

VYUŽITIE OBJEKTÍVNEHO MERANIA FARBY PRI HODNOTENÍ KOLORISTICKEJ KVALITY BEZ FAREBNÝCH SKIEL

MAREK LIŠKA, LADISLAV HAMLÍK*, EDMUND KANCLÍŘ, ALFONZ PLŠKO*

Spoločné laboratórium pre základný výskum skla Centra chemického výskumu SAV a VVÚS Trenčín

**Výskumný a vývojový ústav sklársky, 912 50 Trenčín, ul. SNP 20*

Došlo 19. 5. 1988

Navrhla sa a štatisticky sa otestovala automatizovaná experimentálna metóda objektívneho merania farby použiteľná na hodnotenie koloristickej kvality krištáľových skiel. Získali sa charakteristické parametre štatistickej distribúcie produkcie bárnateho krištálu v deviatich bežne používaných farebných priestoroch. Otestoval sa vplyv veľkosti hodnoteného základného súboru a vplyv presnosti experimentálnej metódy na reprezentatívnosť štatistického opisu distribúcie z hľadiska jeho použiteľnosti pri návrhu hodnotiacej metódy typu pass/fail.

ÚVOD

V uplynulých rokoch sme publikovali práce [1, 2] opisujúce parametre štatistickej distribúcie priemyselnej produkcie sodno-draselného krištálu vo farebných priestoroch a navrhli sme metódu hodnotenia koloristickej kvality typu pass/fail. Z diskusií s odborníkmi zo sklárskeho výskumu a priemyslu vyplynula potreba navrhnúť automatizovanú a dostupnú experimentálnu metódu na objektívne meranie farby a otestovať presnosť dosahovaných výsledkov z hľadiska použiteľnosti pre navrhovanú metódu hodnotenia kvality. Prezentovaná práca, analogickým spôsobom ako predchádzajúce [1, 2], hodnotí produkciu bárnateho krištálu a súčasne rieši aj uvedené úlohy.

Navrhovaný postup vytvorenia objektívnej posudzovacej metódy možno zhrnúť do nasledovných bodov:

i) Charakterizovať reprezentatívny výber vzoriek daného typu skla vyhovujúcej kvality hodnotami trichromatických zložiek X , Y a Z .

ii) Prejsť k vhodne zvolenému uniformnému homogénnemu farebnému priestoru a zistiť parametre štatistickej distribúcie daného súboru vzoriek v tomto priestore. Za vhodné pritom považujeme tie uniformné farebné priestory, v ktorých má súbor normálne rozdelenie pravdepodobnosti, a v ktorých sú hlavné osi kovariančného elipsoidu prakticky rovnobežné so súradnicovými osami. Dôvodom pre poslednú požiadavku je iba značné zjednodušenie numerickej manipulácie pri vyhodnocovaní kvality uvedenou metódou.

iii) Na základe výsledkov z bodu ii) navrhnúť hodnotenie typu pass/fail na zvolenej hladine významnosti.

Okrem uvedeného postupu existujú aj alternatívne prístupy [3] založené na použití rôznych kritérií bezfarebnosti. Tieto však pracujú v jednorozmernom priestore, ktorého definícia, resp. návrh transformácie z trojrozmerného priestoru sú zdrojom mnohých ťažkostí. Navyše sa v týchto priestoroch často stráca časť informácie. Napríklad pri vyhodnocovaní kritéria bezfarebnosti z hodnôt trichromatických súradníc sa stráca informácia o jase. Týmto postupom potom vyhodnotíme neutrálne šedé sklo s malým jasom ako ideálne vyhovujúce.

Pri realizácii nami navrhovaného postupu sa však stretávame s viacerými problémami, z ktorých najvýznamnejšie možno rozdeliť nasledovne:

1. Experimentálne problémy:

- a) príprava a tvar vzorky,
- b) rýchlosť, presnosť a reprodukovateľnosť merania spektier priepustnosti vo viditeľnej oblasti.

