



**STOWARZYSZENIE POLSKICH
CHEMIKÓW KOLORYSTÓW**



**INFORMATOR
CHEMIKA KOLORYSTY**



ROK 2016

NR 28



Z okazji Świąt Bożego Narodzenia życzymy Państwu wspaniałych dni, wypełnionych melodią kołęd i obecnością bliskich ludzi. Niech codzienne troski ustąpią miejsca pogodnej refleksji nad życiem, a powszechny zgietk ucichnie i zagości w sercach spokój. Nadchodzący rok niech będzie rokiem osobistego szczęścia i satysfakcji zawodowej.

W podziękowaniu za owocną współpracę
Rada Stowarzyszenia Polskich Chemików Kolorystów
i Zarząd Fundacji Rozwoju Polskiej Kolorystyki



**STOWARZYSZENIE POLSKICH
CHEMIKÓW KOLORYSTÓW**

**FUNDACJA ROZWOJU
POLSKIEJ KOLORYSTYKI**

Afiliowane przy International Federation
of Associations of Textile Chemists and Colourists

INFORMATOR CHEMIKA KOLORYSTY

Rok 2016

nr 28

ZESPÓŁ REDAKCYJNY:

inż. Włodzimierz Dominikowski –
redaktor naczelny

dr inż. Bogumił Gajdzicki

mgr inż. Alicja Kawiorska

mgr inż. Stanisław Pruś

mgr inż. Izabela Oleksiewicz

REDAKCJA:

STOWARZYSZENIE POLSKICH
CHEMIKÓW KOLORYSTÓW

90-007 Łódź, Pl. Komuny Paryskiej 5a

tel. 42 632-89-67

fax 42 632-50-03

www.kolorysty.org.pl

e-mail: kolorysty@kolorysty.org.pl

KOMITET NAUKOWY:

dr inż. Kazimierz Blus

prof. dr hab. inż. Wojciech Czajkowski

dr inż. Bogumił Gajdzicki

prof. dr hab. inż. Jerzy Szadowski

dr hab. inż. Jadwiga Sójka-Ledakowicz,
prof. IWV

dr inż. Włodzimierz Szczepaniak

WYDAWCA:

FUNDACJA ROZWOJU

POLSKIEJ KOLORYSTYKI

90-007 Łódź, Pl. Komuny Paryskiej 5a

tel. 42 632-89-67

fax 42 632-50-03

www.kolorysty.org.pl

e-mail: kolorysty@kolorysty.org.pl

nakład: 180 egzemplarzy

SPIS TREŚCI:

1. Postęp w dziedzinie środków do wykończeń
hydrofobowych wyrobów włókienniczych
Bogumił Gajdzicki 13
2. Zarys wiadomości o barwie
cz. 6. Zastosowanie pomiarów barwy (c.d.)
Józef Mielicki 25
3. Tak niegdyś było – 102 lata temu
Nieprzemakalne tkaniny
(Przegląd Techniczno-Chemiczny)
Włodzimierz Dominikowski 51
4. Międzynarodowy Kongres IFATCC w Pardubicach
Bogumił Gajdzicki, Joanna Lewartowska 59
5. XXXII Seminarium Polskich Chemików Kolorystów
Zakopane – Kościelisko 2016 r
Alicja Kawiorska 65
6. III Targi Technicznych Wyrobów Włókienniczych
Stanisław Pruś 68

Informacje:

1. Fundacja Rozwoju Polskiej Kolorystyki -
materiały do badań i oceny odporności wybarwień 24
2. Nowości wydawnicze
FABRYKANCY, BURZLIWE DZIEJE ŁÓDZKICH BOGACZY 64
3. Bał Kolorystów w 2017 r. - informacja 70
4. XXXIII Seminarium Polskich Kolorystów w 2017 r.
Informacja wstępna 71

Życzenia świąteczne:

<i>SPChK</i>	2
<i>Janis Sp. z o.o., Sp. K.</i>	4
<i>Instytut Włókiennictwa</i>	5
<i>Olea Polska Sp. z o.o.</i>	6
<i>Z.W. Biliński Sp. j.</i>	7
<i>Barbara Lechtańska</i>	8
<i>Clarchem Polska Sp. z o.o.</i>	9
<i>P² Piotr Podogrocki</i>	10
<i>Swisscolor</i>	11
<i>Thorex</i>	12

DRUK:

PIKTOR Szlaski i Sobczak Spółka Jawna
93-231 Łódź, ul. Tomaszowska 27

*Spokojnych, zdrowych i radosnych
Świąt Bożego Narodzenia*

oraz pomyślności w 2017 roku

życzyć





*Święta Bożego Narodzenia to czas radości, spokoju i refleksji.
Niech atmosfera tych świąt wyzwoli w nas to, co najlepsze
i da energię do podejmowania wyzwań Nowego Roku.*

*Dziękując za dotychczasową współpracę,
zapraszamy do tworzenia nowego oblicza włókiennictwa
poprzez wspólną realizację projektów
w ramach programów współfinansowanych z funduszy UE.*

*Wesołych Świąt oraz wszelkiej pomyślności na cały 2017 rok
życzy*

Instytut Włókiennictwa

*W oczekiwaniu na zbliżające się
Święta
Bożego Narodzenia i Nowy Rok
żegnamy minione miesiące
pełni nadziei spoglądamy w przyszłość.
Pragniemy przeżyć
niepowtarzalne chwile
w pokoju i wzajemnej bliskości.
Serdeczne życzenia
zdrowia, pogody ducha
spełnienia wszystkich marzeń
zawodowej satysfakcji i wielu sukcesów
składa*

OLEJA POLSKA Sp. z o.o.

Nowy Rok

2017





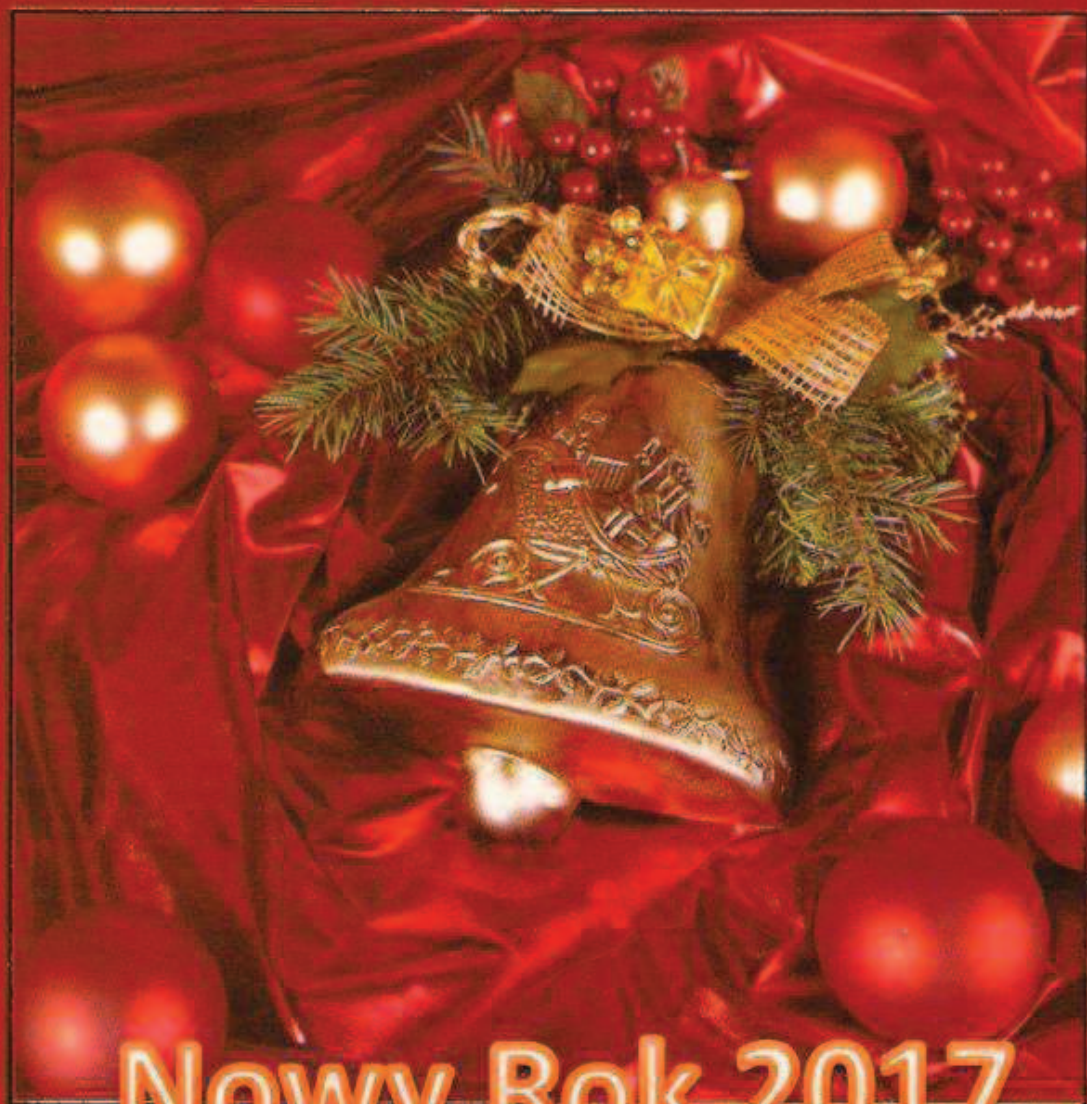
BILIŃSKI
TextlePrint



BILIŃSKI
Factory Of Colour

*Wesołych Świąt Bożego Narodzenia
i Szczęśliwego Nowego Roku.*

*Życzymy Państwu,
by był to czas wyzwań,
nowych horyzontów i sukcesów
na polu biznesowym oraz osobistym.*



Nowy Rok 2017

**Wszystkim Klientom i Przyjaciołom
serdeczne życzenia wesołych i spokojnych
Świąt Bożego Narodzenia
oraz pomyślności w Nowym Roku 2017
składa Barbara Lechtanska**

tel. 601 945 910

barbara.lechtanska@wp.pl

CLARCHEM

życzy



Wesołych
ŚWIĄT

oraz wszelkiej pomyślności
w Nowym Roku 2017!



P2 Piotr Podogrocki

+48 606 339 199

; piotr.podogrocki@pkwadrat.pl

- Doradztwo oraz wsparcie technologiczne i techniczne
- Opracowywanie procesów wykończalniczych
- Optymalizacja rozwiązań produkcyjnych
- Opracowania z zakresu B-R
- Audyty i szkolenia
- Wyłączny przedstawiciel TANATEX CHEMICALS i NEW TANATEX
- Barwniki COLOR SERVICE



ADDING PASSION TO TEXTILES.





Najserdeczniejsze życzenia szczęśliwych i radosnych
Świąt Bożego Narodzenia
oraz wszelkiej pomyślności i sukcesów
w nadchodzącym Nowym Roku,
wraz z podziękowaniami za dotychczasową współpracę
składa

swisscolor
wszystko dla włókiennictwa



**Radosnych i spokojnych, pełnych ciepła i nadziei
Świąt Bożego Narodzenia
oraz wszelkiej pomyślności i osiągnięcia sukcesów,
cierpliwości i wytrwałości w realizacji planów
i dalszej owocnej współpracy w nadchodzącym 2017 roku
składają naszym Przyjaciołom i Klientom
Zarząd i Pracownicy Firm**

TEXCHEM

THORREX

Postęp w dziedzinie środków do wykończeń hydrofobowych wyrobów włókienniczych

Progress in the field of auxiliary to the hydrophobic finishing of textiles

Bogumił Gajdzicki
Instytut Włókiennictwa,
Stowarzyszenie Polskich Chemików Kolorystów

Textiles with a hydrophobic finish was known for many decades. Probably observation of nature led people to use for this purpose natural oils. Increasing requirements for the quality of water repellent textile led to significantly expand the range of hydrophobic substances currently in use. It is possible to obtain the products not controlling water resistant but allowing the air permeability and water vapor. Such a significant development of technology in this field was made possible by the development of knowledge concerning the surface phenomena associated with the contact of the liquid with the solid surface. On the other hand, knowledge of the synthesis of very complex chemical polymer with the features allocated specifically identified needs.

1. Wstęp

Wykończenie hydrofobowe wyrobów włókienniczych należy do jednych z najstarszych wykończeń wyrobów użytkowych. Pierwotnie było realizowane w wyniku impregnacji włókna celulozowego substancjami tłuszczowymi (olej lniany) i innymi wypełniaczami stwarzającymi barierę dla wody. Takie wyroby w sensie obecnych wymagań wykazywały brak komfortu użytkowego - brak przepuszczalności powietrza i pary wodnej. Patrz artykuł „Nieprzemakalne tkaniny” w dziale „Tak niegdyś było...” str.51.

Wyroby o powierzchni z ograniczoną zwilżalnością wykazują małą chłonność cieczy, z którą ta powierzchnia jest w kontakcie. Ciecz, w tym głównie woda, w zależności od warunków może powierzchnię wyrobu zwilżać, może wnikać do wnętrza włókna i/lub ulegać adsorpcji ale może tworzyć na tej powierzchni krople,

które z niej spływają. W praktyce uznaje się, że 100 cm słupa wody (10 kPa) hydrostatycznego ciśnienia określa wyrób nieprzemakalny.

Wykończenie hydrofobowe, to takie które zapewnia, że włókno nie jest zwilżane wodą i różni się od nieprzemakalnego charakteryzującego się ograniczeniem przenikania wody przez płaski wyrób włókienniczy.

Zwykle wykończenia nieprzemakalne wymagają powlekania powierzchni wyrobu włókienniczego warstwą polimeru: syntetycznej gumy, polichlorku winylu lub poliuretanu. Obecnie stosowane polimery syntetyczne pozwalają uzyskać warstwę powleczenia zawierającą system mikrokapilar zapewniających przepuszczalność powietrza a nieprzepuszczalność kropli wody, co sprawia że takie wyroby mogą być stosowane nie tylko jako produkty techniczne, ale również w produkcji odzieży.

Należy jednak podkreślić, że zwilżalność włókien jest jednym z ważniejszych zjawisk w procesie ich wykończenia - bieleńia, barwienia czy drukowania, ale również uzyskania skutecznego wykończenia hydrofobowego.

Generalnie ciecz będzie zwilżała gładką powierzchnię jeśli jej napięcie powierzchniowe jest mniejsze od napięcia powierzchniowego powierzchni, z którą ciecz jest w kontakcie. Spełnienie powyższej reguły do wykończenia hydrofobowego wyrobu włókienniczego nie zawsze jest oczywiste i nie sprawdza się w praktyce głównie dlatego, że wyrób włókienniczy ma rozbudowaną powierzchnię.

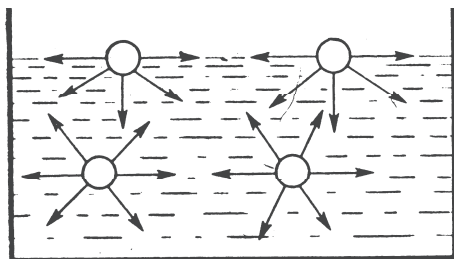
Warunkiem uzyskania wyrobu o dobrych właściwościach hydrofobowych jest zastosowanie tkaniny:

- wykonanej z przędzy możliwie cienkiej i skręconej oraz znacznym zagęszczeniu wątku i osnowy. Dla włókien syntetycznych lepsze wyniki uzyskuje się stosując mikro i nanowłókna o masie liniowej poniżej 1 dtex.,
- po skutecznym oczyszczeniu w procesach obróbki wstępnej,
- równomiernym naniesieniu środka hydrofobowego na całą powierzchnię wyrobu włókienniczego.

Niezmiernie istotnym jest, aby po procesie prania czy obróbce w kąpielach wodnych zawierających środki powierzchniowo czynne, całkowicie usunąć te środki z wyrobu przed wykończeniem hydrofobowym. Bardziej skuteczne wykończenie uzyskuje się na tkaninie po procesie opalania niezależnie od tego czy wykonane jest to przed odklejaniem czy bezpośrednio przed procesem wykończenia.

2. Zjawiska powierzchniowe na granicy faz ciało stałe ciecz

Ważnym parametrem warunkującym szybkość zwilżania jest napięcie powierzchniowe. Jest to zjawisko fizyczne występujące na styku powierzchni cieczy z ciałem stałym, gazem lub inną cieczą, nazywane napięciem międzyfazowym. Z fizycznego punktu widzenia jest to energia przypadająca na jednostkę powierzchni lub praca potrzebna do rozciągnięcia powierzchni o jednostkę [1]. Przyczyną istnienia napięcia powierzchniowego są siły przyciągania międzycząsteczkowego w cieczy.



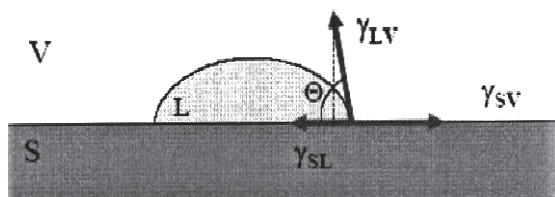
Rys. 1. Schemat rozkładu sił wzajemnego oddziaływania między cząsteczkami w cieczy

Napięcie powierzchniowe na granicy faz oznacza, że siły spójności (kohezji) wewnątrz stykających się ośrodków są większe niż siły przylegania (adhezji) na granicy faz. Siły napięcia powierzchniowego, styczne do powierzchni, wpływają na kształt swobodnej powierzchni cieczy w miejscu styku z ciałem stałym. Nieruchoma kropla cieczy zwykle przybiera kształt kulisty, gdyż charakteryzuje się ona najmniejszym stosunkiem powierzchni do objętości.

Swobodna energia powierzchniowa jest równa pracy, jaka jest potrzebna do utworzenia jednostkowej powierzchni, podczas rozdziału dwóch znajdujących się w równowadze faz w odwracalnym procesie izotermicznym. Wartość swobodnej energii powierzchniowej jest obliczana na podstawie kątów zwilżania wyznaczonych poprzez różne ciecze pomiarowe.

Energia powierzchniowa – im większa, tym powierzchnia jest bardziej zwilżana. Wyroby hydrofobowe to takie, które są słabo zwilżane przez wodę, a hydrofilowe to takie, które są dobrze zwilżane przez wodę.

Dla powierzchni płaskich, heterogenicznych opisanie zjawiska zwilżalności jest proste i obiektywne. Ciecz umieszczona na płaskiej powierzchni, jeśli nie wnika w nią całkowicie, w stanie równowagi, to jest w przypadku zrównoważenia napięcia powierzchniowego między ośrodkami będącymi w kontakcie, tworzy mniej lub bardziej płaską kroplę. Styczna do powierzchni kropki w miejscu jej styku z ciałem stałym wyznacza kąt kontaktu Θ (kąt graniczny) kropki z powierzchnią w punkcie styku trzech faz: stałej (S), ciekłej (L) i gazowej (V), patrz rysunek 2 [2-4]. Wielkość kąta zwilżania Θ jest generalnie uznawana za parametr oceniający zwilżalność powierzchni przez ciecz. Wysoka wartość kąta zwilżania wskazuje na małą zwilżalność powierzchni; $\Theta > 110^\circ$. Mała wartość tego kąta wskazuje na dobrą zwilżalność. Teoretycznie kąt zwilżania płaskiej homogenicznej powierzchni powinien wynosić 180° , ale praktycznie taka powierzchnia nie występuje i w praktyce wartość kąta zwilżania jest mniejsza od $\Theta < 180^\circ$.



Rys. 2. Schemat działania sił napięcia powierzchniowego na granicy trzech faz

$$\cos \Theta = \frac{\gamma_{SV} - \gamma_{SL}}{\gamma_{LV}}$$

Kąt kontaktu Θ jest wartością możliwą do obiektywnego zmierzenia. Dla $\Theta = 0^\circ$, $\cos \Theta = 1$ ciecz rozlewa się po powierzchni ciała stałego, dla wyrobu włókienniczego całkowicie wnika w niego i jest to tak zwane zwilżanie zupełne.

Gdy $0^\circ < \Theta < 90^\circ$ ciecz dobrze zwilża wyrób włókienniczy, praktycznie takie wyroby postrzega się jako hydrofilowe.

