercetări teoretice și experimentale privind înclieirea firelor tip mătase // Teză de doctorat, Iași, 1980.

Recomandat spre publicare: 18.11.2004