2. Problémy teoretického charakteru :

- a) voľba veľkosti referenčného súboru vzoriek vyhovujúcej kvality a jeho vytvorenie,
- b) voľba uniformného farebného priestoru.

V predkladanej práci sme sa pokúsili o riešenie týchto problémov na úrovni umožňujúcej po ich zvládnutí sériovú praktickú aplikáciu navrhovanej metódy.

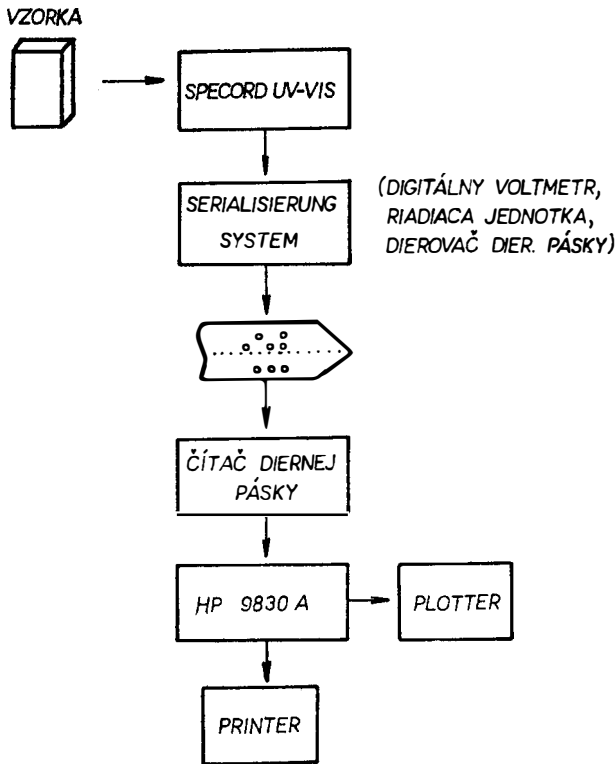
EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Sledovali sme produkciu bárnateho krištáľu v Spojených sklárňach, n. p., Lednické Rovne. Technické problémy spojené s prípravou valcovitých leštených vzoriek s výškou 100 mm používaných pri štúdiu štatistickej distribúcie sodno-draselného krištáľu [1, 2] si vyžiadali prechod k vzorkám tvaru hranola so štvorcovou základňou s hranou asi 25 mm a s výškou 50 mm. Hranolčeky sa pripravovali odliatím do formy. Sklovina sa odoberala z pracovnej časti a odliate hranolčeky sa vychladili rovnakým postupom ako výrobky. Zabrusovali sa iba planparalelné základne. Priebežným vzorkovaním skloviny s vyhovujúcou farebnou kvalitou sa v priebehu dvoch rokov získal základný referenčný súbor 833 vzoriek.

Potreba urýchliť a spresniť meranie si vyžiadali určitú automatizáciu experimentu spojenú s využitím výpočtovej techniky. Základný postup merania a vyhodnocovania je ilustrovaný na obr. 1.

Zariadenie pozostáva z UV-VIS spektrofotometra fy Carl Zeiss (NDR), zo zariadenia Serialisierung System (NDR) umožňujúceho získať namerané spektrá v číslicovej podobe zaznamenané na diernej páske. Dierna páska vstupuje do čítača pripojeného k stolnému programovateľnému kalkulátoru Hewlett Packard HP9830A, na ktorom sa spektrum vyhodnotí a získajú sa hodnoty trichromatických zložiek, trichromatických súradníc, CIE 1976 Lab súradníc a CIE 1964 Wuv súradníc. Ďalšie štatistické spracovanie nameraných údajov sa uskutočňovalo na programovateľnom kalkulátore EPSON pomocou programového vybavenia vypracovaného pre tieto účely v programovacom jazyku FORTRAN. Časová náročnosť merania jednej vzorky spolu s jej vyhodnotením na kalkulátore HP9830A je maximálne 10 minút. Podotýkame, že okrem spektrofotometra možno všetky ostatné časti navrhnutého experimentálneho zariadenia realizovať aj tuzemskými výrobkami (meracou ústredňou a osobným počítačom) vyrábanými napr. v Metre Blansko a Tesle Piešťany.