Gdy $90^\circ < \Theta < 150^\circ$ złe zwilżanie powierzchni przez ciecz.

Jeśli $\Theta > 150^\circ$ powierzchnia wyrobu postrzegana jest w praktyce jako superhydrofobowa.

Powierzchnia wyrobu włókienniczego, ze względu na jej strukturę, może ulegać zwilżaniu według różnego mechanizmu takiego jak immersja, zraszanie, kapilarna penetracja czy adhezja. Napięcie powierzchniowe silnie zależy od temperatury cieczy. Zmniejsza się, w przybliżeniu liniowo wraz ze wzrostem temperatury.

Włókno bawełny po procesie prania, bielenia chemicznego czy merceryzacji ulega częściowej modyfikacji co skutkuje powstawaniem grup ketonowych czy karboksylowych o charakterze anionowym i bardziej hydrofilowych od grup hydroksylowych. W konsekwencji wartość krytycznego napięcia powierzchniowego takiego wyrobu włókienniczego zwiększa się [2].

Wykończenia olejoodporne sprawiają, że włókno nie jest zwilżane olejem

i w konsekwencji zanieczyszczenia tłuszczowe są łatwiej z tego wyrobu usuwane.

Tabela. 2. Przykładowe wartości napięcia powierzchniowego wybranych cieczy oraz energia powierzchniowa niektórych włókien, w temperaturze 20°C

Związek	γ_{LV} - napięcie powierzchniowe, mN/m
woda	71,97
woda ze środkiem powierzchniowoczynym	25 - 35
woda destylowana	72,75
glicerol	63,4
nitrobenzen	41,8
benzen	28,87
czterochlorek węgla	26,8
aceton	23,7
n-oktan	22
n-heptan	20
toluen	28,5
alkohol etylowy	22,3
eter etylowy	17,0
olej rycynowy	36,0
gliceryna	63,4
większość detergentów	40 - 50
olej parafinowy	30,2 (25°C)
poliamid 66	46
welna	45
bawełna bielona	44
poliester	43
polipropylen	29

Zaobserwowano że kwasy tłuszczowe, amidy lub aminy z prostym łańcuchem węglowodorowym o przynajmniej 14. atomach węgla, mogą w określonych warunkach orientować się prostopadle łańcuchami węglowymi do powierzchni na jakiej są zaadsorbowane w ten sposób, że grupa jonowa (karboksylowa, amidowa lub aminowa) jest w kontakcie z powierzchnią. Podobną właściwość wykazują również związki, zwykle o krótszym łańcuchu węglowym, w których atomy wodoru zastąpiono fluorem. Na powierzchni tworzy się monocząsteczkowa warstwa substancji z zewnętrznymi grupami $-\text{CH}_3$ lub $-\text{CF}_3$, która jest nie tylko hydrofobowa, ale nie pozwala na wnikanie oleju. Stwierdzono, że penetracja wytworzonej monocząsteczkowej warstwy cieczą zależy od napięcia powierzchniowego tej

cieczy. Woda charakteryzująca się dużym napięciem powierzchniowym nie penetruje i tworzy na niej krople o kulistym kształcie. Ciecze o mniejszym napięciu powierzchniowym, takie jak tłuszcze, będą tworzyć bardziej płaskie rozplywające się krople (kąt zwilżania nieco większy od 0°).

3. Wykończenia funkcjonalne wyrobów włókienniczych

Powierzchnie funkcjonalne o wykończeniu superhydrofobowym muszą charakteryzować się, poza hydrofobowością również odpowiednią morfologią powierzchni. W literaturze można znaleźć teoretyczny opis właściwości takich wykończeń za pomocą dwóch modeli, jak pokazano na rysunku 3. Zwykle powierzchnie, gdzie ciecz nie wnika w jej nano zagłębienia spełniają wymogi powierzchni samoczyszczących [5].



Rys. 3. Zachowanie się kropli cieczy na powierzchni niegładkiej [5]

Wyniki podane w tabeli 3. uzyskano dla tkaniny wykonanej z bawełny pochodzącej z tego samego źródła. Jest interesującym, że wyroby z włókien bawełny zarówno po procesie prania jak i merceryzacji, czy bieleniu chemicznym charakteryzują się istotnym wzrostem krytycznego napięcia powierzchniowego. W konsekwencji są dobrze zwilżane wodą. Ale jednocześnie tak przygotowane wyroby po wykończeniu związkami stosowanymi w apreturach hydrofobowych charakteryzują się bardzo dobrymi efektami wykończenia. Dowodzi to tezie, że istotnym warunkiem poprawnego wykończenia hydrofobowego jest dobra penetracja i równomierne naniesienie wodnych emulsji substancji hydrofobowych.

Tabela 3. Wpływ procesu obróbki wstępnej tkaniny bawełnianej na wartość napięcia powierzchniowego (krytyczne napięcie powierzchniowe [6])

Sekwencja obróbki wstępnej	Średnia wartość napięcia powierzchniowego, mN/m (20°C)
surowe włókno bawełny	26
Ranji,	26,1
Deltapine,	25,2
Coker,	26,1
Lambert,	26,1
Proces dwuetapowy bez prania:	
merceryzacja i bielenie nadtlenowe	27,6
merceryzacja i bielenie podchlorynem	26
Proces dwuetapowy z praniem:	
pranie, bielenie nadtlenowe	44
pranie, bielenie podchlorynem	36
pranie, merceryzacja, bielenie nadtlenowe	38
pranie, merceryzacja, bielenie podchlorynem	36,6
pranie, merceryzacja, bielenie nadtlenkiem i obróbka cieplą amoniakiem	55,8

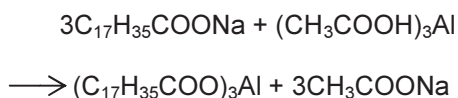
Zjawiskiem występującym w wyrobach włókienniczych, związanym z napięciem powierzchniowym i jednocześnie z występowaniem niewielkich przestrzeni między włóknami jest zagadnienie kapilarności ułatwiające odprowadzanie wilgoci z wewnątrz odzieży na zewnątrz. Wzajemne oddziaływanie cieczy ze ścianką kapilary powoduje podniesienie się lub obniżenie poziomu cieczy poprzez siły napięcia powierzchniowego. Jeśli ścianki kapilary są zwilżane przez ciecz to poziom podnosi się i zwykle następuje odprowadzanie potu na zewnątrz odzieży.

4. Związki chemiczne stosowane w hydrofobowym wykończeniu wyrobów włókienniczych

Związki chemiczne stosowane w wykończeniu hydrofobowym wyrobów włókienniczych można podzielić na kilka kategorii:

4.1. Produkty charakteryzujące się linowym alifatycznym łańcuchem węglowodorowym

Początkowo wykończenie hydrofobowe wykonywane było dwukąpielowo. W pierwszej kąpeli „zaprawiano” włókno bawełny solami glinu, cyrkonu lub miedzi najczęściej w postaci octanu, mrówczanu lub siarczanu i suszono. Następnie наносono roztwór mydła sodowego (stearynowego czy oleinowego), co w odpowiednich warunkach powodowało wytrącenie się na włóknie nierozpuszczalnych soli naniesionych wcześniej metali.



Zwykle końcowym etapem wykończenia jest obróbka termiczna, najlepiej przez kalandrowanie. Stosowanie soli miedzi, zamiast glinu, z jednej strony powoduje uzyskanie zielonego odcienia wykończonego wyrobu, ale jednocześnie obecność jonów miedzi sprawia uzyskanie cech antygrzybiczych i antybakteryjnych. Tak uzyskane wykończenie nie jest odporne na pranie.

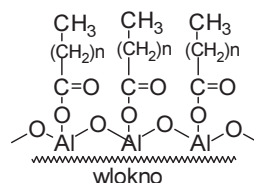
Jednym z pierwszych i do dzisiaj stosowanych środków jest kompozycja dyspersji wosków z dodatkiem soli glinu. Woski to grupa substancji stałych pochodzenia naturalnego lub syntetycznego o stosunkowo niskiej temperaturze topnienia i niskiej lepkości w stanie stopionym. Zwykle są mieszaninami różnych związków, topiących się bez rozkładu w temperaturze powyżej 40°C. Woski pochodzenia zwierzęcego to przede wszystkim estry wyższych kwasów tłuszczowych oraz wyższych alkoholi. Są nierozpuszczalne w wodzie, ulegają hydrolizie.

Na wyrobie włókienniczym po procesie napawania i obróbce termicznej w temperaturze 90 - 130°C uzyskuje się fizyczną modyfikację powierzchni włókna charakteryzującą się zmniejszoną zwilżalnością, ale wyrób przepuszcza powietrze i parę wodną. Wykończenie spełnia swoją funkcję do pierwszego prania. Zastąpienie soli glinu trójwartościowego solami cyrkonu pozwala

na uzyskanie nieznacznie lepszych właściwości wodoodporności i trwałości wykończenia na pranie. Emulsję parafinowo cyrkonową można stosować wraz z kompozycją polimerów i środków sieciujących do wykończeń zmniejszających gniotliwość wyrobu. Jednokąpielowe wykonanie wykończenia hydrofobowego i zmniejszającego gniotliwość skutkuje zwykle lepszym efektem wodoodporności i trwałości tego efektu na pranie. Również zmniejszenie penetracji wody do włókna celulozowego pozytywnie wpływa na brak skłonności do tworzenia załamań na tkaninie w czasie użytkowania.

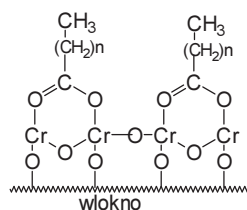
Produkty na bazie wosków i parafin, zawierające zwykle około 25% substancji tłuszczowej i 5 - 10% soli cyrkonu **Zr** lub glinu **Al** są stosowane do wykończeń wyrobów z włókien naturalnych i syntetycznych metodą napawania oraz suszenia bez dogrzewania.

Pozostałości kąpeli po napawaniu zawierają znaczne ilości metali i mogą stanowić problem w ściekach.



4.2. Wykończenie na bazie soli glinowych wosków i parafin

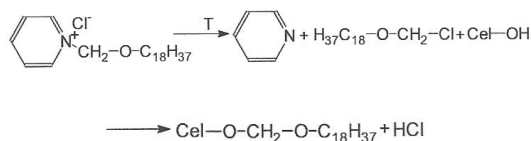
Produkt o nazwie Quilon (Du Pont), Phobotex (Ciba) to kompleksy chromowe kwasów tłuszczowych o długości łańcucha węglowego C₁₆ - C₁₉. Często z zastosowaniem alkoholu propylowego preparacja tworzy z włóknami, szczególnie o charakterze anionowym, silne oddziaływania co pozwala na uzyskanie trwałych na pranie wykończeń hydrofobowych.



kompleks chromowy kwasu tłuszczowego na powierzchni włókna

W końcu lat trzydziestych ubiegłego stulecia datuje się stosowanie pochodnych pirydyny z długim łańcuchem węglowodorym. Produkty te, w odróżnieniu od poprzednich, są rozpuszczalne w wodzie, ale ich występowanie w postaci chlorowodorów powoduje wydzielenie silnego kwasu szkodziwego dla włókna celulozowego.

Przykładem takiego związku był Velan PF (ICI), który wdrożono do stosowania we włókiennictwie w 1937 r.



Produkt ten może reagować w odpowiednich warunkach z grupami hydroksylowymi celulozy (w granicach 1 – 2% w stosunku do masy włókna), ale również ulegać dimeryzacji, odkładając się na wyrobie włókienniczym tworzy trwałe związki odporne na pranie wodne. Dimery metylenodistearynianioamidu są rozpuszczalne w rozpuszczalnikach stosowanych w czyszczeniu chemicznym. Dodatkowo wykończenie produktami zawierającymi pirydynę powoduje powstawanie nieprzyjemnego zapachu w miejscu pracy, a wyrób po wykończeniu musi być dobrze wyprany w celu pozbycia się pirydyny. Obecnie, ze względu na ekologiczne wymagania, produkty tego typu znajdują ograniczone zastosowanie.

Innym środkiem do hydrofobowego wykończenia mogą być podstawione linioowymi węglowodarami pochodne metyloleomocznika lub melaminy, o ogólnym wzorze przedstawionym poniżej. Wykończony wyrób charakteryzuje się miękkim chwytem.



Tego typu związki w połączeniu z polimerowymi środkami do wykończeń niemnących, na przykład Phobotexem FT (CGY), pozwa-

ły na uzyskanie wykończenia wielofunkcyjnego.

Innym przykładem są produkty modyfikacji żywic melaminowych węglowodarami tłuszczowymi, otrzymywane w wyniku reakcji kondensacji alkoholi, kwasów lub amin tłuszczowych z metyloleomelaminą. Stosowane są one na włókno w procesie napawania, suszenia i dogrzewania często ze środkiem sieciującym i katalizatorem. Praktycznie dobry efekt zmiękczenia wyrobu z włókien bawełny uzyskuje się stosując tłuszczowe środki alifatyczne o długości łańcucha do 8 atomów węgla.

4.3. Silikony

Od lat 1950. do wykończeń wyrobów włókienniczych, zarówno z włókien naturalnych jak i syntetycznych oraz ich mieszanek, rozpoczęto stosowanie związków silikonowych.

Polisiloksan, to polimery, których główny łańcuch jest zbudowany z naprzemiennie ułożonych atomów krzemu i tlenu. Łańcuchy główne polisiloksanów są bardziej giętkie od łańcuchów polimerów winylowych i poliolefin dlatego polisiloksany mają znacznie niższą temperaturę topnienia od polimerów opartych na łańcuchach węglowych. Dzięki temu, nawet przy dość dużej masie cząsteczkowej, pozostają one w temperaturze pokojowej lepкими cieczami. Przy bardzo wysokiej masie cząsteczkowej uzyskuje się materiały o własnościach elastycznych.

Polisiloksany są bardziej odporne termicznie i chemicznie od polimerów węglowych i dlatego znajdują zastosowanie w miejscach szczególnie narażonych na niekorzystne czynniki środowiskowe.

Polisiloksany są też bardziej przyjazne środowisku od polimerów opartych na łańcuchach węglowych - spalają się i rozkładają z utworzeniem krzemionki i dwutlenku węgla (w odróżnieniu od groźnych dla otoczenia aromatycznych związków węgla). Ich produkcja, przy zastosowaniu krzemionki (czyli oczyszczonego piasku), jako surowca wyjściowego, metanu i chloru jest mniej szko-

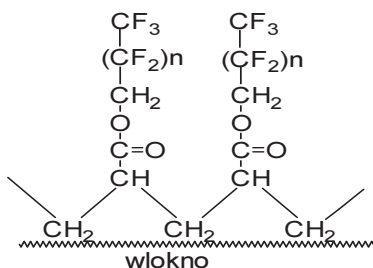
Można wykonać wykończenie w sposób okresowy stosując kąpiel wodną zawierającą 1 - 2% polisiloksanu i kationowy środek celem neutralizacji negatywnego potencjału zeta włókna. Optymalny efekt wykończenia otrzymuje się zwykle po ok. 24 godzinach od dogrzewa-

nia. Dobre efekty uzyskuje się stosując polisiloksany razem z żywicami do wykończeń zmniejszających gniotliwość celulozy.

4.4 Polifluorowęglały

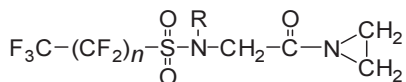
Napięcie powierzchniowe powierzchni utworzonej przez całkowicie uporządkowane polisiloksany nie jest dostatecznie małe w porównaniu z napięciem powierzchniowym węglowodorów występujących w olejach. Fluorochemikalia pozwalają uzyskać niższe napięcie powierzchniowe od silikonów co już pozwala na uzyskanie wykończenia wyrobu włókienniczego nie zwilżanego wodą i olejem. Funkcjonalizacja powierzchni wyrobu włókienniczego z zastosowaniem fluoro związków chemicznych o niskiej energii powierzchniowej mają zastosowanie w powlekanii, mikroelektronice i wyrobach biomedycznych.

Pierwsze fluorochemikalia do wykończenia wyrobów włókienniczych zastosowano w latach 60. XX wieku i ich zużycie wzrastało do końca ubiegłego stulecia ze względu na popularność wykończeń wodoodpornych i olejoodpornych o zmniejszonej skłonności do brudzenia.



wykończenie polifluorowęglałami

Komercyjne, starszej generacji środki polifluorowęglowe to głównie kopolimery perfluoroalkiloakrylanów i metakrylanów. Są stosowane zwykle w kombinacji



z innymi środkami wykończalniczymi w procesie napawania.

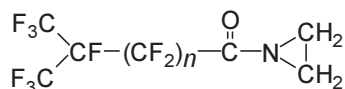
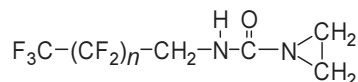
Dla uzyskania minimalnego krytycznego napięcia powierzchniowego powierzchni impregnowanej polifluorowęglami jest wymagana pełna ich orientacja. Jej zakłócenie, co w konsekwencji powoduje pojawienie się na monocząsteczkowej powierzchni innych grup obok $-\text{CF}_3$, skutkuje zwiększeniem jej zwilżalności.

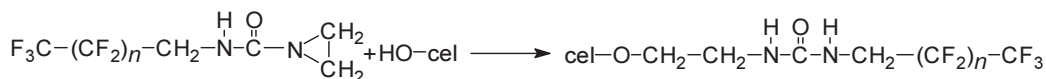
Zmiana krytycznego napięcia powierzchniowego w zależności od występowania na zewnątrz monocząsteczkowej warstwy różnych grup łańcucha węglowego podano w poniższej tabeli.

Tabela 4. Wpływ grup na powierzchni warstwy impregnatu na wielkość krytycznego napięcia powierzchniowego [1]

Występująca grupa	Krytyczne napięcie powierzchniowe, mN/m (20°C)
$-\text{CCl}_2-\text{CH}_2-$	43
$-\text{CH}_2-$	31
$-\text{CF}_2-\text{CH}_2-$	25
$-\text{CH}_3$	23
$-\text{CH}_2-\text{CF}_3$	20
$-\text{CF}_2-$	18
$-\text{CF}_2-$ i $-\text{CF}_3$	17
$-\text{CF}_2\text{H}$	15
$-\text{CF}_3$	6

Zwiększone wymagania w stosunku do wyrobów wyposażenia wnętrz domowych spowodowało stosowanie wykończeń olejoodpornych (oil repellent effect). O ile w przypadku wykończeń wodoodpornych wystarczy użycie liniowych węglowodorów alifatycznych to dla wykończeń wodo i olejoodpornych jest konieczne stosowanie fluoro-węglowodorów. Przykładowo były to produkty o poniżej przedstawionej budowie [7].





Powyższa reakcja z grupą hydroksylową celulozy ilustruje uzyskanie relatywnie trwałego efekt wykończenia wyrobu.

Wykończenie funkcjonalne wyrobu włókienniczego fluorowęglanami wymaga odpowiedniego przygotowania tego wyrobu. W szczególności należy uwzględnić:

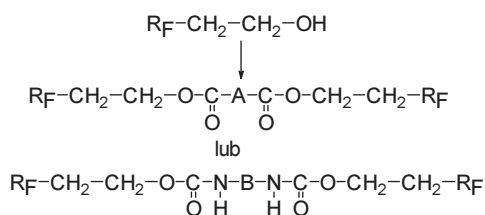
- obecność silikonowych środków stosowanych wcześniej do „gaszenia piany”, które mogą zakłócać uzyskanie pożądanych wskaźników hydrofobowości,
- właściwym jest pH włókna w granicach 5 - 7. Obecność alkaliów na włóknie może zakłócać stabilność emulsji wodnej fluorokarbonu i sieciowanie produktu na włóknie. Jest wskazany dodatek niewielkiej ilości kwasu octowego lub mrówkowego do kąpieli.
- nie wskazana jest obecność na włóknie środków powierzchniowo-czynnych.