Všetky prezentované výpočty sa s cieľom dosiahnuť čo najvyššiu všeobecnosť vykonali v deviatich bežne používaných farebných priestoroch. Z úsporných dôvodov a tiež preto, že výsledky sú v mnohých prípadoch v rôznych farebných priestoroch kvalitatívne rovnaké, uvádzame v niektorých prípadoch výsledky len pre najfrekvencovanejšie používané farebné priestory [4].



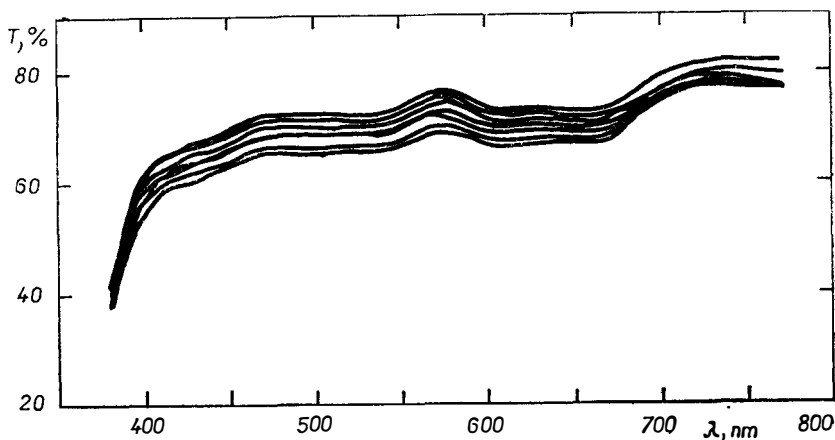
Obr. 1. Schéma experimentálneho zariadenia na meranie a vyhodnocovanie farebnosti.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

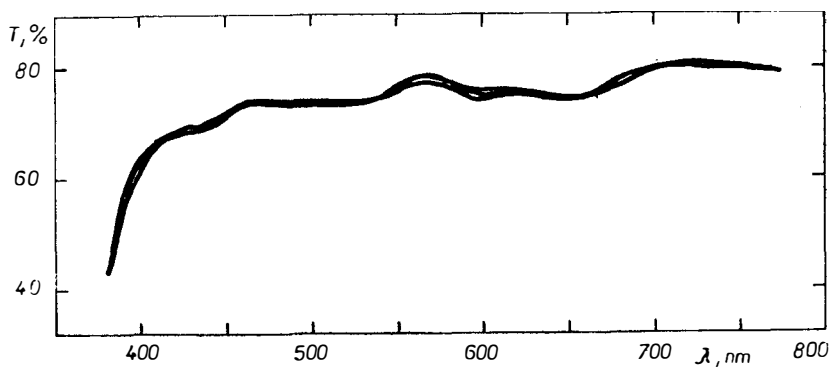
Reprodukovateľnosť merania a tým aj reprezentatívnosť získaných údajov je v prevažnej miere určovaná optickou homogenitou hranolových vzoriek. Výskyt šlír, podmienený hlavne tepelnou históriou vzorky, môže výsledky do značnej miery skresliť. Pre kvantitatívne posúdenie tohto efektu sa vyčlenil súbor 20 náhodne vybraných hranolčekov, na ktorých sa uskutočňovali merania pri ôsmich základných orientáciách v kyvetovom priestore spektrofotometra. Vzhľadom ku geometrii štrbiny spektrálneho prístroja, predstavuje týchto osem orientácií osem navzájom rôznych optických dráh. Už z grafickej prezentácie na výstupe spektrofotometra je na prvý pohľad zrejmé, že jednotlivé vzorky sa z hľadiska optickej homogenity výraznejšie líšili. Na obrázkoch 2 a 3 sú uvedené príklady spektrier priepustnosti opticky nehomogénneho a opticky „dostatočne“ homogénneho hranolčeka. Za dostatočne homogénny pritom považujeme hranolček, ktorý pri rôznych orientáciách poskytuje prakticky rovnaké hodnoty farebných súradníc.

Kvantitatívne sme prejavy optickej nehomogenity sledovali na presnosti stanovenia hodnôt trichromatických zložiek, trichromatických súradníc, CIE 1976 Lab súradníc a farebných súradníc podľa Adamsa a Nickersonovej AN₄₀ Lab [4].

V tabuľkách I a II sú pre jednotlivé hranolčeky 20 členného súboru uvedené smerodajné odchýlky s_x , s_y , s_z trichromatických zložiek, s_x , s_y trichromatických súradníc a s_L , s_a , s_b súradníc CIE Lab a AN₄₀ Lab. Ďalej sú uvedené priemery jednotlivých smerodajných odchýliek a ich smerodajná odchýlka (SOP). Tieto



Obr. 2. Spektra priepustnosti pre osem orientácií opticky málo homogénneho hranolčeka.



Obr. 3. Spektra priepustnosti pre osem orientácií opticky dostatočne homogénneho hranolčeka.

hodnoty reprezentujú presnosť, s ktorou bolo možné namerať na jednotlivých hranolčekoch príslušné súradnice. Skutočnosť, že optické nehomogenity „zhruba rovnako“ ovplyvňujú priepustnosť pri všetkých vlnových dĺžkach meraného spektra potvrdzuje to, že v najmenej miere ovplyvňujú hodnoty trichromatických súradníc x , y a v najväčšej miere ovplyvňujú hodnotu súradnice jasnosti L farebných priestorov CIE Lab a AN₄₀ Lab.

Tabuľka I

Smerodajné odchýlky trichromatických zložiek a trichromatických súradníc pri meraniach rôzne orientovaného hranola

Číslo hranola	s_x	s_y	s_z	s_x	s_y
1	2,38	2,53	2,95	0,000 78	0,000 54
2	0,92	0,97	1,19	0,000 65	0,000 50
3	1,08	1,12	1,29	0,000 70	0,000 49
4	1,41	1,51	1,86	0,000 50	0,000 32
5	1,77	1,90	2,35	0,000 83	0,000 44
6	1,79	1,89	2,33	0,000 65	0,000 35
7	0,73	0,75	0,86	0,000 53	0,000 43
8	1,10	1,17	1,57	0,000 53	0,000 35
9	0,58	0,63	0,76	0,000 13	0,000 13
10	0,61	0,65	0,72	0,000 16	0,000 09
11	0,78	0,82	0,96	0,000 40	0,000 32
12	1,08	1,13	1,26	0,000 55	0,000 39
13	1,06	1,12	1,26	0,000 46	0,000 33
14	1,70	1,83	2,33	0,001 30	0,000 84
15	0,58	0,63	0,75	0,000 37	0,000 23
16	0,40	0,41	0,33	0,000 26	0,000 24
17	0,87	0,90	0,95	0,000 36	0,000 31
18	1,59	1,59	1,71	0,000 71	0,000 41
19	0,44	0,44	0,47	0,000 31	0,000 23
20	2,66	2,82	3,39	0,000 84	0,000 47
Priemer	1,17	1,24	1,46	0,000 55	0,000 37
S. O. P.	0,63	0,67	0,84	0,000 27	0,000 16

Tabuľka II

Smerodajné odchýlky CIE 1976 Lab a AN₄₀ Lab farebných súradníc pri meraniach rôzne orientovaného hranola