Tabela 5. Wpływ długości łańcucha fluorowęglowego na właściwości tkaniny bawełnianej wykończonej z użyciem 1% środka hydrofobowego.

fluorowęglan	oil repellency AATCC 118	Spray test ISO4920
-CF ₃	0	50
-CF ₂ -CF ₃	3-4	70
-(CF ₂) ₂ -CF ₃	6-7	70
-(CF ₂) ₄ -CF ₃	7-8	70
-(CF ₂) ₆ -CF ₃	7-8	70
-(CF ₂) ₈ -CF ₃	8	80

1. Acrylic polymers: $\text{---}(\text{CH}_2-\text{CH})\text{---}$
 $\begin{array}{c} | \\ \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{O}-\text{CH}_2-(\text{CF}_2)_x-\text{CF}_3 \end{array}$

W wykończalnictwie włókienniczym fluorochemikalia stosuje się głównie z funkcyjną grupą estrową, uretanową lub dla większości komercyjnie stosowanych produktów winylową [8, 9]. Powoduje to relatywnie dużą uniwersalność zastosowania fluorochemikaliów w uzyskaniu szerokiej gamy wykończeń funkcjonalnych wyrobów włókienniczych.



gdzie:

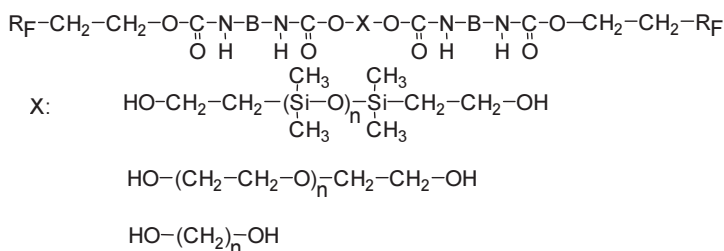
R_F: C₈F₁₇SO₂N(R)— lub F(CF₂-CF₂)_n—

A: —(CH₂)_n—, —CH₂-CH—
R (alkil)

B: —(CH₂)_n—, —(C₆H₄-CH₂-C₆H₄)

Wymienione produkty mogą być wykorzystane w syntezie polimerów blokowych, modyfikując właściwości otrzymywanych produktów, jednocześnie wpływając na cechy stosowanego na wyrobie włókienniczym wykończenia.

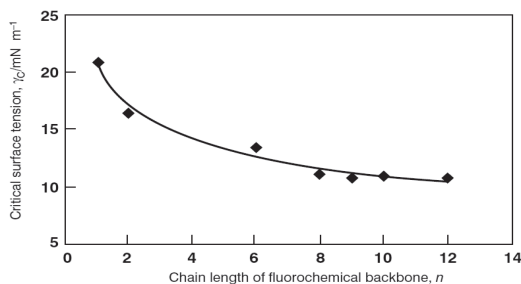
W pokazanym wyżej przykładzie zastosowanie segmentu silikonowego powoduje dodatkowo uzyskanie bardziej miękiego chwytu; tlenek etylenu sprawia że wykończenie jest bardziej hydrofilowe i wykazuje właściwości brudoodporne i łatwość konserwacji.



Wprowadzenie do związku polifluorowęgłowego dodatkowego łańcucha alkilowego podwyższa hydrofobowość i w zależności od jego długości są modyfikowane warunki obróbki termicznej wykończenia.

Fluorokarbonowe środki są stosowane jako specjalnie przygotowane emulsje wodne. Zastosowanie właściwego emulgatora (między innymi o odpowiedniej jonowości) może mieć istotne znaczenie dla właściwości użytkowych wykonanego wykończenia. Obecność segmentów tlenku etylenu w cząsteczce fluorowęgłanu ułatwia emulgowanie produktu.

Zwykle produkt handlowy zawiera 15 - 30% suchej zawartości a fluorowęglanów jest od 5 do 15%. W każdym z wymienionych wyżej przykładów wykończenia hydrofobowego po obróbce termicznej na powierzchni włókna tworzy się dokładnie uporządkowany - ułożony wzajemnie równolegle i prostopadle do powierzchni włókna układ hydrofobowych elementów związku w postaci tak zwanej „szczotki”.



Rys. 6. Wpływ długości łańcucha polifluorowęgłowego na zmianę napięcia powierzchniowego [2]

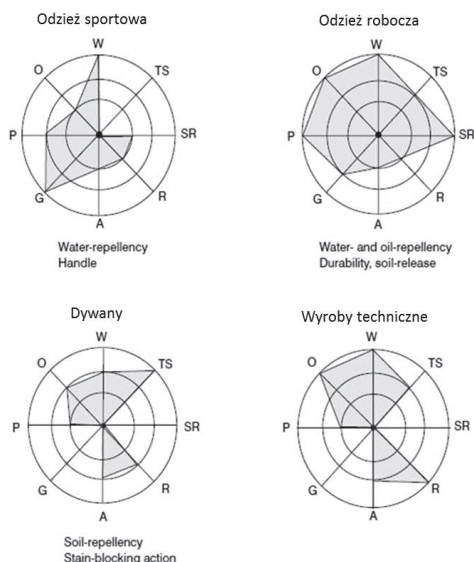
Dla większości wykończeń jest wskazane naniesienie 0,15 – 0,30% fluorowęgłanu w stosunku do masy włókna. Po naniesieniu, wyrób jest suszony w powietrzu o temperaturze 110 – 130°C i dogrzewany w 150 – 170°C. Tradycyjnie im wyższa temperatura powietrza w suszarce, tym krótszy czas tego procesu (150°C – 3 do 4 min lub 180°C – 30 do 45s). Aby ograniczyć zażółcenie wyrobów, szczególnie białych i barwionych w jasnych kolorach należy w procesie nie stosować zbyt wysokich temperatur.

Ze względu na różny charakter włókien naturalnych i syntetycznych, a w szczególności obecność grup funkcyjnych powoduje, że stosowane fluorochemikalia muszą mieć różną budowę chemiczną.

Membrana SYMPATEX nie zawiera polifluorowęglanów, a wykonana jest z poliestru. Inne membrany np. Gore-Tex wykonane są z politetrafluoroetyleny. Wszystkie membrany są bardzo podobne pod względem właściwości użytkowych i zapewniają wiatroszczelność, oddychalność i wodoszczelność. Celem spełnienia wymagań dla tego typu wykończeń należy wykonać wykończenie wodoodporne hydrofobowe, szczególnie na zewnątrz odzieży i membranę wewnątrz ubioru. Trwałe wykończenie wodoodpychające (water repellent) uzyskuje się stosując ekstremalnie ciekłą powłoczkę każdego włókna środkiem hydrofobowym co zapewnia że woda nie zwilża tego wyrobu a jedynie tworzy krople, które z niego odpadają. Odzież nie chłonie wody, nie zwiększa swojej masy, włókno nie pęcznieje i w ten sposób nie zmniejsza się przepuszczalność powietrza i pary wodnej.

Wykończenie tego typu można używać stosując inne produkty niż polifluoro-

węglany np. z grupy silikonów lub węglodorów tłuszczowych, jednak wykończenie wykonane z użyciem fluorowęglanów dodatkowo wykazuje brudoodporność, olejoodporność i łatwą usuwalność brudu i plam.



O – odpychanie oleju,
W – odpychanie wody,
TS – odporne na brudzenie suche,
SR – łatwość wypierania brudu,
R – odporność na ścieranie,
A – antystatyczność,
G – chwyt,
P – trwałość wykończenia.
0 – bez znaczenia,
1 – korzystne,
2 – istotne,
3 – niezbędne.

Rys 7. Wymagania stawiane fluorochemikaliami stosowanym do wyrobów włókienniczych w zależności od przeznaczenia [10]

W czasie użytkowania wyrobów wykończonych fluorochemikaliami, szczególnie po procesie prania wodnego następuje zakłócenie orientacji zewnętrznej warstwy z grupami fluorowęglowymi i wodorowęglowymi co w znacznym stopniu obniża funkcjonalność wykończenia tego wyrobu.

Celem uzyskania właściwej orientacji zewnętrznej funkcjonalnej warstwy jest konieczna krótka obróbka termiczna taka jak tamblowanie lub prasowanie. Dla wyrobów odzieżowych, szczególnie o przeznaczeniu

sportowym, jest wymagana odpowiednia przepuszczalność powietrza. Klasycznym sposobem uzyskania takiego wyrobu jest jego impregnacja specjalnie dobranym środkiem na bazie fluorochemikaliów i laminowanie powłoką typu Gore-Tex (WL-Gore), Sympatex (Akzo) lub powlekane wyrobu specjalną kompozycją poliuretanów. W takim przypadku gorące prasowanie nie jest wskazane ze względu na możliwość zniszczenia warstwy powleczenia. Obecnie stosuje się specjalne polimery blokowe z elementami dendromerów ułatwiające orientację łańcuchów fluorowęglowych [11]. Przykładem może być Nuva 3080 firmy Clariant, dla którego nie są wymagane specjalne zabiegi z jego orientacją na powierzchni włókna nawet po kilku standardowych praniach.

Artykuł recenzowany

5. Literatura

1. Popularna Encyklopedia Powszechna, FOGRA Kraków 1996r.
2. Heywood D. Textile Finishing, Chapter 5, Water-repellence and Waterproofing, 2003.
3. R., N., Ind. Eng. Chem. **28** (1936) 988.
4. Cassie A., B., D., Discuss. Faraday Soc. **3** (1948) 11.
5. Celia E., Darmanin Th., Taffin de Givenchy E., Amigoni S., Guittard F., J. of Colloid Interface Sc. **402** (2013) 1-18.
6. Adam N., K., Waterproofing and water repellence Moilliet J., L., Amsterdam 1963.
7. Mark H., Wooding N., S., Atlas S., M., Chemical aftertreatment of textiles, Wiley-Interscience, London 1971.
8. Audenaert F., Lens H., Rolly D., Van der Elst. P., J. text. Inst., **90** part 3 (1999) 76.
9. Grollenmiller D., Melliand textilber., 79, No10 (1998) 743 E380.
10. Zhu M., Zuo H., Yu H., Yang W., Chem. J. Mater. Sci. **41** (2006) 3793.
11. Informacja techniczna firmy Rudolf, Rudolf – Info 48/07

Fundacja Rozwoju Polskiej Kolorystyki

Dążąc do ujednolicenia zasad i metod oceny wytwarzanych w kraju barwnych wyrobów włókienniczych prowadzimy działania w zakresie ciągłej sprzedaży następujących artykułów do badań i oceny odporności wybarwień zgodnych z wprowadzonymi w Polsce normami europejskimi EN i ISO 105.

Lista oferowanych aktualnie artykułów jest następująca:

Szara skala do oceny zmian barwy PN EN ISO 105 A02.

Szara skala do oceny stopnia zabrudzenia bieli, PN EN ISO 105 A03.

ECE detergent w opakowaniach po 2 kg, PN EN ISO 105 C06.

Mydło do prania w opakowaniach po 2 kg, PN EN ISO 105 C01-C05.

Tkanina towarzysząca wiskozowa (w metrach), PN EN ISO 105 F02.

Tkanina towarzysząca poliamidowa (w metrach), PN EN ISO 105 F03.

Tkanina towarzysząca poliestrowa (w metrach), PN EN ISO 105 F04.

Tkanina towarzysząca poliakrylonitrylowa (w metrach), PN EN ISO 105 F05.

Tkanina towarzysząca wieloskładnikowa (pocięta w paczkach), PN EN ISO 105 F10.

Tkanina towarzysząca bawełniana (pocięta w paczkach), PN EN ISO 105 F02.

Tkanina towarzysząca wełniana (pocięta w paczkach), PN EN ISO 105 F01.

Tkanina towarzysząca bawełniana do badania odporności wybarwień na tarcie (pocięta w paczkach), PN EN ISO 105 F09.

Błękitna skala do badania odporności barwy na światło,
PN EN ISO 105 B01 do B06.

Tkanina do oceny rzeczywistej wilgotności podczas badania odporności na światło,
ISO 105 seria B.

Tkanina towarzysząca wełniana (m) PN EN ISO 105 F01

Tkanina towarzysząca bawełniana (m) na odporności mokre PN EN ISO 105 F02

Tkanina towarzysząca bawełniana (m) na tarcie PN EN ISO 105 F09

Skala do wizualnej oceny głębokości wybarwienia.



Certificate of Conformity	
SDC ECE Non-Phosphate Detergent A	
Product Code: 2408, 2420	
Unit Size:	2kg Tub, 15Kg Box
Batch:	B16
Year of Manufacture:	2009
	
Statement of Conformity	
This is to certify that the SDC ECE Non-Phosphate Detergent A has been produced and independently tested to conform to the specifications of ISO 105 C08:2001 and ISO 6330:2000	
Independent Testing	
Where applicable, to ensure that all results are accurate, unbiased and impartial, testing is carried out in Independent UKAS Accredited Test Laboratories and sampling is conducted using ISO guidelines as a minimum requirement.	
Internal Master Standards	
Conformity of SDC ECE Non-Phosphate Detergent A over time, between and within batches, is vital to give consistent test results and enable accurate comparison of test specimens to performance requirements. SDC ECE Non-Phosphate Detergent A is compared during every test to a Historic Internal Master Standard , which guarantees no drift in performance over time.	
Packaging	
Please ensure that the product is retained in its original SDC packaging, which contains the correct batch details. All product packaging is tested to ensure there are no contaminants that could cause product degradation to occur. Pack sizes are measured and approved using UK weights and measures act.	
Signed:	
M Yare – Managing Director	

SDC Enterprises Limited, Unit 29 Pitcliffe Way, Bradford BD5 7SD. Registration number 4309996. Registered in England

SDC Certificate Reference: 0784

Przykładowy wzór certyfikatu

Artykuły te są do nabycia w siedzibie Fundacji Rozwoju Polskiej Kolorystyki
Pl. Komuny Paryskiej 5a, pok. 403
tel.: 42 - 632 89 57 w każdą środę
w godzinach 9.00 - 12.00 i każdy piątek
w godzinach 12.00 – 15.00.

Informacji dotyczących składania zamówień i sposobu zakupu udziela mgr inż. Teresa Basińska, tel. dom.: 42 - 640 43 93 – wtorek, czwartek w godzinach 8.00 – 14.00.

Na życzenie odbiorców, dla oferowanych produktów dostarczamy razem z produktem specjalny certyfikat zgodności, którego przykładowy wzór prezentujemy obok.

Zainteresowane osoby i instytucje prosimy o składanie pisemnych zamówień na wyżej wymienione artykuły. Oczekujemy również propozycji rozszerzenia dostępnej listy artykułów zgodnie z potrzebami.

Zarys wiadomości o barwie

Józef Mielicki

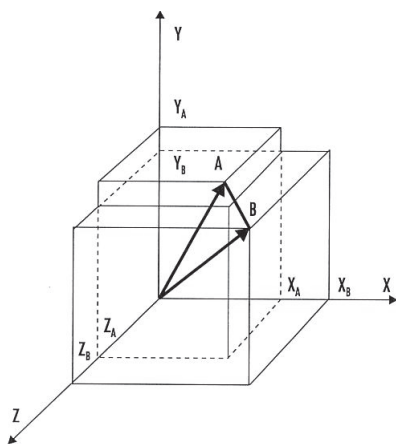
Niniejszy artykuł stanowi kontynuację tekstu pt. "Ewolucja poglądów na istotę barwy", wydrukowanego w numerach 10-11 i 22-27 Informatora Chemika Kolorysty, którego autorem jest doc. dr Józef Mielicki (1922-2010). W treści zachowano numerację rozdziałów i podrozdziałów. Do druku przygotował dr inż. Bogumił Gajdzicki.

(Od redakcji)

Cz. 6. ZASTOSOWANIE POMIARÓW BARWY

6.1. Określanie różnicy barw

Z p. 4.4. wynika, że każdą barwę można określić za pomocą trzech składowych tróchromatycznych X, Y, Z. Każdej barwie odpowiada więc punkt w przestrzeni barw, wyznaczony przez wielkości tych składowych, odłożone na osiach prostokątnego układu współrzędnych.



Rys. 6.1. Prosta odległość dwu barw w przestrzeni

Zmiana którejkolwiek ze składowych tróchromatycznych powoduje zmianę położenia w przestrzeni punktu odpowiadającego określonej przez nie barwie. Im większa jest zmiana barwy, powodująca większą zmianę składowych tróchromatycznych barwy, tym większa powinna być zmiana położenia punktu tej barwy. Odległość

dwóch punktów A i B, odpowiadających składowym dwóch barw X_A, Y_A, Z_A i X_B, Y_B, Z_B powinna więc wyznaczać różnicę między określonymi przez nie barwami. Odległość ta, zgodnie z rys. 6.1 wynosi:

$$AB = [(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2 + (Z_A - Z_B)^2]^{1/2} \quad 6.1$$

Geometryczna odległość AB zachowuje swoją wielkość gdy różnice:

$$\Delta X = X_A - X_B$$

$$\Delta Y = Y_A - Y_B$$

$$\Delta Z = Z_A - Z_B$$

wykazują stałą wartość, niezależnie od tego, czy składniki tych różnic X_A, X_B, Y_A, Y_B , i Z_A, Z_B mają wartości duże, czy małe. Odległość ta nie zmienia się również wtedy, gdy nastąpi zamiana wielkości różnic jednych składowych na różnice innych. Układ składowych tróchromatycznych X, Y, Z z rysunku 6.1. można przekształcić w układ x, y, Y współrzędnych x i y określających chromatyczność barwy, oraz składowej Y odpowiadającej jej jasności, zgodnie z p. 4.5. Wówczas punkty A i B zostaną określone przez wielkości x_A, y_A, Y_A i x_B, y_B, Y_B , a ich odległość wyniesie:

$$AB = [(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2]^{1/2} \quad 6.1a$$

We wzorze tym wielkość:

$$(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2 = (\Delta CR)^2$$

odpowiada kwadratowi odległości od siebie rzutów punktów A i B na płaszczyznę chromatyczności. Każdy z rzutów punktu A lub B na płaszczyznę x y odpowiada chromatyczności CR barwy jakiej te punkty odpowiadają. Odległość między tymi rzutami powinna więc odpowiadać różnicy chromatyczności ΔCR obydwu barw (por. rys. 4.17.) Odległość AB w przestrzeni o tym układzie również się nie zmienia jeśli wielkości Δx , Δy i ΔY pozostaną niezmiennione, niezależnie od bezwzględnych wielkości samych współrzędnych x i y oraz składowej Y. Wynikałoby z tego, że różnica barwy również się nie zmienia. Oko jednak, jak to wynika z p. 4.1., w różnych zakresach parametrów określających barwę, tj. jej odcień, nasycenie (czystość) oraz jasność, w różny sposób dostrzega zmiany tych parametrów. Niejednakowe są bowiem progi postrzegania ich różnicy oraz wpływ jednego z parametrów na postrzeganie drugiego. Wobec tego prosta odległość wyznaczona między dwoma punktami odpowiadającymi położeniu dwóch barw w przestrzeni nie zawsze odpowiada wielkości różnicy jaka jest postrzegana między tymi barwami. Dopiero przekształcenie układu składowych tróchromatycznych X, Y, Z w jeden z układów opisanych w rozdz. 4, o bardziej równomiernym rozłożeniu barw w przestrzeni (p. 4.6. i 4.7.), pozwoliło na lepsze skorelowanie obliczonej różnicy barw z postrzeganiem.

Do dzisiaj jednak nie znaleziono takiego modelu przestrzeni barw, który w całym zakresie oddawałby postrzegane różnice w sposób jednakowy. Zarówno Międzynarodowa Komisja Oświetleniowa jak i narodowe ośrodki badawcze zajmujące się problematyką barwy i jej pomiaru, prowadzą intensywne badania w kierunku znalezienia zadowalającego systemu układu barw, odpowiadającego ich odczuwaniu przez umysł człowieka i pozwalającego w sposób jednoznaczny oznaczać ich różnice.

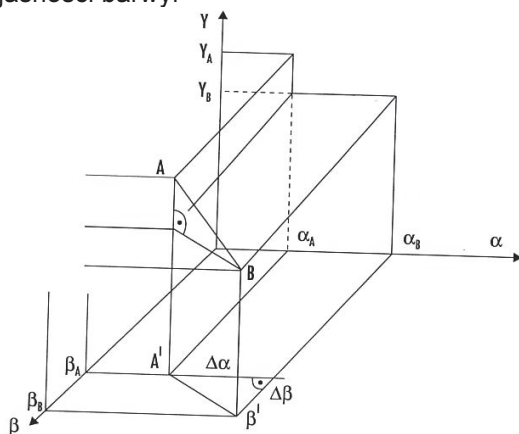
Różnicę barwy oznacza się symbolem ΔE od niemieckiego słowa *Empfindung* (odczucie, wrażenie) co wskazuje na to, że

chodzi o różnicę postrzegania, a nie wyłącznie matematyczną.

W roku 1939 Judd [47, 112] zaproponował do obliczania różnicy barw wykorzystanie układu, jaki powstaje w wyniku liniowego rzutowego przekształcenia wykresu chromatyczności x, y w nowy o współrzędnych $x'=r$ i $y'=g$, zgodnie z wzorem 4.92.

Układ ten został w 1941 r. skorygowany przez *Huntera* [72], który oparł go na współrzędnych α i β obliczonych zgodnie z wzorem 4.93. powstałym również w wyniku liniowej transformacji rzutowej wykresu chromatyczności x, y.

Układ *Huntera* zaakceptowany przez Juddę stanowi podstawę pierwszego wzoru na różnicę barwy przyjętego przez Państwowy Urząd Normalizacyjny Stanów Zjednoczonych NBS (National Bureau of Standards). Przestrzeń barw tego układu jest wyznaczona przez osie chromatyczności α i β oraz prostopadłą do nich w punkcie przecięcia osi składowej Y, odpowiadającej jasności barwy.



Rys. 6.2. Układ Huntera α , β , Y

Odległość dwu punktów w przestrzeni α , β , Y, odpowiadających położeniu dwu barw A i B określonych przez ich współrzędne chromatyczności α_A , β_A (barwa A) i α_B , β_B (barwa B) oraz składowe Y_A i Y_B wyniesie:

$$AB = [(\alpha_A - \alpha_B)^2 + (\beta_A - \beta_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2]^{1/2} \quad 6.2$$

lub $AB = [(\Delta\alpha)^2 + (\Delta\beta)^2 + (\Delta Y)^2]^{1/2}$

Suma $(\Delta\alpha)^2 + (\Delta\beta)^2$ jest kwadratem odległości A'B' rzutów punktów A i B na płaszczyznę $\alpha\beta$ (rys. 6.2). Odległość ta powinna odpowiadać różnicy chromatyczności ΔCR obydwu barw. Zgodnie z definicją (p. 4.1), chromatyczność barwy jest to równoczesne odczucie jej nasycenia (czystości) i odcienia. Odczucie nasycenia (czystości) barwy zależy od jej jasności (luminancji). Jest ono tym większe im większa jasność barwy (por. 4.1). Również odczucie odcienia barwy zmienia się z jej jasnością np. efekt *Bezolda-Brueckego* (p. 4.1). Wobec tego i odczucie chromatyczności zmienia się wraz ze zmianą luminancji barwy, tj. jej jasności.

Przyjęto, że odczucie różnicy chromatyczności dwu barw zależy od pierwiastka kwadratowego ich średniej wizualnej jasności $V_m^{1/2}$. Po wprowadzeniu takiej poprawki różnicę chromatyczności dwu barw wyraża się wzorem:

$$CR = V_m^{1/2} \cdot [(\Delta\alpha)^2 + (\Delta\beta)^2]^{1/2} \quad 6.3$$

We wzorze tym V_m oznacza średnią arytmetyczną jasności obydwu barw:

$$V_m = (V_1 + V_2) / 2 \quad 6.4$$

Dla wyrażenia jasności barwy V (walor) za pomocą jej składowej tróchromatycznej Y przyjęto zależność pierwiastka kwadratowego. Jeśli wielkość składowej tróchromatycznej Y wyraża się w liczbach 0-1, wówczas zależność ta wynosi:

$$V = 10 \cdot Y^{1/2} \quad 6.5$$

Jeśli zaś składowa Y przyjmuje wartości wyrażone w liczbach 1-100, to zgodnie z wzorem 4.59 jasność barwy wyniesie:

$$V = Y^{1/2} \quad 6.6$$

Podstawiając wartość V z wzoru 6.6 do wzoru 6.3 otrzyma się wyrażenie na różnicę chromatyczności:

$$\Delta CR = (Y_m)^{1/4} \cdot [(\Delta\alpha)^2 + (\Delta\beta)^2]^{1/2} \quad 6.7$$

Przy czym Y_m jest wartością średnią (wzór 6.4):

$$Y_m = (Y_1 + Y_2) / 2 \quad 6.7a$$

Postrzeganie różnicy jasności ΔV dwu barwnych powierzchni zależy od wzajemnego ich położenia względem siebie: im odstęp między obserwowanymi powierzchniami jest mniejszy tym postrzegana różnica jasności większa. Należało więc wprowadzić współczynnik q uwzględniający tę zależność:

$$V = q \cdot Y^{1/2} \quad 6.8$$

Różnicę barwy ΔE można wyrazić jako różnicę chromatyczności ΔCR i jasności ΔV :

$$\Delta E = [(\Delta CR)^2 + (\Delta V)^2]^{1/2} \quad 6.9$$

Podstawiając do tego wzoru wartości na ΔCR z wzoru 6.7 i na V z wzoru 6.8 otrzyma się wzór:

$$\Delta E = K \{ Y_m^{1/2} [(\Delta\alpha)^2 + (\Delta\beta)^2] + [q(\Delta Y^{1/2})]^2 \}^{1/2} \quad 6.10$$

Współczynnik K wprowadzono aby znormalizować wielkość jednostki różnicy barwy. Jeśli przyjąć $K=221$, wówczas jednostka różnicy barwy tj. $\Delta E=1$, obliczona według wzoru 6.10, będzie odpowiadała 0,1 jednostki waloru V , lub 0,15 jednostki chromatu C , względnie ok. 2,5 stopnia różnicy tonu H przy chromacie $C=1$ w układzie barw *Munsella*. Jednostkę taką nazwano jednostką NBS, lub jednostką *Judda*.

Wzór 6.10 zapisuje się często w postaci, w której stałą K wciągnięto pod znak pierwiastka i włączono do różnicy chromatyczności:

$$\Delta E = f_9 \{ [221 \cdot Y_m^{1/4} \cdot [(\Delta\alpha)^2 + (\Delta\beta)^2]^{1/2}]^2 + [q(\Delta Y^{1/2})]^2 \}^{1/2} \quad 6.11$$

Różnica chromatyczności w tym wzorze wynosi:

$$\Delta CR = 221 \cdot Y_m^{1/4} [(\Delta\alpha)^2 + (\Delta\beta)^2]^{1/2} \quad 6.12$$

Współczynnik $K=221$, q przyjmuje wartości od 3, gdy barwne powierzchnie są oddalone od siebie, do 10-12, gdy powierzchnie się stykają. Najczęściej stosuje się $K=10$.

Współczynnik f_g w równaniu 6.11 uwzględnia połysk powierzchni. Jeśli powierzchnia jest matowa, wówczas $f_g=1$. W przypadku powierzchni błyszczących, współczynnik ten zależy od jasności barwy i wynosi:

$$f_g = Y / (Y + k_g) \quad 6.13$$

Stała k_g zależy od warunków oświetleniowych, w jakich dokonuje się oceny wizualnej, np. jasne ściany i sufit odbijające światło, bliskość okna itp. Zwykle przyjmuje się wartość k w granicach 0-1. Korzystano więc z zależności jasności V od składowej Y według wzoru 6.5. Wielkości stałych K , k , i k_g były odpowiednio zmienione i wynosiły:

$$K = 221 \cdot 10^{1/2} = 700$$

$$k = 30 - 120$$

$$k_g = 0,025$$

Jednostka NBS przez wiele lat stanowiła podstawę ustalania tolerancji postrzeganych odchyleń barwy od wzorca. Zazwyczaj różnica wynosząca nie więcej niż 1 NBS była wystarczająca dla stwierdzenia zgodności porównywanych barw.

Układy barw oparte o inne rzutowe liniowe przekształcenie układu chromatyczności xy , opisane w p. 4.8., wykorzystano również do określania różnicy barw. W ten sposób powstały wzory oparte o współrzędne u i v obliczone wg. wzoru 4.94. Należy do nich wzór CIE 1964 UVW, w którym wykorzystano „równomierny” układ barw UVW (wzór 4.95) i wzór CIE 1976 LUV oparty o podobny układ przedstawiony przez wzory 4.97.

Różnica barw według CIELUV wynosi [55]:

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta U)^2 + (\Delta V)^2]^{1/2} \quad 6.14$$

przy czym dla $Y/Y_n > 0,008856$, lub $Y > 0,8856$

$$L = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16 = 25 \cdot Y^{1/3} - 16$$

a dla $Y/Y_n < 0,8856$

$$L = 903,3 \cdot (Y/Y_n) = 9,033Y$$

zgodnie z wzorami 4.79 i 4.80,

zaś

$$U = 13 \cdot L(u - u_n)$$

$$V = 13 \cdot L(v - v_n)$$

a

$$u = 4X / (X + 15Y + 3Z)$$

$$v = 9X / (X + 15Y + 3Z)$$

zgodnie z wzorami 4.97.

Wzór CIELUV jest używany do określania różnicy barwy na ekranach monitorów wyświetlających [113] (*displays*).

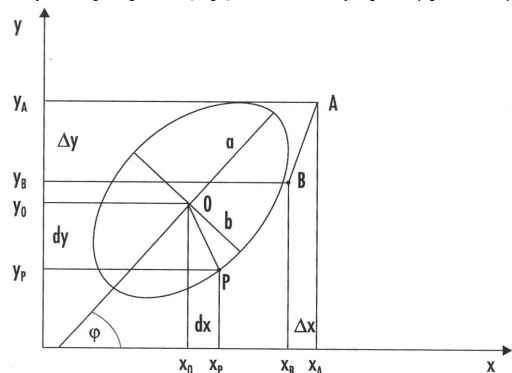
Jednostki różnicy barwy obliczane według wzorów opartych na liniowej transformacji rzutowej są zbliżone do siebie.

Jednostka różnicy barwy odmienna od jednostki NBS, a używana jeszcze do niedawna, została wyliczona z wzoru, w którym różnicę chromatyczności ΔCR oblicza się w sposób zaproponowany przez McAdama [114] w oparciu o opracowane przez niego elipsy, pokazane na rys. 4.27.

Każdą z elips można opisać za pomocą równania:

$$g_{11} \cdot (dx)^2 + 2g_{12} \cdot dx dy + g_{22} \cdot (dy)^2 = 1 \quad 6.15$$

W równaniu tym dx i dy oznaczają różnice między współrzędnymi tróchromatycznymi x_P, y_P punktu P leżącego na obwodzie elipsy i współrzędnymi x_O, y_O środka elipsy O (rys. 6.3.).



Rys. 6.3. Elipsy McAdama

Współczynniki g_{11} , g_{12} i g_{22} zależą od wielkości i kształtu elips, które są różne w różnych miejscach wykresu chromatyczności xy . Zostały tak dobrane aby współrzędne punktu P na obwodzie elipsy spełniały równanie 6.15, tzn. aby różnica chromatyczności barw odpowiadających punktom na obwodzie i barw współrzędnych środka elipsy była we wszystkich przypadkach jednakowa i równała się jedności.

Współczynniki te można obliczyć posługując się znanymi wzorami z geometrii analitycznej [115]

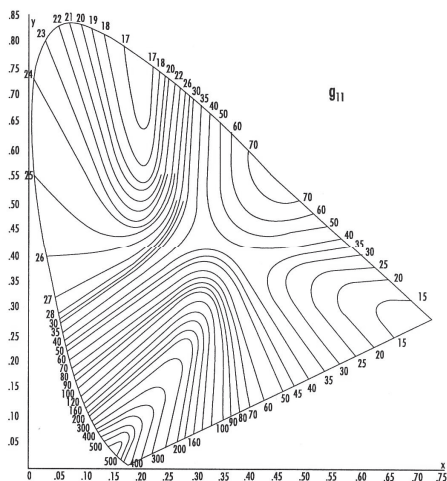
$$\begin{aligned} g_{11} &= [(\cos\varphi)/a]^2 + (\sin\varphi)/b^2 \\ g_{22} &= [(\sin\varphi)/a]^2 + [(\cos\varphi)/b]^2 \\ 2g_{12} &= (\sin 2\varphi) \cdot (1/a^2 - 1/b^2) = \\ &= 2(\sin\varphi \cos\varphi) \cdot (1/a^2 - 1/b^2) \end{aligned} \quad 6.16$$

czyli

$$g_{12} = (\sin\varphi \cdot \cos\varphi)(a^2 - 1/b^2)$$

We wzorach powyższych **a** i **b** oznaczają większą i mniejszą półoś elipsy, a φ kąt nachylenia dużej osi **a** względem osi współrzędnych **x** (rys. 6.3).

Korzystając z faktu, że położenie osi elipsy wykazuje pewną regularność [115] wskazującą na równie regularne zależności współczynników g_{11} , g_{12} i g_{22} od tego położenia, McAdam opracował wykresy, z których można odczytać wartości tych współczynników [114]. Jeden z takich wykresów dla współczynnika g_{11} przedstawia rys. 6.4. Odczytane z wykresu wartości należy pomnożyć przez 10^4 .



Rys. 6.4. Współczynniki g_{11} do elipsy McAdama

Różnicę chromatyczności ΔCR dwu barw A i B o współrzędnych tróchromatycznych x_{AY_A} i x_{BY_B} oblicza się z wzoru:

$$\Delta CR = [g_{11}(\Delta x)^2 + 2g_{12} \cdot \Delta x \cdot \Delta y + g_{22}(\Delta y)^2]^{1/2} \quad 6.17$$

Wzór ten powstał z równania 6.15, w którym zamiast różnic współrzędnych punktów na obwodzie elipsy i współrzędnych środka Δx i Δy , podstawiono różnice współrzędnych punktów odpowiadającym obydwu barwom A i B; $\Delta x = x_A - x_B$ i $\Delta y = y_A - y_B$.

Jeżeli obydwie różnice Δx i Δy są mniejsze od różnic Δx i Δy , wówczas różnica chromatyczności barw A i B jest mniejsza od różnicy chromatyczności między barwami obwodu elipsy, a barwą jej środka i jest niezauważalna.

Aby oznaczyć różnicę ΔE między dwiema barwami, należało, oprócz różnicy chromatyczności ΔCR uwzględnić różnicę ich jasności ΔV , co doprowadziło do wzoru [116]:

$$\Delta E = \{g_{11}(\Delta x)^2 + 2g_{12} \Delta x \cdot \Delta y + g_{22}(\Delta y)^2 + g \cdot [\Delta Y/Y_m]^2\}^{1/2} \quad 6.18$$

We wzorze tym Y_m oznacza średnią jasność porównywanych barw (wzór 6.7a), a współczynnik g zależy od tego jak są usytuowane względem siebie porównywane barwne powierzchnie, a mianowicie: jeżeli stykają się ze sobą, wówczas $g=1$, jeśli jest między nimi odstęp, wartość współczynnika g jest mniejsza. Jednostka różnicy barwy obliczonej według wzoru 6.18 nosi nazwę jednostki McAdama. Jest zwykle mniejsza od jednostki NBS.

Innym ogólnym sposobem określania różnicy barwy jest wykorzystanie układów Lab (por. p. 4.6). Różnica barwy w tych układach wynosi:

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2} \quad 6.19$$

Jeżeli jasność oraz współrzędne chromatyczności **a** i **b** wyrazi się według wzorów 4.84, wówczas powstanie na różnicę barwy ΔE wzór ANLab:

$$\Delta E = K \cdot \{(0,23 \cdot \Delta V_Y)^2 + [\Delta(V_X - V_Y)]^2 + [0,4 \cdot \Delta(V_Y - V_Z)]^2\}^{1/2} \quad 6.20$$

We wzorze tym

$$\begin{aligned} 0,23 \Delta V_Y &= \Delta L \\ \Delta(V_X - V_Y) &= \Delta a \\ 0,4 \Delta(V_Y - V_Z) &= \Delta b \end{aligned} \quad 6.21$$

Wielkości V_X , V_Y i V_Z oblicza się z wielomianu *Juddy*, zgodnie z wzorami 4.60 i 4.85. Jeżeli przyjmie się współczynnik $K=40$ (ANLab40) wówczas różnica barw achromatycznych będzie wyrażona w jednostkach równych jednostce NBS, a w przypadku barw chromatycznych ich różnice wyrażą się w jednostkach niewiele odbiegających od jednostek NBS (zarówno nieco większych jak i nieco mniejszych).

Dlatego często jednostkę różnicy barwy obliczonej według wzoru ANLab określano nieprawidłowo jako jednostkę NBS. Bowiem w takich jednostkach wyrażana jest różnica barwy tylko przy zastosowaniu wzoru *Juddy i Huntera*. (wzór 6.11).

Wzór ANLab był szeroko stosowany przez ok. 25 lat do pomiarów różnicy barwy przez ISO [117]. Zastąpił go zmodyfikowany wzór CIELAB oparty również na układzie Lab (wzór 4.87).

Składniki wzoru 6.19 na różnicę barwy:

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$

zgodnie z wzorami 4.87 wynoszą:

$$\begin{aligned}\Delta L &= 16 \cdot \Delta f(Y/Y_n) \\ \Delta a &= 500 \cdot [\Delta f(X/X_n) - \Delta f(Y/Y_n)] \\ \Delta b &= 200 \cdot [\Delta f(Y/Y_n) - \Delta f(Z/Z_n)]\end{aligned}\quad 6.22$$

Zazwyczaj

$$\begin{aligned}f(Y/Y_n) &= (Y/Y_n)^{1/3} \\ f(X/X_n) &= (X/X_n)^{1/3} \\ f(Z/Z_n) &= (Z/Z_n)^{1/3}\end{aligned}\quad 6.23$$

I wówczas składniki równania na ΔE wyniosą:

$$\Delta L = 116 \cdot \Delta(Y/Y_n)^{1/3}$$

a ponieważ dla każdego iluminantu $Y_n=100$, to

$$\begin{aligned}\Delta L &= 25 \cdot \Delta(Y)^{1/3} \\ \Delta a &= 500 [\Delta(X/X_n)^{1/3} - \Delta(Y/Y_n)^{1/3}] \\ \Delta b &= 200 [\Delta(Y/Y_n)^{1/3} - \Delta(Z/Z_n)^{1/3}]\end{aligned}\quad 6.24$$

W przypadku barw o bardzo małej jasności (prawie czarnych), dla których: $Y/Y_n < 0,008856$ lub $Y < 0,8856$ i barw o bar-

dzo małej chromatyczności, gdy $X/X_n < 0,008856$ i $Z/Z_n < 0,008856$, składniki wzoru na ΔE , zgodnie z wzorami 4.79 i 4.88a będą miały wartości:

$$\begin{aligned}\Delta L &= 903,3 \cdot \Delta(Y/Y_n) = 9,033 \Delta Y \\ \Delta a &= 3893,5 [\Delta(X/X_n) - \Delta(Y/Y_n)] \\ \Delta b &= 1557,4 [\Delta(Y/Y_n) - \Delta(Z/Z_n)]\end{aligned}\quad 6.25$$

We wzorach powyższych symbol Δ oznacza różnicę odpowiednich funkcji porównywalnych barw:

$$\begin{aligned}\Delta(Y/Y_n)^{1/3} &= (Y_1^{1/3} - Y_2^{1/3})/Y_n^{1/3} \\ \Delta(Y)^{1/3} &= Y_1^{1/3} - Y_2^{1/3} \\ \Delta(X/X_n)^{1/3} &= (X_1^{1/3} - X_2^{1/3})/X_n^{1/3} \\ \Delta(Z/Z_n)^{1/3} &= (Z_1^{1/3} - Z_2^{1/3})/Z_n^{1/3} \\ \Delta(Y/Y_n) &= (Y_1 - Y_2)/Y_n \\ \Delta(X/X_n) &= (X_1 - X_2)/X_n \\ \Delta(Z/Z_n) &= (Z_1 - Z_2)/Z_n\end{aligned}$$

Indeksem „n” oznaczono wielkości odnoszące się do iluminantu, który uwzględniono przy obliczaniu różnicy barw ΔE .