Číslo hranola	CIE 1976 Lab			AN — 40 — Lab		
	s_L	s_a	s_b	s_L	s_a	s_b
1	1,24	0,18	0,30	1,18	0,17	0,29
2	0,46	0,11	0,28	0,43	0,10	0,27
3	0,52	0,11	0,29	0,50	0,11	0,28
4	0,72	0,14	0,17	0,68	0,13	0,16
5	0,88	0,21	0,29	0,83	0,20	0,28
6	0,89	0,16	0,22	0,85	0,15	0,21
7	0,35	0,08	0,24	0,33	0,07	0,23
8	0,54	0,14	0,21	0,51	0,13	0,20
9	0,28	0,07	0,06	0,27	0,07	0,06
10	0,29	0,06	0,08	0,27	0,06	0,08
11	0,39	0,06	0,18	0,37	0,05	0,17
12	0,52	0,10	0,23	0,49	0,10	0,22
13	0,52	0,10	0,19	0,49	0,10	0,19
14	0,88	0,25	0,49	0,83	0,24	0,48
15	0,29	0,08	0,15	0,28	0,08	0,15
16	0,19	0,04	0,13	0,18	0,04	0,12
17	0,43	0,04	0,18	0,41	0,04	0,18
18	0,76	0,16	0,27	0,72	0,15	0,25
19	0,20	0,07	0,13	0,19	0,07	0,13
20	1,40	0,20	0,26	1,34	0,19	0,25
Priemer	0,59	0,12	0,22	0,56	0,11	0,21
S. O. P.	0,33	0,06	0,09	0,32	0,06	0,09

Na druhej strane z prezentovaných dát vyplýva, že vhodnou prípravou vzorky, prípadne jej výberom z viacerých paralelne pripravených vzoriek, možno dosiahnuť uspokojivú presnosť stanovenia farebných súradníc, potrebnú pre testovanie typu pass/fail.

V ďalšom sme študovali vplyv veľkosti súboru na získané štatistické charakteristiky. Našou úlohou je určiť postačujúcu veľkosť súboru, t. j. určiť do kedy treba vzorkovať farebne bezchybnú produkciu na to, aby sme získali dostatočne presný a reprezentatívny štatistický opis. Veľkosť súboru ovplyvňuje:

- a) stredné hodnoty farebných súradníc, ktoré určujú polohu stredu kovariančného elipsoidu;
- b) vzájomný pomer veľkosti hlavných poloosí kovariančného elipsoidu, t. j. jeho tvar;
- c) veľkosť hlavných poloosí kovariančného elipsoidu a jeho orientáciu vo farebnom priestore.

Z hľadiska použitia štatistických parametrov pri návrhu metódy typu pass/fail sa ako najdôležitejšie javia body a) a b).

V tabuľke III je ilustrovaný vplyv veľkosti súboru na stredné hodnoty trichromatických súradníc a CIE 1976 Lab farebných súradníc. V prípade ostatných študovaných farebných priestorov je situácia analogická. Vo všetkých deviatich

Tabuľka III

Vplyv veľkosti súboru na stredné hodnoty trichromatických súradníc a CIE — 1976 — Lab súradníc

Počet prvkov	\bar{x}	\bar{y}	L	\bar{a}	\bar{b}
50	0,3158	0,3259	88,60	-0,6133	3,267
99	0,3145	0,3247	88,85	-0,6719	2,613
146	0,3151	0,3252	88,64	-0,6165	2,913
188	0,3152	0,3252	88,70	-0,5833	2,897
238	0,3147	0,3245	89,07	-0,5142	2,618
287	0,3151	0,3249	88,88	-0,4747	2,786
337	0,3152	0,3249	88,95	-0,4496	2,825
387	0,3152	0,3249	89,12	-0,4241	2,828
437	0,3152	0,3249	89,26	-0,4237	2,847
486	0,3152	0,3248	89,33	-0,3978	2,804
536	0,3154	0,3249	89,37	-0,3486	2,852
584	0,3153	0,3247	89,51	-0,3272	2,794
626	0,3153	0,3247	89,54	-0,3149	2,777
668	0,3153	0,3247	89,53	-0,3087	2,799
719	0,3153	0,3248	89,49	-0,3332	2,826
760	0,3153	0,3248	89,53	-0,3584	2,806
800	0,3151	0,3246	89,56	-0,3748	2,728
833	0,3151	0,3247	89,52	-0,3859	2,737

farebných priestoroch sa pritom štatistickým testovaním potvrdila hypotéza o normálnom rozdelení pravdepodobnosti. Na základe prezentovaných výsledkov možno konštatovať, že:

Tabuľka IV

Pomery rozptylov v smere hlavných osí kovariančného elipsoidu ($S_1^2 \geq S_2^2 \geq S_3^2$)

Farebné súradnice	Súbor 50 spektier			Súbor 99 spektier		
	$10^2 \cdot S_2^2/S_1^2$	$10^2 \cdot S_3^2/S_1^2$	$10^2 \cdot S_3^2/S_2^2$	$10^2 \cdot S_2^2/S_1^2$	$10^2 \cdot S_3^2/S_1^2$	$10^2 \cdot S_3^2/S_2^2$
Trichrom. zložky	2,50	0,01	0,51	1,87	0,01	0,59
Trichrom. súradnice	1,29	—	—	1,44	—	—
CIE — 1976 Lab (ČSN)	30,73	1,64	5,34	23,06	1,43	6,21
CIE — 1964 W_{uv} Wiszecki (ČSN)	48,40	1,99	4,12	34,02	1,97	5,79
AN ₄₀ Lab	31,21	1,66	5,32	23,44	1,45	6,20
CUBE-ROOT Lab	26,24	1,05	4,00	16,86	1,13	6,71
JUDD-HUNTER $U_\gamma, U_\alpha, U_\beta$	25,26	0,85	3,36	17,5	0,84	4,82
HUNTER-SCOFIELD Lab	31,06	1,05	3,39	21,67	1,01	4,68
HUNTER L, a_L, b_L	19,18	1,10	5,74	15,08	0,96	6,38

Tabuľka IV (pokračovanie)

Pomery rozptylov v smere hlavných osí kovariančného elipsoidu ($S_1^2 \geq S_2^2 \geq S_3^2$)

Farebné súradnice	Súbor 238 spektier			Súbor 833 spektier		
	$10^2 \cdot S_2^2/S_1^2$	$10^2 \cdot S_3^2/S_1$	$10^2 \cdot S_3^2/S_2^2$	$10^2 \cdot S_2^2/S_1^2$	$10^2 \cdot S_3^2/S_2^2$	$10^2 \cdot S_3^2/S_2^2$
Trichrom. zložky	1,57	0,03	1,76	1,56	0,04	2,76
Trichrom. súradnice	2,53	—	—	5,43	—	—
CIE — 1976 Lab (ČSN)	19,82	3,06	15,45	20,60	5,65	27,41
CIE — 1964 Wuv Wiszecki (ČSN)	25,77	4,04	15,67	31,96	7,82	24,47
AN ₄₀ Lab	20,08	3,09	15,41	20,96	5,71	27,25
CUBE-ROOT Lab	15,95	2,44	15,32	16,78	4,18	24,90
JUDD-HUNTER U_y, U_α, U_β	15,77	1,84	11,67	15,97	3,25	20,37
HUNTER-SCOFIELD Lab	18,90	2,25	11,88	19,73	4,04	20,50
HUNTER L, a_L, b_L	14,04	2,18	15,50	13,34	3,86	28,93

M. Liska, I. Hamlik, E. Kancik, A. Plsko.

i) stredné hodnoty trichromatických súradníc sa uštaľujú pomerne rýchlo, 100-členný súbor plne postačuje na stabilizáciu prvých troch desiatiných miest;

ii) stredné hodnoty Lab súradníc ϵ a stabilizujú pomalšie, so zväčšovaním súboru (v našom prípade totožným s časovým trendom) vykazujú mierne výkyvy spojené so zvyšovaním jasú a miernym znižovaním stupňa zeleného odtieňa. Posledné skutočnosti sú artefaktom časového trendu samotnej výroby, ktorá v priebehu dvoch rokov vzorkovania smerovala k brilantnejšiemu a bezfarebnejšiemu krištálu. Analogické výsledky sa získali aj v ostatných uniformných farebných priestoroch.