Jednostka różnicy barwy obliczonej według wzoru CIELAB jest inna niż jednostka NBS. W przypadku barw achromatycznych jednostka CIELAB odpowiada ok. 0,88 jednostki NBS. W przypadku barw chromatycznych różnice są inne i niejednakowe. Natomiast różnice barw chromatycznych, wyrażone w jednostkach CIELAB, stanowią 1,1 różnicy w jednostkach ANLAB, są więc o 0,1 czyli o 10% większe [66].

Różnica dwu barw ΔE określa jak bardzo różnią się obydwie barwy. Nie podaje bliższych wskazówek co do jej charakteru. Można jedynie stwierdzić, że obydwie barwy różnią się jasnością na podstawie wielkości ΔL , służącej do obliczenia ΔE .

Dla pełnego scharakteryzowania różnicy barw należałoby określić czy oprócz jasności barwy różnią się czystością c (nasyceniem, chromatem) i odcieniem (tonem) h. Z wzoru 4.91 można obliczyć wartość nasycenia C :

$$C = (a^2 + b^2)^{1/2}\quad 6.26$$

Wartość C odpowiada odległości od środka płaszczyzny chromatyczności *ab* przez który przechodzi oś jasności L, rzutu na tę płaszczyznę punktu odpowiadającego położeniu danej barwy w przestrzeni (por. rys. 4.29 i 4.31.).

W USA wielkość tę określa się jako nasycenie (*saturation*) lub jako chromat podobnie jak w układzie *Munsella*. W Wielkiej Brytanii nasycenie i chromat mają odmienne znaczenie, zgodnie z zaleceniami CIE: nasycenie to stosunek barwy chromatycznej do jej mieszaniny z achromatyczną przy stałej jasności, zaś chromat to ilość barwy chromatycznej we wrażeniu barwnym niezależnie od jasności barwy achromatycznej [2]. Obydwie definicje nie są zbyt klarowne, dlatego CIE zaleciła dla wielkości C nazwę „chromat metryczny”. W Niemczech wielkość C określa się nazwą *Buntheit* (barwność).

Odcień barwy można określić zgodnie z wzorem 4.90 przez kąt odcienia *h* utworzony przez prostą OC z dodatnią częścią osi *a* (rys. 4.29), wynoszący:

$$h = \arctg(b/a) \quad 6.27$$

Wielkości *a* i *b* mogą przybierać zarówno wartości dodatnie jak i ujemne.

Rozróżnia się więc cztery warianty wielkości kąta odcienia:

1. $a > 0$ i $b > 0$ wówczas $h = \arctg(b/a)$
2. $a < 0$ i $b > 0$ wówczas $h = 180^\circ - |\arctg(b/a)|$
3. $a < 0$ i $b < 0$ wówczas $h = 180^\circ + \arctg(b/a)$
4. $a > 0$ i $b < 0$ wówczas $h = 360^\circ - |\arctg(b/a)|$

Miarą kąta są stopnie lub radiany. Natomiast różnicę barwy ΔE stanowi odległość między dwoma punktami w przestrzeni odpowiadającymi rozróżnianym barwom, przy czym przestrzeń powinna być tak określona, aby jednakowe odczucie różnicy barw odpowiadało takiej samej liczbowo wyrażonej odległości. W przypadku odcienia wyrażonego za pomocą kąta, odległość dwu punktów odpowiadającym barwom leżącym na ramionach kąta, a więc o tym samym odcieniu, będzie się zwiększała w miarę odległości od środka układu (wierzchołka

kąta). Gdyby można było wyrazić różnicę odcienia również za pomocą odległości ΔH dwu punktów różnych barw, wówczas, znając różnicę nasycenia ΔC i jasności ΔL można by obliczyć różnicę tych barw ΔE :

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta C)^2 + (\Delta H)^2]^{1/2} \quad 6.28$$

Znając różnicę ΔE , obliczoną np. według wzoru 6.19, różnicę chromat ΔC z wzoru 6.26 oraz różnicę jasności *L* z wzorów 6.21, lub 6.24, względnie 6.25, można obliczyć różnicę odcienia ΔH wyrażoną w takich samych jednostkach [118]:

$$\Delta H = [(\Delta E)^2 - (\Delta L)^2 - (\Delta C)^2]^{1/2} \quad 6.29$$

Z wzorów 6.19 i 6.28 wynika, że:

$$(\Delta H)^2 + (\Delta C)^2 = (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2$$

czyli

$$\Delta H = [(a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2 - (C_1 - C_2)^2]^{1/2}$$

Po podstawieniu $a = C \cdot \cosh$ i $b = C \cdot \sinh$ można po odpowiednich przekształceniach obliczyć różnicę odcienia ΔH z wzoru:

$$\Delta H = 2(C_1 \cdot C_2)^{1/2} \cdot \sin(\Delta h/2) \quad 6.29a$$

Po obliczeniu w ten sposób różnicy odcienia, całą różnicę barwy ΔE , zgodnie z wzorem 6.28, można przedstawić w postaci różnicy jasności ΔL , chromat ΔC i odcienia ΔH .

W przypadku różnicy jasności dwu barw, ta o większej wartości *L* jest jaśniejsza, a druga jest ciemniejsza. Barwa o większej wartości *C* jest mocniejsza (czystsza), a druga słabsza (mniej czysta). Przy interpretowaniu różnicy odcienia ΔH należy się kierować wartością kąta odcienia *h*, obliczonego dla każdej z dwu barw. Kąt bliższy 90° wskazuje na odcień bardziej żółty (+*b*), kąt bliższy 180° na bardziej zielony (-*a*), bliższy 270° na bardziej niebieski, a bliższy 0° lub 360° na bardziej czerwony (+*a*).

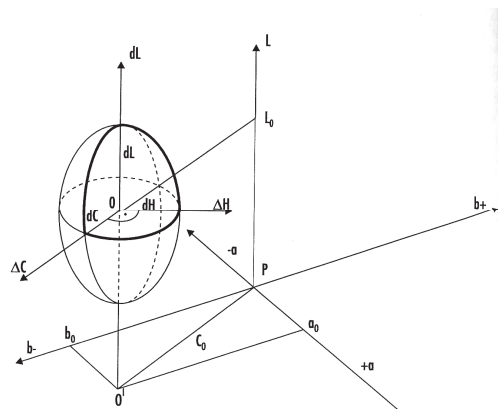
W żadnym z układów omówionych w p. 4.3.-4.7. barwy nie są rozmieszczone całkiem równomiernie. Wobec tego różnice dwu barw leżących w różnych miejscach przestrzeni barw obliczone według wzorów

któregoś z układów odbiegają nieraz dość znacznie od różnic odczuwanych przez oko. Tworzono więc coraz to inne odmiany wzorów na różnice barw. Ich przegląd można znaleźć w literaturze [119].

Wzory CIELAB (6.19 i 6.22) oraz CIELCH (6.28) stanowią podstawę opracowania zmodyfikowanych wzorów na różnicę barwy, w których uwzględniono zróżnicowane postrzeganie i akceptowanie tej różnicy w zależności od położenia punktów odpowiadających określonym barwom w przestrzeni.

Wokół punktu w przestrzeni Lab określającego konkretną barwę można znaleźć szereg innych punktów odpowiadających barwom, których nie da się odróżnić wizualnie od tej określonej barwy. Podobnie jak w przypadku elips *McAdama* (rys. 4.27.) na wykresie chromatyczności, można wokół punktu każdej barwy w przestrzeni wyznaczyć powierzchnię, wewnątrz której będą leżały punkty odpowiadające barwom nie dającym się odróżnić, względnie różniącym się w sposób akceptowany od barwy wokół której powierzchnię utworzono.

Różnice między barwami odpowiadającymi punktom na tych powierzchniach, a barwą centralną można wyrazić w układzie LCH. Wówczas powierzchnie te przedstawiają się w postaci elipsoid pokazanych na rys. 6.5. Wokół punktu O, określonego przez współrzędne L_0 , a_0 , b_0 , można narysować elipsoidę o półosiach dL , dC i dH . Półoś dL jest równoległa do osi L, półoś ΔC do odcinka PO' między początkiem układu Lab (punkt P) i rzutem punktu O na płaszczyznę ab (punkt O'). Odcinek ten odpowiada nasyceniu barwy: $C_0 = (a_0^2 + b_0^2)^{1/2}$. Półoś dH jest prostopadła do półosi dC . Przedłużenie półosi elipsoidy utworzy układ ΔL , ΔH i ΔC .



Rys. 6.5. Elipsoida różnicy barw

Dłuższe osie rzutów elipsoid na płaszczyznę ab (osie elips chromatyczności) skierowane są ku początkowi układu P, powinny bowiem odpowiadać nasyceniu C (metrycznemu chromatowi) barw ze środków elipsoid, których rzutem są punkty O'.

Wszystkie barwy odpowiadające punktom leżącym we wnętrzu elipsoidy wydają się identyczne jak barwa odpowiadająca środkowi elipsoidy.

Wielkości półosi dL , dC , i dH określają dające się już zaobserwować różnice jasności, nasycenia i odcienia barwy określonej przez środek elipsoidy, lub różnice uznane za dopuszczalne. Wielkości tych półosi zmieniają się w zależności od położenia punktu O w przestrzeni Lab.

Różnica jasności ΔL , nasycenia ΔC , czy odcienia ΔH wyrażona w takich samych liczbach, może być, w przypadku barw położonych w różnych punktach przestrzeni, mniejsza lub większa od długości odpowiednich półosi dL , dC , i dH elipsoid o środku leżącym w tych punktach. Może więc być w jednych przypadkach rozróżniana wizualnie, a w innych nierozróżnialna.

Jednakowo rozróżniane będą barwy dla których stosunek obliczonej różnicy barwy ΔE do różnicy odczuwanej wizualnie ΔV będzie taki sam, czyli gdy:

$$\Delta E / \Delta V = \text{const}$$

6.30

We wszystkich przypadkach taka sama zmiana jasności ΔL , chromatu metrycznego (nasycenia) ΔC , czy odcienia ΔH barwy, powinna wywoływać takie samo odczucie zmiany wizualnej ΔV :

$$\begin{aligned}\Delta L/\Delta V &= \text{const} \\ \Delta C/\Delta V &= \text{const} \\ \Delta H/\Delta V &= \text{const}\end{aligned}\quad 6.31$$

Miarą różnicy jasności, chromatu czy odcienia zapewniającą jednakowe ich odczuwanie wizualne powinien być stosunek obliczonej wartości ΔL , ΔC , i ΔH , do różnicy dającej się zauważyć (różnicy postrzeganej) lub do różnicy przyjętej jako dopuszczalna. Różnice te odpowiadają długościom półosi dL , dC i dH elipsoid wokół punktu odpowiadającego każdej barwie z którą porównuje się inną barwę. Różnica barwy ΔE jednakowo odczuwana we wszystkich punktach przestrzeni barw wynosi więc:

$$\Delta E = [(\Delta L/dL)^2 + (\Delta C/dC)^2 + (\Delta H/dH)^2]^{1/2} \quad 6.32$$

Półosie dL , dC , i dH stanowią wagę udziału różnicy jasności ΔL , chromatu ΔC i odcienia ΔH w określeniu różnicy barwy ΔE .

Aby można było wyrazić różnicę ΔE według wzoru 6.32, należy znaleźć wielkości dL , dC , dH w zależności od położenia mierzonych barw w przestrzeni. Dla znalezienia takich zależności należało wybrać jak największą liczbę barwnych wzorców, określić ich położenie w przestrzeni barw, a następnie przygotować możliwie dużo barwnych próbek różniących się nieznacznie od wzorców jasnością, nasyceniem, odcieniem i obliczyć różnice między barwami tych próbek, a barwą wzorca, określając czy jest dostrzegalna lub dopuszczalna, czy też nie. Obserwacje wizualne powinna wykonać jak największa liczba obserwatorów.

Niektóre wyniki pomiarów barw niewiele się różniących między sobą i ich porównanie z wizualną oceną takich różnic w różnych miejscach przestrzeni barw i wykresu chromatyczności układu xyY lub Lab zostały opublikowane [58, 59, 120-128].

Wizualne określenie różnicy między badanymi barwami było wykonywane w różny sposób. Najczęściej przez porównanie tej różnicy z różnicą dwu barw achromatycznych (szarych) przyjętą jako ledwo dostrzegalną względnie jako dopuszczalną [59, 124], lub przez porównanie z różnicą między parą barw przyjętą jako odniesienie, z zestawu barw bliskich sobie, na podstawie których określono poprawność któregoś z wzorów na różnicę barwy [58, 125]. Niekiedy wizualna ocena polegała po prostu na stwierdzeniu, czy barwy dają się odróżnić czy nie lub czy ich różnica jest dopuszczalna [120, 122]. Na podstawie opublikowanych danych i uzupełniających pomiarów, próbowano obliczyć wielkości półosi elipsoid dL (jasności), dC (chromatu) i dH (odcienia), pozwalające na poprawne stosowanie wzoru 6.32 do określania różnicy barwy zgodnej z jej odczuciem wizualnym.

Dla określenia półosi dL należało wokół barw z różnych miejsc przestrzeni określonych jako punkty środków elipsoid, wybrać jak najwięcej innych barw o takiej samej chromatyczności CR (tzn. o stałym kącie odcienia h i chromacie C) lecz różniących się jasnością L , a następnie obliczyć różnice ΔE między tymi barwami, a barwą środka. Różnica ta będzie spowodowana tylko przez różnicę jasności. Wówczas różnica ΔE uznana za nie dającą się zauważyć lub za dopuszczalną, będzie stanowiła półoś dL w danym miejscu przestrzeni.

Podobnie wyznacza się półoś chromatatu dC , przez obliczenie nie dającej się zauważyć lub dopuszczalnej różnicy ΔE między którąś z barw określoną jako środek elipsoidy, a barwami różniącymi się od niej tylko chromatem C , tj. o stałej jasności L i o stałym kącie odcienia h . Różnica ΔE odpowiada wówczas półosi chromatatu ΔC . Jej wielkość zmienia się w zależności od położenia elipsoidy w przestrzeni.

Półoś odcienia dH wyznacza się w taki sam sposób przez pomiar różnicy ΔE między barwą obraną jako środek elipsoidy i barwami różniącymi się od niej tylko odcieniem ΔH , a więc o stałym chromacie i o stałej jasności. Nie dająca się zauważyć lub

dopuszczalna różnica ΔE odpowiada wielkości półosi dH.

Jako miarę stałości dwu cech barwy przy oznaczaniu różnicy pozostałej cechy przyjęto stosunek różnicy tej cechy do różnicy barwy, a więc $\Delta L/\Delta E$, $\Delta C/\Delta E$, $\Delta H/\Delta E$. Powinien on być równy jedności lub jak najbardziej do niej zbliżony.

Wielkości półosi jasności dL i chromatu dC zależą przede wszystkim od samej jasności L lub samego chromatu C barwy środka elipsoidy.

Badając te zależności za pomocą analizy regresyjnej można ustalić ich matematyczną formę:

$$dL = k_{1L} \cdot L / (1 + k_{2L} \cdot L) + k_{3L} \quad 6.33d$$

$$C = k_{1C} \cdot C / (1 + k_{2C} \cdot C) + k_{3C}$$

Wzrost jasności L powoduje zwiększenie półosi dL, podobnie jak wzrost chromatu C przyczynia się do zwiększenia półosi dC.

Półoś odcienia dH zależy nie tylko od kąta odcienia h, ale i od chromatu C barwy środka elipsoidy. Jej wielkość jest proporcjonalna do półosi chromatu dC, a współczynnik proporcjonalności jest funkcją kąta odcienia:

$$dH = dC \cdot f(h) \quad 6.34$$

Funkcja $f(h)$ ma charakter cykliczny (prawie sinusoidalny). Można więc ją rozwinąć w szereg *Fourriera*. Według pierwszego członu tego szeregu można obliczyć funkcję $f(h)$:

$$f(h) = k_{1H} + k_{2H} \cdot \cos(h + k_{3H}) \quad 6.35$$

W równaniach 6.33-6.35 współczynniki k_1 , k_2 , i k_3 znajduje się drogą iteracyjną. Największą wartość ma półoś jasności dL, a najmniejszą półoś odcienia dH, co świadczy o większej tolerancji na odczuwanie różnicy jasności i o małej tolerancji różnicy odcienia.

Pierwszym wzorem na różnicę barwy, opartym o wagi składników postrzegania barwy (dL, dC, dH) był wzór opracowany

przez *McDonalda* z firmy *J & P Coates* nazywany wzorem JPC [130, 131]. Półosie jasności chromatu i nasycenia zostały nazwane odpowiednio L_t , C_t i H_t :

$$\Delta E = [(\Delta L/L_t)^2 + (\Delta C/C_t)^2 + (\Delta H/H_t)^2]^{1/2} \quad 6.36$$

Półosie jasności i chromatu wynosiły:

$$L_t = 0,08195 \cdot L / (1 + 0,01765L) \quad 6.37$$

$$C_t = 0,06838 \cdot C / (1 + 0,0131C) + 0,638 \quad 6.38$$

Zgodnie z wzorami 6.33, zawarte w nich stałe wynosiły:

$$\begin{array}{lll} k_{1L} = 0,08195, & k_{2L} = 0,01765, & k_{3L} = 0 \\ k_{1C} = 0,0638, & k_{2C} = 0,0131, & k_{3C} = 0,638 \end{array}$$

Półoś odcienia oblicza się z wzoru:

$$H_t = T \cdot C_t \quad 6.39$$

Dla barw o chromacie $C < 0,638$ przyjęto $T=1$ i wówczas $H_t = C_b$. Dla barw o chromacie $C > 0,638$, leżących między kątem odcienia $h=164^\circ$ (zielone) oraz $h=345^\circ$ (purpurowe):

$$T = 0,56 + 0,2 \cdot \cos(h + 168^\circ)$$

a dla pozostałych

$$T = 0,36 + 0,4 \cdot \cos(h + 35^\circ)$$

We wzorach tych stałe z wzoru 6.35 wynosiły:

$$\begin{array}{l} k_{1H} = 0,56 \text{ lub } 0,36, \\ k_{2H} = 0,2 \text{ lub } 0,4, \\ k_{3H} = 168 \text{ lub } 35 \end{array}$$

Wielkości L oraz C i H oblicza się na podstawie wzoru ANLAB.

Wizualne oceny różnic barwy, jej odcienia i jasności dokonywano przez ich porównanie z różnicą dwu barw szarych o średniej jasności $L=50$ i różnicy obliczonej według wzoru ANLAB $\Delta E=1,9$. Różnica ta

została uznana za dopuszczalną.

Wzór JPC nie dawał poprawnych wyników w przypadku barw ciemnych oraz bliskich achromatycznym.

Jego ewolucją jest wzór CMC (l:c), przyjęty przez brytyjski komitet pomiaru barwy (*Colour Measurement Committee*). We wzorze CMC półosie nazwano symbolami S_L (jasności), S_C (chromatu) i S_H (odcienia). Dla małych jasności, $L < 16$, przyjęto stałą wartość półosi S_L . W przypadku barw o małym chromacie, zbliżonych do barw achromatycznych ($C_1 < 0,638$), aby obliczona różnica barwy ΔE była poprawna, należało przyjąć stopniowe zmniejszanie się półosi odcienia dH .

Zamiast wartości T we wzorze 6.39 zaproponowano wielkość:

$$T_n = T_f + 1 - f \quad 6.40$$

Wówczas dla $f=0$ jest $T_n=1$ i $H_t=C_t$. Następnie to wówczas, gdy barwa staje się achromatyczna, tj. gdy jej nasycenie jest równe zeru. Z kolei dla wartości $f=1$ jest $T_n=T$ a wzór 6.39 zachowuje swoją ważność. Czynniki f musi więc zależeć od chromatu C_1 (nasycenia) barwy. Zaproponowano wzór następujący:

$$f = [C^4 / (C^4 + 1,9 \cdot 10^4)]^{1/2} \quad 6.41$$

Do wzoru na różnicę barwy wprowadzono też parametry l i c określające zależność udziału różnicy jasności ΔL i chromatu ΔC w ogólnej różnicy barwy ΔE od warunków wykonywania pomiaru, np. czy określa się różnicę postrzeganą, czy dopuszczalną, czy porównywane wizualnie barwne próbki stykają się ze sobą czy są rozdzielone, jakie jest tło barwnych próbek itd.

Jeżeli wielkość półosi jasności zmniejszy się o połowę, tj. zwiększy się dwukrotnie udział różnicy jasności ΔL w obliczonej różnicy barwy ΔE , wówczas wizualna ocena różnicy barwy przez jej porównanie z różnicą dwu szarych barw, przyjętą za wzorec, będzie odpowiadała różnicy obliczonej. Ostateczna postać wzoru CMC na różnicę barwy jest następująca [132]:

$$\Delta E = [(\Delta L / l \cdot S_L)^2 + (\Delta C / c \cdot S_C)^2 + (\Delta H / S_H)^2]^{1/2} \quad 6.42$$

We wzorze tym ΔL , ΔC , i ΔH obliczone są z zależności pierwiastka sześciennego według wzoru CIELAB.

Dla jasności barwy $L > 16$ półos jasności wynosi:

$$S_L = 0,040975L / (1 + 0,01765L) \quad 6.43$$

Jest więc dwukrotnie mniejsza od półosi L_t we wzorze JPC (wzór 4.57), w którym stała k_{1L} z wzoru 6.33 wynosi 0,08195.

Dla barw o jasności $L < 16$ wartość S_L jest stała i wynosi 0,511 (wynik wzoru 6.43 po podstawieniu $L=16$).

Półos chromatu ma taki sam wymiar jak we wzorze 6.38:

$$S_C = 0,06838 C / (1 + 0,0131C) + 0,638 \quad 6.44$$

Półos odcienia oblicza się według wzoru:

$$S_H = S_C(T f + 1 - f) \quad 6.45$$

a więc zgodnie z założeniem wzoru 6.40, w którym f oblicza się według zależności 6.41

$$f = [C^4 / (C^4 + 0,19 \cdot 10^4)]^{1/2} \quad 6.45a$$

Stała T wynosi tyle samo co we wzorze JPC:

- dla barw o kącie odcienia między $h=164^\circ$ (zielone), a $h=345^\circ$ (purpurowe):

$$T = 0,56 + 0,2 \cos(h + 35) \quad 6.45b$$

- a dla pozostałych barw:

$$T = 0,36 + 0,2 \cos(h + 35).$$

Przy określaniu postrzegania barw współczynniki parametryczne wynoszą najczęściej $l=c=1$, natomiast przy określaniu tolerancji (dopuszczalnej różnicy) barw zwykle stosuje się $l=2$ i $c=1$. W różnych specjalnych przypadkach można odpowiednio zmieniać l i c . Ich wzrost powoduje zmniejszenie udziału różnicy ΔC czy ΔL , a ich

zmniejszenie, zwiększenie tego udziału w ogólnej różnicy barwy ΔE .

Wzór CMC (l:c) daje zadowalająco zgodne z obserwacją wizualną wyniki tylko w przypadku różnic barwy nie przekraczających 10 jednostek CIELAB [133].

Półosi chromatu według założenia wzorów JPC i CMC, powinny być skierowane w stronę osi jasności L układu Lab, a w rzucie elipsoidy na płaszczyznę *ab* rzut półosi C powinien być skierowany w stronę początku układu (por. rys.6.5).

Badania przeprowadzone na uniwersytecie brytyjskim w *Bradford* dla 132 centrów barwy (elipsoid), z wykorzystaniem opublikowanych danych wykazały, że półosi chromatu nie są skierowane tak jak w założeniu CMC. W przypadku barw niebieskich występuje największe odchylenie tych półosi, a ich długość jest wyraźnie większa niż wielkość S_C obliczona z wzoru 6.44, natomiast półoś odcienia jest wyraźnie mniejsza niż S_H wyliczona z wzoru 6.45 [59, 134].

W *Bradford* ponownie przeanalizowano dane zawarte w publikacjach i porównując je z wynikami własnych badań skorygowano równanie CMC na różnicę barwy tak, aby zmniejszyć wymienione wyżej mankamenty. Wizualną ocenę różnicy wykonywano podobnie w odniesieniu do różnicy wybarwień szarych (tzw. szarej skali). Wpływ różnicy poszczególnych cech barwy ΔL , ΔC , i ΔH na ogólną różnicę oceniano w przypadkach, gdy różnica tej cechy stanowiła co najmniej 85% różnicy barwy.

Dla obliczenia wielkości półosi chromatu wyrażonej symbolem D_C przyjęto wzór 6.33. Zamiast odniesienia do chromatu C, lub do kąta odcienia h jednej z porównywanych barw, przyjęto odniesienie do ich wartości średniej:

$$\begin{aligned} C &= (C_1 + C_2)/2 \\ h &= (h_1 + h_2)/2 \end{aligned} \quad 6.46$$

Przy obliczaniu D_C współczynniki k_{1C} , k_{2C} i k_{3C} miały inne wartości niż we wzorze CMC (wzór 6.44):

$$D_C = 0,035C / (1 + 0,00365C) + 0,521 \quad 6.47$$

W przypadku półosi odcienia D_H posłużono się wzorem 6.45, lecz o innych symbolach.

$$D_H = D_C(GT + 1 - G) \quad 6.48$$

$$G = \{[(C)^4 / \{[(C)^4 + 1,4 \cdot 10^4]\}^{1/2}} \quad 6.48a$$

Współczynnik T w tym wzorze obliczono z rozwinięcia funkcji cyklicznej zależności różnicy odcienia od kąta odcienia, w szereg *Fouriera* zawierający aż 5 członów:

$$\begin{aligned} T &= 0,627 + 0,055 \cos(h - 54^\circ) - 0,040 \cos(2h - 136^\circ) + 0,070 \cos(3h - 32^\circ) + 0,049 \cos(4h + 114^\circ) - \\ &0,015 \cos(5h - 103^\circ) \end{aligned} \quad 6.48b$$

Do określania różnicy jasności ΔL przyjęto zależność logarytmiczną (por. wzór 4.83):

$$\Delta L_{BDF} = 54,6 \log[(Y_1 + 1,5)/(Y_2 + 1,5)] \quad 6.49$$

Korzystanie z tego wzoru pozwoliło na wyeliminowanie konieczności obliczania półosi jasności dL lub S_L jak w innych wzorach, gdyż wpływ tej półosi na zgodność wizualną określania różnicy barwy z różnicą obliczoną według niego jest znikomy.

Chcąc określić wpływ rotacji półosi chromatu i odcienia, przyjęto do wzoru na różnicę barwy składnik R_T wynikający z tej rotacji. Składnik ten uwzględnia odczuwanie różnicy odcienia $\Delta H/D_H$ i chromatu $\Delta C/D_C$.

Odczuwanie różnicy odcienia zależy w sposób cykliczny od średniej wartości kąta odcienia h , może być więc przedstawiony w postaci szeregu *Fouriera*:

$$\begin{aligned} R_H &= -0,260 \cos(h - 308^\circ) - 0,379 \cos(2h - 160^\circ) - 0,636 \\ &\cos(3h + 254^\circ) + 0,226 \cos(4h + 140^\circ) - \\ &0,194 \cos(5h + 280^\circ) \end{aligned} \quad 6.50$$

Odczuwanie różnicy nasycenia zależy od wielkości średniego nasycenia C porównywanych barw:

$$D_C = 0,021C / (1 - 0,0042) + 0,866 \quad 6.54$$

$$D_H = D_C (G_A T_A + 1 - G_A) \quad 6.55$$

$$R_C = \{(C)^6 / [(C)^6 + 70 \cdot 10^6]\}^{1/2} \quad 6.51$$

$$G_A = \{(C)^4 / [(C)^4 + 1,9 \cdot 10^4]\}^{1/2} \quad 6.55a$$

Łączny parametr wpływu odcienia i nasycenia R_T wynosi:

$$T_A = 0,671 - 0,040 \cos(h - 296^\circ) - 0,213 \cos(2h - 101^\circ) + 0,082 \cos(3h - 57^\circ) + 0,056 \cos(4h + 129^\circ) - 0,034 \cos(5h + 202^\circ) \quad 6.55b$$

$$R_T = R_H \cdot R_C$$

Wzór na różnicę barwy, zwany wzorem BFD (od *Bradford*) ma ostateczną postać:

$$\Delta E = [(\Delta L_{BFD}/l)^2 + (\Delta C/c D_C)^2 + (\Delta H/D_H)^2 + R_T (\Delta C/D_C) (\Delta H/D_H)]^{1/2} \quad 6.52$$

Parametry l i c wprowadza się w zależności od warunków wizualnej obserwacji różnicy barwy i od rodzaju barwnej powierzchni. Zwykle przyjmuje się $l=1$ i $c=1$ dla określania różnicy postrzeganej, zaś $l=1,5$ i $c=1$ dla określania różnicy dopuszczalnej [59]. Wzór ten można stosować również w przypadku większych różnic barwy.

Wzór BFD ($l:c$) nie jest używany przy stosowaniu do pomiarów iluminantu A , którego współrzędne trójkromatyczne wynoszą $x_{10}=0,4512$, a $y_{10}=0,4059$ (wobec czego $z_{10}=0,1429$). Dokładne badania wykazały, że półosie chromatów barw w tym iluminancie są skierowane prawie ku środkowi układu, wobec czego nie potrzebna jest poprawka na ich obrót.

Współczynniki do obliczania półosi chromatów D_C i odcienia D_H mają nieco inne wartości niż w przypadku wzoru BFD [135]. Nowy wzór, zwany wzorem BFDA ($l:c$) ma postać:

$$\Delta E = [(\Delta L_{BFD}/l)^2 + (\Delta C/c D_C)^2 + (\Delta H/D_H)^2]^{1/2} \quad 6.53$$

We wzorze tym (zgodnie z 6.49)

$$\Delta L_{BFD} = 54,6 \log[(Y_1 + 1,5)/(Y_2 + 1,5)]$$

Statystyczne badania poprawności wzorów CMC ($l:c$), BFD ($l:c$) i BFDA ($l:c$) wykazały, że żaden z nich nie oddaje w pełni wizualnego odczucia różnicy barwy. Obliczono statystyczne odchylenia standardowe σ ilorazu $R = \Delta E / \Delta V$ (stosunku obliczonej różnicy barwy ΔE do odczuwanej lub dopuszczalnej ΔV). Wielkość tego odchylenia w stosunku do średniej wartości $R = \Delta E / \Delta V$ wyrażona w procentach stanowiła w przypadku wzoru BFDA 24%, wzoru BFD 32%, a wzoru CMC 35%. Dla porównania obliczono tę wielkość również dla wzoru CIELAB, wynosiła aż 52% [135].

W firmie „Datacolor” opracowano jeszcze jeden wzór na różnicę barwy, oparty podobnie jak wzory JPC, CMC i BFD o układ ΔL , ΔC i ΔH , zgodnie z wzorem ogólnym 6.32 [136].

$$\Delta E_{DC} = [(\Delta L/FL \cdot TL)^2 + (\Delta C/FC \cdot TC)^2 + (\Delta H/FH \cdot TH)^2]^{1/2} \quad 6.56$$

We wzorze tym półosie elips, oznaczone symbolem F wynoszą:

$$F_L = 0,092299 \cdot L / (1 + 0,051205 \cdot L) - 0,068156 \quad 6.56a$$

(jeżeli $L < 16$ do wzoru wprowadza się wartość $L = 16$).

$$F_C = 0,025963 \cdot C / (1 + 0,006236 \cdot C) + 0,232218 + 0,0026L + 0,15 \sin[0,0805537(L + 12,9)] \quad 6.56b$$

$$F_H = 0,008919C / (1 + 0,001871C) + 0,256594 \quad 6.56c$$

Wzory na obliczanie pólasi są więc tego samego typu co wzór 6.33.

Przy obliczaniu pólasi chromat F_C uwzględniono jej zależność od jasności barwy L , natomiast wielkość pólasi odcienia F_H uzależniono tylko od chromat barwy C , a nie od odcienia, jak w przypadku wzoru CMC (parametr T).

Współczynniki T_L , T_C , i T_H wprowadza się, aby uzyskać poprawne wyniki w zależności od rodzaju barwnego wyrobu i warunków obserwacji barwy. Wzór ten był stosowany w programach mikroprocesorowych i komputerowych (*software*) urządzeń do pomiaru barwy „Datacolor”.

Należy wspomnieć o nieopublikowanym dotychczas wzorze na różnicę barwy opracowanym w firmie *Marx&Spencer*. Wzór ten stosowany pod nazwą 83A daje wyniki podobne jak wzory CMC i *Datacolor* [137].

Techniczny komitet CIE TC-1-29 zaproponował wzór, nazwany CIE94, [138, 139], którego forma ogólna jest analogiczna do formy CMC (wzór 6.42) lub ΔE_{DC} (wzór 6.56):

$$\Delta E_{94} = [(\Delta L/k_L \cdot S_L)^2 + 9\Delta C/k_C \cdot S_C)^2 + (\Delta H/k_H \cdot S_H)^2]^{1/2} \quad 6.57$$

We wzorze tym S_L , S_C i S_H stanowią wagi udziałów (pólasi) jasności, nasycenia i odcienia w łącznym odczuciu różnicy barwy. Ich wielkości przy założeniu współczynników $k_L=k_C=k_H=1$, obliczono w odniesieniu do wyników prac uniwersytetu w Bradford [134], oraz prac laboratorium koncernu *Du Pont* [140, 141], wiążących wizualne odczucie różnicy barwy z jej pomiarem. Przyjęto wielkość pólasi jasności jako jedność, ponieważ wykazuje największą stałość w całym zakresie przestrzeni barw, a tolerancja różnicy jasności jest największa:

$$\begin{aligned} S_L &= 1 \\ S_C &= 1 + 0,045 C_{ab} \\ S_H &= 1 + 0,0015 C_{ab} \end{aligned} \quad 6.58$$

Wzór dotyczy bardzo małych różnic barwy, odpowiadających 0-5 jednostek CIELAB,

wobec czego zrezygnowano z uzależnienia pólasi odcienia S_H od kąta odcienia H , pozostawiając jej zależność tylko od chromat C . Wartość C_{ab} określa chromat wzorca, z którym porównuje się barwę, lub średnią wartość chromatu dwu barw porównywanych. Różnica barwy ΔE_{94} obliczona według wzoru 6.57 jest proporcjonalna do różnicy postrzeganej lub dopuszczalnej

$$\Delta E_{94} = k_E \Delta V \quad 6.59$$

czyli

$$\Delta V = \Delta E_{94} \cdot k_E^{-1}$$

Współczynnik proporcjonalności k_E zależy od parametrów charakteryzujących wizualną obserwację mierzonej różnicy barwy. Przy zachowaniu standardowych parametrów obserwacji, współczynnik k_E oraz współczynniki k_L , k_C , i k_H , występujące w równaniu na różnicę barwy, są równe jedności.

Standardowe parametry obserwacji spełniają następujące warunki [143]:

- źródło światła:
- symulator iluminantu D65,
- oświetlenie próbek: 1000 luksów
- obserwator: normalnie rozróżniający barwy
- tło barw: szare o jasności $L=50$,
- obserwacja: bezpośrednio (gołym okiem),
- wielkość powierzchni: zapewniająca kąt widzenia $>40^\circ$,
- odstęp mierzonych powierzchni: minimalny (stykają się),
- struktura powierzchni: jednolita, bez tekstury,
- różnica mierzonych barw: nie większa niż 1-10 CIELAB.

Zmiana każdego z tych parametrów powoduje mniejszą lub większą zmianę odczuwanej różnicy barwy, co pociąga za sobą konieczność odpowiedniego dostosowania współczynników k_L , k_C , i k_H . Ich zależność od zmiany standardowych parametrów jest różna i dotychczas nie wystarczająco poznana. Np. przy pomiarach różnicy barwy

wyrobów włókienniczych zaleca się stosowanie następujących współczynników parametrycznych: $k_L=2$, $k_C=1$, $k_H=1$.

W oparciu o wyniki badań *Du Pont* w niemieckim Federalnym Instytucie Badań i Kontroli Materiałów, w skrócie BAM (*Bundes Anstalt fuer Materialforschung und Pruefung*) opracowano skorygowane wersje obliczania półosi S_C i odcienia S_H [142]:

$$S_C = 1 + 0,039C_{ab} \quad 6.58a$$

$$S_H = 1 + 0,009C_{ab}$$

Statystyczna analiza obliczeń różnicy barwy według różnych wzorów (CIELAB, CMC, BFD, CIE94, BAM) wykazała [144], że za wyjątkiem wzoru CIELAB, pozostałe wzory dają wyniki niewiele się różniące między sobą. Przy czym w zależności od zestawu danych eksperymentalnych różnice wyników się zmieniają.

Ostatnio próbowano wykorzystać logarytmiczną zależność odczuwania wrażeń barwnych od wielkości bodźca, który je wywołuje. Firma *Datacolor* zaproponowała wzór oparty o zmieniony układ LCH, nazwany układem $L^* C^{**} H^{**}$ [136]. Wzór na różnicę barwy zwany wzorem DC1-95, ma postać taką jak wzory w układzie LCH z uwzględnieniem półosi elipsoid:

$$\Delta E_{DC195} = [(\Delta L^{**}/K_L)^2 + (\Delta C^{**}/K_C)^2 + (\Delta H^{**}/K_H)^2]^{1/2} \quad 6.60$$

Wielkości L^{**} i C^{**} oblicza się z zależności logarytmicznych w oparciu o obliczenia L_{ab} i C_{ab} według wzoru CIELAB:

$$L^{**} = \ln(1 + P_1 \cdot L_{ab}) 100 / \ln(1 + P_1 \cdot 100) \quad 6.61$$

$$C^{**} = \ln(1 + P_2 \cdot C_{ab}) \cdot (1 - 0,2 |\sinh_{ab}|) \cdot 100 / \ln(1 + P_2 \cdot 100) \quad 6.62$$

Wielkość H^{**} oblicza się z wzoru:

$$\Delta H^{**} = [(\Delta E^{**})^2 - (\Delta L^{**})^2 - (\Delta C^{**})^2]^{1/2} \quad 6.63$$

do którego różnicę ΔE^{**} oblicza się z wzoru:

$$\Delta E^{**} = [(\Delta L^{**})^2 + (\Delta a^{**})^2 + (\Delta b^{**})^2]^{1/2} \quad 6.64$$

a wielkości a^{**} i b^{**} w oparciu o kąt odcienia h_{ab} (CIELAB):

$$a^{**} = C^{**} \cos(h_{ab}),$$

$$b^{**} = C^{**} \sin(h_{ab}) \quad 6.65$$

Zarówno jasność L^{**} jak i chromat C^{**} we wzorach 6.61 i 6.62 oblicza się w stosunku do jasności $L=100$ i chromat $C=100$. Wielkość chromat C^{**} uzależnia się od odcienia barwy (kąta h).

Ponieważ wielkości a^{**} i b^{**} (wzór 6.65) zależą od kąta odcienia h , więc i różnica ΔE^{**} a zatem i różnica ΔH^{**} są uzależnione od odcienia barwy.

Współczynniki P_1 i P_2 we wzorach 6.61 i 6.62 dobiera się tak, aby różnica barwy ΔE_{DC1-95} , obliczona z wzoru 6.60, jak najbardziej odpowiadała różnicy odczuwanej. Przyjmując $P_1 = 0,015$ i $P_2 = 0,055$ obliczona średnia różnica barwy w całej przestrzeni odpowiada różnicy wizualnej, a współczynniki $k_L = 1,01$, $k_C = 1,17$ i $k_H = 1,15$, są więc bliskie jedności. Elipsoidy postrzegania barw mają kształt zbliżony do kuli o promieniu bliskim jedności.

Współczynnik korelacji różnicy barwy obliczonej i dostrzeganej wynosi $r = 0,7619$ - nie jest więc bardzo wysoki.