V tabuľke IV je uvedený pomer rozptylov v ϵ mere hlavných osí kovariančného elipsoidu pre 9 rôznych druhov farebných súradníc a pre štyri rôzne veľkosti súboru. Vidno, že najpretiahnutejší elipsoid sa získava pre trichromatické zložky, zatiaľ čo pre uniformné farebné priestory sú kovariančné elipsoidy menej degenerované. Zároveň vidno, že pre väčšie rozsahy súboru sa tvar elipsoidov relatívne stabilizuje.

Analogickým spôsobom je v tabuľke V uvedená závislosť objemu kovariančného elipsoidu od rozsahu súboru a druhu farebných súradníc. Stabilizáciu možno lepšie pozorovať, keď objem elipsoidu nahradíme geometrickým priemerom veľkosti jeho hlavných poloosí, ktorý je priamo úmerný tretej odmocnine objemu elipsoidu. Táto situácia je ilustrovaná v tabuľke VI.

Tabuľka V

Objemy kovariančných elipsoidov pre rôzne veľké súbory

Farebné súradnice	Počet spektier			
	50	99	238	833
Trichrom. zložky	1,467	4,482	4,110	5,463
Trichrom. súradnice*)	2,467 · 10 ⁻⁶	5,044 · 10 ⁻⁶	5,993 · 10 ⁻⁶	6,604 · 10 ⁻⁶
CIE — 1976 Lab (ČSN)	1,170	3,537	2,945	4,216
CIE — 1964 Wuv Wiszecki (ČSN)	1,832	5,563	4,641	6,663
AN ₄₀ Lab	1,025	3,101	2,578	3,687
CUBE — ROOT Lab	0,909	2,759	2,280	3,316
JUDD-HUNTER U_y, U_α, U_β	2,381	7,221	5,991	8,587
HUNTER- SCOFIELD Lab	1,706	5,137	4,313	6,207
HUNTER L, a_L, b_L	1,321	4,016	3,371	4,841

*) uvedené sú plochy elipsy

Tabuľka VI

Geometrický priemer hlavných poloosí kovariančných elipsoidov

Farebné súradnice	Počet spektier			
	50	99	238	833
Trichrom. zložky	0,705	1,023	0,994	1,093
Trichrom. súradnice	0,838 · 10 ⁻²	1,063 · 10 ⁻²	1,123 · 10 ⁻²	1,164 · 10 ⁻²
CIE — 1976 Lab (ČSN)	0,654	0,945	0,889	1,002
CIE — 1964 Wuv Wiszecki (ČSN)	0,759	1,099	1,035	1,167
AN ₄₀ Lab	0,625	0,905	0,851	0,958
CUBE-ROOT Lab	0,601	0,870	0,816	0,925
JUDD-HUNTER U_y, U_a, U_β	0,828	1,199	1,127	1,270
HUNTER- SCOFIELD Lab	0,741	1,070	1,009	1,140
HUNTER L, a_L, b_L	0,681	0,986	0,930	1,049