Wydaje się, że w oparciu o omówione układy barw, xyY czy Lab nie da się opracować wzorów o współczynniku korelacji bliskim jedności, ponieważ wzory te nie uwzględniają pełnej fizjologii postrzegania barw.

Wrażenia barwne są wynikiem równoczesnego działania na oko bardzo wielu bodźców w postaci kwantów energii promieniowania widzialnego. Zbiory tych bodźców, wyrażone za pomocą składowych X , Y , i Z lub L , a , i , b , powodujące odczucia nasycenia (chromatu) czy odcienia barwy, są zbiorami rozmytymi (*Fuzzy Sets*). Przynależność każdego z bodźców do odpowiedniego zbioru określającego daną barwę, nie da się ustalić za pomocą funkcji których wielkość wynosi 1 jeśli należą do zbioru, a 0, jeśli nie należą (system binarny).

Do przetwarzania informacji o zależnościach nieliniowych stosuje się w mikroprocesorach i komputerach coraz częściej modele oparte o sieci neuronowe, symulujące układy neuronów funkcjonujących w mózgu. Polegają one na wprowadzaniu możliwie dużej liczby sygnałów wejściowych, charakteryzujących obserwowane zjawisko i przekształcaniu ich na impulsy, które na wyjściu jednoznacznie je określają. Połączenie logiki zbiorów rozmytych z sieciami neuronowymi i zastosowanie cyfrowego opisu elementów zbioru pozwoli niewątpliwie na udoskonalenie charakteryzowania barw i określanie ich różnic. Prace w tym kierunku są już prowadzone [145-147].

6.2. Kontrolna ocena barwy wyrobów

Przy wytwarzaniu barwnych wyrobów (tekstylii, powłoki lakiernicze, papier, tworzywa sztuczne i td.) istotną rolę odgrywa zgodność barwy uzyskiwana w kolejnych partiach produkcyjnych. Odchylenie od założonej barwy powoduje często kosztowne procesy dobarwiania zwiększające koszty produkcji.

Wizualna ocena dopuszczalnej różnicy barwy (tolerancji) jest zmienna, w zależności od rodzaju wyrobu i jego przeznaczenia. W jednych przypadkach jest tolerowana większa różnica jasności barwy, w innych różnica nasycenia czy odcienia. Zwykle najostrożniejsze są kryteria dopuszczalnej różnicy odcienia.

Nie każdy obserwator określa wizualnie taką samą liczbowo różnicę barwy jako dopuszczalną. Badania wykazały, że na ponad 25 tys. ocen wizualnych wykonanych przez ośmiu obserwatorów dla 640 par barw, błędne było 10,2-16,4% tj. średnio 13,2%. Błędna ocena polegała na odrzuceniu pary barw przyjętej przez większość obserwatorów jako zgodna, albo zaakceptowaniu pary, którą większość obserwatorów uznała za niezgodną [124]. Taki odsetek nieprawidłowych ocen jest zbyt wysoki, to też dla właściwego kwalifikowania wytwarzanych partii jako do przyjęcia lub do odrzucenia, zwanego *Pass-Fail*, próbowano zaadaptować obliczanie różnicy barwy na

podstawie pomiarów instrumentalnych.

Pierwsze wzory różnicy, zarówno oparte na zależności wielomianu *Juddy*, jak i na zależności pierwiastka sześciennego, wykazywały zbyt duże odchylenia obliczonej różnicy barwy od postrzeganej, czy dopuszczalnej w różnych zakresach przestrzeni barw. Dopiero uwzględnienie wielkości półosi jasności, chromatu i odcienia we wzorach na różnicę barwy, pozwoliło na ich zastosowanie do kwalifikowania barwy jako zgodnej z wzorem lub do odrzucenia (*Pass Fail*).

Na ogół wielkość różnicy barwy przyjmowana za dopuszczalną wynosiła $\Delta E=1$. Najwygodniej jest przedstawić różnicę barwy w układzie ΔL , ΔC , ΔH , gdyż wówczas od razu staje się wiadome, która różnica cechy barwy przyczynia się najbardziej do powstawania różnicy ΔE .

Następujący przykład pokazuje, jak różne wyniki można uzyskać stosując wzory CIELAB i CMC (l:c) do obliczania różnicy barwy [148].

Z pomiarów remisji dwu par czerwono-orańczowych próbek obliczono wielkości L , a , i b .

Para pierwsza

$$\begin{array}{lll} L_A=43,57; & a_A=6,18; & b_A=8,95 \\ L_B=43,57; & a_B=6,89; & b_B=9,97 \end{array}$$

Para druga

$$\begin{array}{lll} L_C=29,11; & a_C=38,23; & b_C=55,32 \\ L_D=29,11; & a_D=38,94; & b_D=56,35 \end{array}$$

Odcienie wszystkich próbek były jednakowe:

$$\arctg(b/a)=55^\circ 22'$$

W pierwszej parze obie próbki miały tę samą jasność $L=L_B$, podobnie w drugiej parze jasności były takie same $L_C=L_D$, więc $\Delta L_{AB}=0$ i $\Delta L_{CD}=0$

Barwy w poszczególnych parach różniły się chromatem C . Jego wielkość obliczona z wzoru 6.26 wynosiła dla pary pierwszej $C_A=10,87$; $C_B=12,12$; dla pary drugiej $C_C=67,24$; $C_D=68,50$.

Druga para była znacznie bardziej nasycona, chociaż o mniejszej jasności niż para pierwsza.

Wg wzoru CIELAB różnica barwy wyniesie:

$$(\Delta L=0) : \Delta E = [(\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$

Dla pary AB różnica ta będzie:

$$\Delta E = [(6,89-6,18)^2 + (9,97-8,95)^2]^{1/2} = 1,24$$

a dla pary CD:

$$\Delta E = [(38,94-38,23)^2 + (56,35-55,32)^2]^{1/2} = 1,25$$

Różnice obydwu par są takie same.

Według wzoru CMC (l:c) przy $\Delta L=0$ i $c=1$ różnica barwy wyniesie:

$$\Delta E = \Delta C / c \cdot S_C$$

$$S_C = 0,0638 \cdot C_1 / (1 + 0,0131 \cdot C_1) + 0,638$$

Dla pary AB:

$$S_C = 0,0638 \cdot 10,87 / (1 + 0,0131 \cdot 10,87) + 0,638 = 1,25$$

$$\Delta E = (12,12 - 10,87) / 1,25 = 1,00$$

Dla pary CD:

$$S_C = 0,0638 \cdot 67,24 / (1 + 0,0131 \cdot 67,24) + 0,638 = 2,92$$

$$\Delta E = (68,50 - 67,24) / 2,92 = 0,43$$

Mimo tego samego odcienia obydwu par i takiej samej liczbowo różnicy chromat (ΔC_{AB}=1,25, a ΔC_{CD}=1,26) oraz braku różnicy jasności w każdej parze, przy większym chromacie jego różnica nie jest zauważalna (ΔE_{CHC}=0,43 pary CD jest bardzo mała).

Stosowanie pomiarów różnicy barwy między produkowanym wyrobem a odpowiednim wzorcem, pozwala w obiektywny sposób przyjmować wyroby, u których różnica mieści się w granicach dopuszczalnych i odrzucać takie, u których ta różnica jest zbyt duża. Producent i odbiorca ustalają dla danego wyrobu wielkość różnicy barwy, która jeszcze nie dyskwalifikuje wyrobu oraz metodę obliczania tej różnicy. Zwykle ustala się margines dopuszczalnych odchyłeń od ustalonej zaakceptowanej różnicy w kierunku zmiany odcienia, jasności czy nasycenia barwy. Jest to ogólnie przyjęty sposób kontroli zwany *Pass Fail*.

Sortowanie.

W fabrykach zużywających duże ilości barwnych surowców (np. tkanin) pochodzących z różnych partii produkcyjnych powstają często trudności spowodowane tym, że partie te różnią się niekiedy barwą.

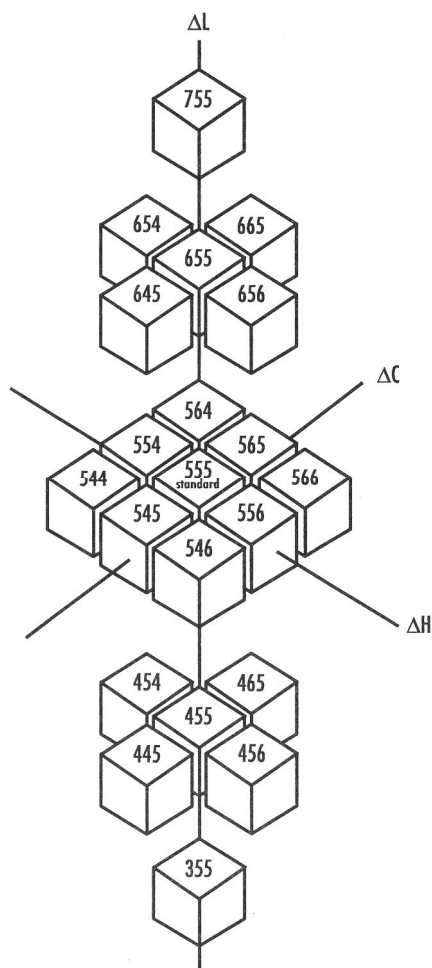
W zakładach przemysłu odzieżowego wykrawa się elementy odzieży z warstw dużej ilości materiałów, pochodzących często z różnych partii. Powstała więc konieczność sortowania tych materiałów i oznaczania ich odpowiednimi symbolami pozwalającymi na dobieranie do wytwarzania wykrojów, partii materiałów, których barwa nie różni się w sposób istotny od siebie. Takie sortowanie ma również znaczenie dla producenta tkanin, gdyż pozwala mu na zgromadzenie partii, których barwa mieści się w dopuszczalnych granicach, dzięki czemu nie ma potrzeby kosztownego przebarwienia.

Szeroko stosowanym sposobem takiego sortowania barwionych wyrobów jest system „555” oparty o różnice jasności ΔL, nasycenia ΔC i odcienia ΔH [149, 150]. Schemat tego systemu przedstawia rys. 6.6.

Podstawą jest sześcian, o symbolu 555, który odnosi się do wzoru (standardu) barwy. Określa się tolerancje różnicy jasności, chromat i odcienia, których stosunek wynosi zwykle:

$$\Delta L : \Delta C : \Delta H = 4 : 2 : 1$$

Barwy różniące się od wzorca w granicach tolerancji oznacza się symbolem takim jak wzorzec tj. 555. Pierwsza cyfra odnosi się do tolerancji jasności ΔL, druga do tolerancji chromat ΔC, a trzecia do tolerancji odcienia ΔH. Sześciany barw różniących się wielokrotnością przyjętych tolerancji, umieszczone są nad sześcianem wzorca, pod nim lub obok niego. Np. symbol 655 oznacza barwę o różnicy jasności ΔL większej od tolerowanej, a 455 o różnicy mniejszej. Symbol 565 to barwa o różnicy chromat ΔC większej, a 545 o mniejszej niż wzorzec, a symbol 556 z kolei oznacza większą od tolerowanej różnicę odcienia ΔH, zaś 554 różnicę mniejszą.



Rys. 6.6. System „555” sortowania barw

Każde następne zwiększenie lub zmniejszenie cyfr oznacza barwy o różnicy ΔL , ΔC , i ΔH odpowiednio większej lub mniejszej od różnicy oznaczonej liczbą poprzednią.

Jeżeli przyjąć tolerancję jasności $\Delta L=1,2$, chromaty $\Delta C=0,6$, a odcienia $\Delta H=0,3$, to symbol 555 będzie oznaczał barwę, której jasność różni się od wzorca od $(-0,6)$ do $(+0,6)$, chromat od $(-0,3)$ do $(+0,3)$, a odcień od $(-0,15)$ do $(+0,15)$. Kolejne cyfry określające jasność, chromat lub odcień, oznaczają, że cechy te różnią się dwukrotnie od cech barw oznaczonych cyframi poprzednimi lub następnymi. Rys. 6.7. przedstawia schematycznie zaszeregowanie barw według wzrastających i malejących różnic

w porównaniu z wzorcem, przy tolerancji $\Delta L=1,2$, $\Delta C=0,6$ i $\Delta H=0,3$.

	3	4	5	6	7	
ΔL	-3,0	-1,8	-0,6	+0,6	+1,8	+3,0
ΔC	-1,5	-0,9	-0,3	+0,3	+0,9	+1,5
ΔH	-0,75	-0,45	-0,15	+0,15	+0,45	+0,75

Rys. 6.7. Oznaczanie barw w systemie „555”

Jeżeli np. pomiar wzorca barwy w systemie CIELAB wykaże wartości $L_w=62$, $a_w=14$, $b_w=48,5$, a pomiar wyrobu, który należy zaklasyfikować $L=60,5$, $a_1=14,8$, $b_1=49,6$, to różnice między wzorcem a wyrobem wyniosą: $\Delta L=-1,5$, $\Delta C=1,28$, $\Delta H=-0,46$.

Jeżeli przyjąć tolerancję $\Delta L=1,2$, $\Delta C=0,6$ i $\Delta H=0,3$ wówczas, zgodnie z rys. 5.7, klasyfikowany wyrób uzyska symbol 473.

Do wytwarzania produktów, których różne elementy powinny mieć taką samą barwę (np. odzież) należy wybierać materiały oznaczone takim samym symbolem cyfrowym lub ewentualnie różniące się tylko jedną z cyfr symbolu o jedność.

Im dokładniejsze wzory na różnicę barwy, jej jasności, chromaty czy odcienia, zostaną użyte do porównania barwionych wyrobów z barwą wzorca, tym dokładniejszy będzie wynik ich klasyfikacji (sortowania) w systemie 555.

Ocena metamerii.

Barwami metamerycznymi są barwy, które wizualnie nie dają się odróżnić, ale które powstają w wyniku działania na oko promieniowania o różniącym się składzie widmowym (por. p. 3.3 i 3.5).

Jeżeli promieniowanie odbite od dwu powierzchni A i B oświetlonych światłem o widmowym rozkładzie energii $S(\lambda)$ wywołuje wrażenie takiej samej barwy, wówczas oczywiście składowe trójkromatyczne barwy obydwu powierzchni są sobie równe.

$$\begin{aligned} X_A &= X_B \\ Y_A &= Y_B \\ Z_A &= Z_B \end{aligned}$$

czyli

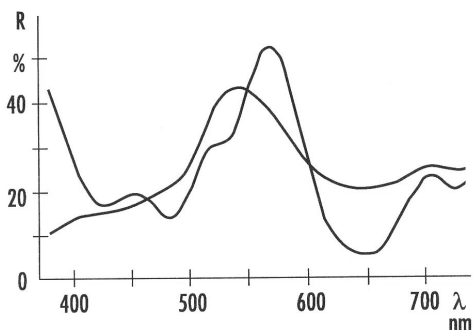
$$\begin{aligned}\Sigma R_A(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot x(\lambda) &= \Sigma R_B(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot x(\lambda) \\ \Sigma R_A(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot y(\lambda) &= \Sigma R_B(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot y(\lambda) \\ \Sigma R_A(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot z(\lambda) &= \Sigma R_B(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot z(\lambda)\end{aligned}$$

lub

$$\begin{aligned}\Sigma [R_A(\lambda) - R_B(\lambda)] \cdot S(\lambda) \cdot x(\lambda) &= 0 \\ \Sigma [R_A(\lambda) - R_B(\lambda)] \cdot S(\lambda) \cdot y(\lambda) &= 0 \\ \Sigma [R_A(\lambda) - R_B(\lambda)] \cdot S(\lambda) \cdot z(\lambda) &= 0\end{aligned} \quad 6.66$$

Aby równania 6.66 były spełnione, w każdej sumie powinno być tyle samo składników dodatnich co ujemnych, więc różnice $R_A(\lambda) - R_B(\lambda)$ powinny przyjmować zarówno wartości dodatnie jak i ujemne. Warunek ten daje się spełnić tylko wtedy, gdy wielkości $R_A(\lambda)$ przy jednych długościach fali będą większe od wielkości $R_B(\lambda)$, a przy innych mniejsze. Wynika z tego, że widmowe krzywe emisji światła od obydwu powierzchni będą się przecinać kilkakrotnie.

Badania wykazały [151], że krzywe emisji dwu barw metamerycznych przecinają się przynajmniej w trzech punktach, jak to ilustruje rys. 6.8.



Rys. 6.8. Remisja światła barw metamerycznych

Punkty te leżą zwykle w obszarach widma odpowiadających barwom niebieskim ($\lambda=430-480$ nm), zielonym do żółtych ($\lambda=500-580$ nm) i żółtym do czerwonych ($\lambda=550-640$ nm) [152].

Im bardziej różnią się między sobą wielkości emisji obydwu krzywych tym bardziej punkty ich przecięcia zbliżają się do stałych wartości, odpowiadającym długościom fali $\lambda=450$ nm (barwa niebieska),

$\lambda=540$ nm (barwa zielona) i $\lambda=610$ nm (barwa czerwona) [152, 153].

Większe różnice współczynników emisji dwu barw metamerycznych, wskazują na większe różnice składów widmowych promieniowania tych barw.

Jeżeli powierzchnie o barwach metamerycznych zgodnych ze sobą w świetle o rozkładzie widmowym energii $S_1(\lambda)$ oświetlić światłem o innym rozkładzie $S_2(\lambda)$, wówczas barwy tych powierzchni przestaną być takie same, gdyż zmiana wielkości $S(\lambda)$ spowoduje, że przy zachowaniu takich samych różnic emisji $R_A(\lambda) - R_B(\lambda)$, równania 6.66 nie będą spełnione.

Zazwyczaj dobiera się barwy przy oświetleniu dziennym (iluminant D_{65}), a różnica barw powstaje przy zamianie oświetlenia na inne.

Jako oświetlenie powodujące powstanie zmiany barwy używa się zwykle iluminantu A, lub iluminantów F_1 , F_2 , F_3 specjalnie dobranych lamp fluoryzujących (por. p. 5.1).

W tablicy 6.1. [39] przedstawiono względne widmowe rozkłady mocy iluminantów F_1 , F_2 , i F_3 (rozkład mocy iluminantów A i D_{65} jest podany w tablicy 5.1).

Różnicę barwy ΔE dwu powierzchni o takiej samej barwie w świetle dziennym (zwykle jest to iluminant D_{65}), po ich oświetleniu jednym z iluminantów A_1 , F_1 , F_2 , i F_3 , przyjęto jako szczegółowy wskaźnik metamerii barw tych powierzchni MI ((*Metameric index*)). Zazwyczaj przyjmuje się takie źródło światła przy którym mierzona różnica barwy jest największa:

$$MI = \Delta E_{t, \max} \quad 6.67$$

Rozkład widmowy promieniowania odbitego $\phi(\lambda)$ zgodnie z wzorem 4.58 wynosi:

$$\Phi(\lambda) = R(\lambda) \cdot S(\lambda) \quad 6.68$$

Tabela 5.1. Względny widmowy rozkład S_λ energii promieniowania iluminantów F_1 , F_2 , i F_3 .