V poslednej tabuľke (tab. VII) sú uvedené hlavné poloosi kovariančných elipsoidov spolu s transformáciou k hlavným osiam pre trichromatické zložky, trichromatické súradnice, CIE 1976 Lab farebné súradnice, CIE 1964 Wuv farebné súradnice, AN₄₀ Lab farebné súradnice, Cube Root Lab súradnice, Juddove Hunterove U_y, U_a, U_b súradnice, Hunterove Scofieldove Lab súradnice a Hunterove L, a_1, b_1 súradnice. Tabelované hodnoty sa získali spracovaním úplného súboru 833 vzoriek a predstavujú základ pre vytvorenie pass/fail hodnotenia v ľubovoľnom zo zvolených farebných priestorov. Za povšimnutie stojí skutočnosť, že prakticky vo všetkých uniformných farebných priestoroch uvedených v tabuľke je kovariančný elipsoid orientovaný tak, že jeho hlavné osi sú prakticky rovnobežné so súradnicovými osami farebného priestoru, čo pri praktickom použití výrazne zjednodušuje výpočet rozhodovacieho kritéria. Z porovnania uvádzaných veľkostí hlavných poloosí s dosiahnuteľnou presnosťou merania (vyplývajúcou z údajov v tab. I a II) vyplýva, že na základe získaných štatistických charakteristík možno navrhnúť spoľahlivú metódu hodnotenia koloristickej kvality produkcie bezfarebného skla.

Literatúra

- [1] Plško A., Liška M.: Sklár a keramik 34, 1984, s. 139.
- [2] Liška M., Plško A., Kancíř E.: Silikáty 29, 1985, s. 31.
- [3] Madden B. G., Roberts O. C., Brungs M. P.: Glass Technology 24, 1983, s. 40.
- [4] Československý kolorista. Mimoriadne číslo, Praha, SODB 1976.

Tabuľka VII

Výsledné kovariančné elipsoidy pre súbor 833 spektier

TRICHROMATICKÉ ZLOŽKY			
Stred elipsoidu	73,1	75,3	83,6
Hlavné poloosi	Transformačná matica		
7,96	0,505	0,521	0,688
0,993	-0,496	-0,477	0,726
0,165	0,706	-0,708	0,176
TRICHROMATICKÉ SÚRADNICE			
Stred elipsoidu	0,315	0,325	
Hlavné poloosi	Transformačná matica		
0,0030	0,714	0,701	
0,0007	-0,701	0,714	
CIE — 1976 Lab (ČSN)			
Stred elipsoidu	89,5	-0,386	2,74
Hlavné poloosi	Transformačná matica		
0,211	0,966	-0,019	0,257
0,956	0,257	0,014	0,966
0,500	0,015	0,999 7	-0,018
CIE — 1964 WISZECKI (ČSN)			
Stred elipsoidu	88,5	1,005	2,89
Hlavné poloosi	Transformačná matica		
2,16	0,925	0,378	0,029
1,22	-0,244	0,653	-0,717
0,604	-0,290	0,656	0,697
ADAMS — NICKERSONOVÁ AN ₄₀ Lab			
Stred elipsoidu	82,1	-0,35	2,63
Hlavné poloosi	Transformačná matica		
2,004	0,965	-0,018	-0,263
0,917	0,263	0,013	-0,965
0,479	0,144	0,999 8	-0,172

Tabuľka VII (pokračovanie I)

CUBE — ROOT Lab			
Stred elipsoidu	88,4	—0,020 3	2,516
Hlavné poloosi	Transformačná matica		
2,115	0,978	—0,141	—0,155
0,866	0,208	0,738	0,641
0,432	0,024	—0,659	0,751
JUDD — HUNTER U_y, U_α, U_β			
Stred elipsoidu	104	0,192	3,98
Hlavné poloosi	Transformačná matica		
3,05	0,976	—0,127	—0,176
1,22	0,217	0,612	0,761
0,551	—0,011	0,781	—0,624
HUNTER — SCOFIELD Lab			
Stred elipsoidu	86,7	0,175	3,71
Hlavné poloosi	Transformačná matica		
2,55	0,972	—0,145	—0,183
1,13	0,233	0,61	0,758
0,513	—0,002	0,779	—0,627
HUNTER L, a_L, b_L			
Stred elipsoidu	86,7	—1,53	3,63
Hlavné poloosi	Transformačná matica		
2,53	0,986	—0,029	—0,166
0,922	0,166	0,017	0,986
0,496	0,026	0,999 4	—0,022