λ (nm)	A	F_1	F_2	F_3
380	9,8	5,4	10,7	23,0
90	12,1	5,6	12,0	27,5
400	14,7	5,8	13,9	33,4
10	17,7	6,1	16,8	43,6
20	21,0	7,4	20,8	55,0
30	24,7	10,6	28,0	67,7
40	28,7	17,2	37,9	81,0
450	33,1	26,5	48,8	94,2
60	37,8	33,6	58,5	104,6
70	42,9	38,3	64,4	111,1
80	48,2	39,7	66,5	114,3
90	53,9	39,8	67,0	115,5
500	59,9	40,7	66,6	114,2
10	66,1	43,6	67,7	111,4
20	72,5	49,9	69,9	107,6
30	79,1	57,4	73,2	103,6
40	85,9	67,8	78,7	101,0
550	92,9	82,3	88,4	99,8
60	100,0	100,0	100,0	100,0
70	107,2	113,2	110,4	101,1
80	114,4	125,7	116,0	102,7
90	121,7	112,9	115,3	102,7
600	129,0	103,2	111,2	101,2
10	136,3	93,3	104,6	99,5
20	143,6	109,8	104,0	98,9
30	150,8	145,7	104,9	98,4
40	158,0	143,6	103,6	92,7
650	165,0	272,2	116,9	96,5
60	172,0	296,5	147,7	96,0
70	178,8	86,9	62,3	63,6
80	185,4	35,6	40,5	47,2
90	191,9	21,2	30,2	38,1
700	198,3	12,4	23,6	31,4
10	204,4	8,0	18,0	25,3
20	210,4	5,2	14,0	20,5
30	216,1	3,5	10,8	16,7
40	221,7	2,0	9,3	13,5

Próbowano określić ogólny wskaźnik metamerii dwu barw A i B nie różniących się między sobą, na podstawie różnicy widmowego rozkładu promieniowania odpowiadającego tym barwom. Ponieważ różnica tego rozkładu

$$\Delta\Phi(\lambda) = \Phi_A(\lambda) - \Phi_B(\lambda)$$

może mieć dla jednych długości fali znak dodatni, a dla drugich ujemny, przyjęto jako wskaźnik ogólny metamerii MI_0 pierwiastek kwadratowy z sumy kwadratów tych różnic [154]:

$$MI_0 = \{\sum [\Delta\Phi(\lambda)]^2\}^{1/2} \quad 6.69$$

Odmianą jest wskaźnik metamerii ogólnej obliczony na podstawie sumy kwadratów różnic współczynników odbicia $\Delta R(\lambda)$ [155]:

$$MI_0 = \{\sum [\Delta R(\lambda)]^2\}^{1/2} \quad 6.69a$$

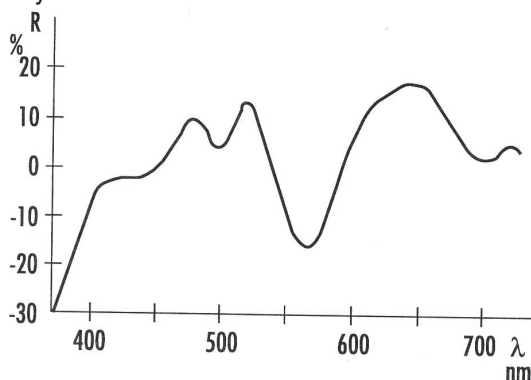
Ogólny wskaźnik metamerii oparty na różnicy widmowego rozkładu energii $\Phi(\lambda)$ lub widmowego współczynnika odbicia $R(\lambda)$ nie zawsze odpowiada wielkości metamerii. Wynika to z faktu, że różnica ta dla promieniowania z krańców widma (czerwonego i fioletowego) przyczynia się w znacznie mniejszym stopniu do wzrostu metamerii niż różnice w zakresie promieniowania, na które oko jest najbardziej czułe (ok. 560 nm).

Z wzorów 6.66 wynika, że składowe trójkromatyczne X, Y, i Z barw powierzchni, dla których widmowy współczynnik odbicia $R(\lambda)$ jest równy różnicy $R_A(\lambda) - R_B(\lambda)$ widmowych współczynników odbicia od dwu powierzchni A i B o barwach metamerycznych, mają wartości zerowe: $X=0$, $Y=0$, $Z=0$. Powierzchni o takich barwach nie da się otrzymać, ponieważ w niektórych przedziałach widma wartości różnic R_A i R_B są ujemne:

$$R_A(\lambda) - R_B(\lambda) < 0$$

Nie istnieją bowiem barwy powierzchni o ujemnych współczynnikach emisji. Takie hipotetyczne barwy powierzchni, których składowe X, Y, i Z mają wartość zerową, zostały nazwane „czerniami metamerycznymi” [156].

Na rys. 6.9. przedstawiono krzywą różnicy ΔR dla czerni metamerycznej barw z rys. 6.8.



Rys. 6.9. Czerni metameryczna barw z rys. 6.8.

Przez podawanie punktów zerowych, dodatnich maksimum i ujemnych mi-

nimów krzywych $\Delta R(\lambda)$ czerni metamerycznych próbowano klasyfikować barwy metameryczne.

Im niższe wartości maksimów i minimum, tj. im krzywa bardziej płaska oraz im więcej punktów zerowych, tym mniejszy jest stopień metamerii barw, na podstawie których oznaczono krzywą czerni metamerycznej [154, 156].

Ocena białości

Wyroby białe różnią się często rodzajem odczuwanej bieli. Jako powierzchnię idealnie białą przyjmuje się taką, która doskonale rozprasza padające na nią światło. Do niedawna jako takie uznawano powierzchnie pokryte warstwą tlenku magnezu MgO , lub siarczaniem baru $BaSO_4$. Później dołączono do nich powierzchnie pokryte politetrafluoroetylenem (por. p. 5.1.).

Chromatyczność idealnej bieli $CR=0$, to znaczy, że zarówno chromat (nasycenie) barwy białej $C=0$, jak i odcień $H=0$, a jej jasność $L=100$. Zwykle za barwy białe uznawane są barwy prawie achromatyczne o dużej jasności. Według normy amerykańskiej [157] jako prawie białe określa się barwy o jasności wyrażonej przez walor *Munsella* $V>8,3$ lub przez składową tróchromatyczną $Y>65$. Chromat (nasycenie) takich barw wynosi w przypadku odcienia niebieskawego $C<0,5$, odcienia żółtawego $C<0,8$, a przy śladach pozostałych odcieni $C<0,3$.

Zwykle odcień żółtawy lub czerwony powoduje zmniejszenie wrażenia bieli, a odcień niebieskawy jego wzrost. W przypadku powierzchni przyżółconych dodaje się zwykle do nich niewielkie ilości substancji niebieskiej, której barwa jest dopełniająca do żółtej, a więc likwiduje wrażenie żółtości, oraz przesuwając odcień nieznacznie w stronę błękitu co zwiększa odczucie białości (na tym polega tzw. farbkowanie bielizny).

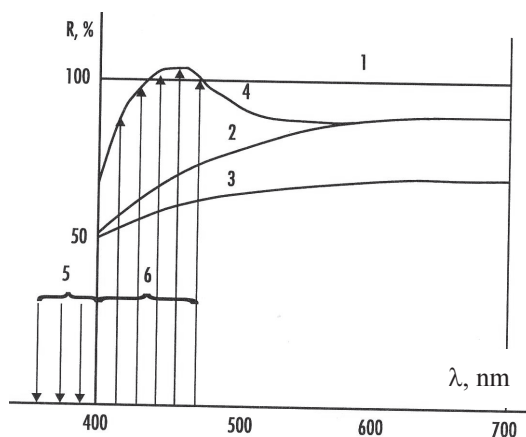
Współczynnik odbicia (remisji) światła $R(\lambda)$ od powierzchni idealnie białej (od idealnego rozpraszacza) ma wartość stałą $R=100$, a jej współrzędne tróchromatyczne w świetle równoenergetycznym wynoszą $x=y=z=1/3$ [158]. W świetle różnych iluminantów składowe tróchromatyczne po-

wierzchni o barwie idealnie białej odpowiadają składowym iluminantu:

$$X_b=X_{il}, \quad Y_b=Y_{il}, \quad Z_b=Z_{il}.$$

a odcień bieli takiej powierzchni odpowiada barwie iluminantu.

Stopień białości wyrobów zwiększa się przez dodanie do nich tzw. rozjaśniaczy optycznych, zwanych też wybielaczami optycznymi. Są to substancje prawie bezbarwne (w dużym stężeniu są lekko żółte), które fluoryzują pod wpływem promieniowania z zakresu bliskiego nadfioletu (320-380 nm) emitując promieniowanie o falach dłuższych, wywołujących wrażenie barw fioletowych do niebieskozielonych ($\lambda = 400-480$ nm).



Rys. 6. 10. Remisja światła od białej powierzchni

1. biel idealna,
2. biel przyżółcona,
3. po dodaniu ultramaryny,
4. po dodaniu rozjaśniacza,
5. absorpcja przez rozjaśniacz,
6. emisja fluorescencji.

Na rys. 6.10 pokazano remisję światła od różnych białych powierzchni. Powierzchnia idealnie biała wykazuje wartość $R=100$ dla wszystkich długości fali (krzywa 1). Przy powierzchni białej lekko przyżółconej, współczynnik odbicia R ma wartość poniżej 100, zmniejszającą się w pobliżu fal krótkich (pochłaniania nieco promieniowania niebieskiego (krzywa 2). Po dodaniu niebieskiej ultramaryny (krzywa 3) współczynnik

remisji nieco maleje, ale jego wartość jest prawie jednakowa przy wszystkich długościach fal co powoduje, postrzegany wzrokowo zanik przyżółcenia. Po dodaniu rozjaśniacza optycznego do powierzchni przyżółconej, następuje pochłanianie promieniowania UV (5) i emisja fluorescencji niebiesko-fioletowej (6), dzięki czemu na krzywej remisji 4 występuje jej wartość $R > 100$ w zakresie barw fioletowoniebieskich. Powoduje to wzrost jasności powierzchni i przesunięcie jej odcienia w stronę barwy niebieskiej. Powierzchnia wydaje się bielsza.

Przy określaniu stopnia bieli W białej powierzchni należy uwzględnić jej jasność oraz chromatyczność tj. odcień H i chromat C , które wskazują kierunek (odcień) i wielkość (chromat) odchylenia barwy powierzchni od barwy achromatycznej, dla której $C=0$ i $H=0$.

Stopień bieli powierzchni o idealnym rozpraszaniu światła (rozpraszacz doskonały, biel idealna) określa się wielkością $W=100$. Ponieważ realnie powierzchnie białe nie są idealne, ich stopień bieli jest inny. Można go określić w dwojaki sposób. Albo przez obliczenie odchylenia od idealnej bieli, które się odejmuje od 100 albo przez wyznaczenie wielkości tróchromatycznych białej powierzchni i obliczenie różnicy barwy tej powierzchni i barwy idealnej bieli. Ilość różnych wzorów na określenie stopnia bieli w oparciu o te dwa sposoby znacznie przewyższa ilość wzorów na różnice barwy. Jedną z przyczyn takiej różnorodności sposobów określania bieli jest bardzo zróżnicowany wpływ poszczególnych cech barwy (jasność, odcień, nasycenie) na odczucie białości u różnych ludzi, oraz na jakość bieli przeznaczoną do różnych celów.

Zależnie od sposobu określania białości, wzory na stopień bieli dają się podzielić na dwa typy [159]. W pierwszym od wielkości 100 odejmuje się odległość punktu w przestrzeni barw odpowiadającego określanej bieli od punktu bieli idealnej wyrażonego przez różnicę jasności ΔL i chromat ΔC :

$$W=100-[(\Delta L)^2+k(\Delta C)^2]^{1/2} \quad 6.70$$

Wzory tego typu nie dają się stosować do określania stopnia bieli powierzchni zawierających fluoryzujące rozjaśniacze optyczne, wykazujących nieraz współczynnik remisji $R > 100$, to też praktycznie wyszły z użycia.

Do drugiego typu należą wzory oparte na wyznaczaniu wielkości tróchromatycznych, najczęściej trzech rodzajów [159,160]:

1. remisji promieniowania przepuszczanego przez trzy filtry, niebieski **B**, zielony **G**, czerwony **A**,
2. wyznaczaniu jasności L i współrzędnych a i b ,
3. określaniu składowej Y i współrzędnych x i y .

Do niedawna najczęściej stosowano wzory pierwszego typu, zwane wzorami $B\ G\ A$:

$$W=\beta \cdot B+\gamma \cdot G+\alpha \cdot A \quad 6.71$$

Wielkości B , G i A oznaczają stopień odbicia (remisji) $R\%$ promieniowania przepuszczonego przez odpowiednie filtry, podobnie jak w fotokolorymetrach filtrowych (por. p. 5.2). Współczynniki β , γ i α dobiera się empirycznie na podstawie dużej ilości pomiarów i obserwatorów, tak aby obliczony stopień bieli odpowiadał jej odczuciu, z uwzględnieniem wpływu odcienia na to odczucie. Ich suma powinna wynosić 1, dzięki czemu stopień bieli W nie może być wyższy od sumy współczynników odbicia R promieniowania B , G i A .

Filtry B , G i A mają różne zakresy przepuszczalności światła, w zależności od rodzaju białego wyrobu i wzoru jaki stosuje się do obliczenia stopnia bieli. Specjalne fotokolorymetry filtrowe do określania bieli noszą nazwę leukometrów. Zwykle posiadają pełen zestaw filtrów pozwalający na obliczanie stopnia bieli według różnych wzorów.

W przypadku wyrobów, u których obserwuje się tylko nieznaczne przesunięcie białości w stronę barw niebieskich, można przyjąć współczynnik $\beta=1$ a $\gamma=\alpha=0$. Stopień bieli oblicza się wyłącznie na podstawie re-

misji promieniowania niebieskiego B. W ten sposób określa się często biel wyrobów papierniczych stosując filtr przepuszczający pasmo promieniowania niebieskiego o maksymalnej długości fali $\lambda_{\max}=470$ nm i szerokości pasma 44 nm.

$$W=B_{470} \quad 6.71a$$

Według tego wzoru największy stopień bieli będą wykazywały powierzchnie o odcieniu lekko niebieskawym, tj. takie, dla których widmowa krzywa odbicia światła $R(\lambda)$ będzie się odznaczać największą wartością emisji w zakresie bliskim krótkofalowego krańca widma.

Innym wzorem, również faworyzującym odcień niebieski jest bardzo rozpowszechniony wzór *Stephansena* [162], w którym $\beta=2$, $\gamma=0$, a $\alpha=1$. Stopień bieli określa się na podstawie pomiaru emisji promieniowania niebieskiego B o długości fali $\lambda_B=430$ nm i czerwonego A o długości fali $\lambda=670$ nm.

$$W=2 B-A \quad 6.71b$$

Dla bieli idealnej $B=A=100$ i $W=100$. Wzrost emisji B promieniowania niebieskiego zwiększa stopień bieli, a wzrost emisji A promieniowania czerwonego powoduje przyżółcenie powierzchni, obniżające stopień bieli. Np. gdy $B=70$ i $A=65$ to $W=75$, natomiast gdy $B=65$, a $A=70$, wówczas stopień bieli $W=60$.

Dwa inne wzory tego typu to używany w USA wzór *Taubego* [157, 159], w którym $\beta=4$, $\gamma=3$, i $\alpha=0$:

$$W=4B-3G \quad 6.71c$$

i wzór zaproponowany przez *Annę Berger* [163], w którym $\beta=3$, $\gamma=1$, i $\alpha=3$

$$W=3B+G-3A \quad 6.71d$$

Wzór *Taubego* (5.71c) stosuje się do barw białych neutralnych, bez przyżółcenia, jakie wyraża się zwykle przez niewielki nadmiar promieniowania czerwonego A w widmie emisji.

Wzór *Berger* (5.71d) rozpowszechniony bardziej w Europie, odnosi się do barw białych, w których faworyzowany jest odcień zielononiebieski, gdyż każde przyżółcenie (wzrost emisji promieniowania A) powoduje zmniejszenie stopnia białości W.

We wzorach BGA typu 6.71, zamiast pomiarów przy użyciu leukometrów światła przepuszczanego przez filtry B, G i A, można stosować pomiary spektrofotometryczne. Wykorzystuje się wówczas zależności opisane w p. 5.2 przy omawianiu fotokolorymetrów filtrowych przez wzory 5.27-5.29, w których R_{X1} odpowiada wartości A, R_Y wartości B, a R_Z współczynnikowi emisji promieniowania G.

We wzorach tych uwzględnia się rodzaj iluminantu, w którym obserwowana jest barwa. Od rodzaju iluminantu zależą współczynniki opisane w tabeli 5.6: k_X , k_{X1} , k_Z i m .

Przy pomiarach spektrofotometrycznych dla różnych iluminantów, do wzorów 6.71 podstawia się wielkości:

$$\begin{aligned} B &= Z/k_Z = 100Z/Z_0 \\ G &= Y \end{aligned} \quad 6.72$$

$$\begin{aligned} A &= X/k_X - g(Z/k_Z - X/k_X) = \\ &= 100X/X_0 - 100g(Z/Z_0 - X/X_0) \end{aligned}$$

$$g = mk_Z/k_{X1}$$

We wzorach tych X_0 , i Z_0 oznaczają składowe tróchromatyczne odpowiedniego iluminantu i obserwatora (por. tablice 5.4), m , k_Z , k_X i k_{X1} są współczynnikami z tablicy 5.6., a X , Y i Z oznaczają składowe tróchromatyczne obliczone dla badanej barwy białej.

Określenie stopnia bieli w układzie Lab opiera się na ogólnym wzorze:

$$W = \lambda L + \nu a + \mu b \quad 6.73$$

Podobnie jak we wzorach 6.71 typu BGA, również w tym przypadku współrzędne λ , ν i μ oblicza się statystycznie w oparciu o dużą ilość pomiarów i ocen wizualnych.

Stosowane są jeszcze obecnie dwa wzory tego typu [159].

Jeden zaproponowany przez *Huntera*, który przyjął $\lambda=1$, $v=-3$ i $\mu=0$:

$$W=L-3b \quad 6.73a$$

i drugi, który zaproponował *Stensby*, przyjmując $\lambda=1$, $v=-3$ i $\mu=3$:

$$W=L-3b+3a \quad 6.73b$$

We wzorach tych wielkości L , a i b obliczane są ze składowych tróchromatycznych [49]:

$$\begin{aligned} L &= 10Y^{1/2} \\ a &= 17,5(100X/X_0 - Y)/Y^{1/2} \\ b &= 7(Y - 100Z/Z_0)/Y^{1/2} \end{aligned} \quad 6.73c$$

Wzór 6.73a faworyzuje biel o odcieniu zielonkawym (ujemne wartości b) a pogarsza wskaźnik białości dla bieli żółtawej (dodatnie wartości b). Wzór 6.73b daje lepsze wyniki dla bieli o odcieniu zielonkawym ($-b$) i czerwonej (dodatnie wartości a).

W przypadku barw białych, którym na wykresie chromatyczności x i y odpowiadają punkty o współrzędnych równych współrzędnym iluminantu $x=x_0$ i $y=y_0$, współrzędne $a=b=0$ i stopień bieli określany jest przez wielkość L .

W pomiarach spektrofotometrycznych, które stają się powszechnie stosowaną metodą określania barwy, oblicza się składowe tróchromatyczne X , Y , i Z oraz współrzędne tróchromatyczne x i y , które następnie trzeba przeliczać na wielkości L , a i b czy B , G , i A potrzebne do omówionych dotychczas typów wzorów na wskaźniki bieli W . Mimo, że współczynniki korelacji obliczonych tak wskaźników i wizualnego odczucia białości są dobre, bo wynoszą powyżej 0,985 dla bieli o odcieniu zielonkawym i ok. 0,99 dla bieli neutralnych [160], wygodniej byłoby obliczać współczynniki W od razu z wielkości spektrofotometrycznych. W tym celu trzeba ustalić zależność stopnia bieli od jej jasności wyrażonej przez składową Y oraz od chromatyczności określonej na wykresie chromatyczności x i y według położenia punktu odpowiadającego oznaczanej barwie białej w stosunku do punktu chromatyczności przy danym iluminancie x_0 y_0 :

$$W=Y+\rho(x-x_0)+\epsilon(y-y_0) \quad 6.74$$

Parametry ρ i ϵ można obliczyć mierząc wpływ zmiany nasycenia (czystości) i odcienia bieli na zmianę stopnia bieli W , mierzonego znanymi dotychczas metodami [160, 163] i przyjmując zmianę stopnia bieli ΔW przy zmianie jasności ΔY równą jednostki: $\Delta W/\Delta Y=1$. Dla bieli neutralnej o długości fali promieniowania dominującego $\lambda_D=470$ nm, obliczone parametry wyniosły: $\rho=-800$, $\epsilon=1700$, wobec czego przy zamianie znaków wyrażeń w nawiasie $(x-x_0)$ i $(y-y_0)$ wzór na określanie stopnia bieli przyjął postać:

$$W=Y+800(x_0-x)+1700(y_0-y) \quad 6.75$$

W przypadku bieli o preferowanym odcieniu zielonkawym zwiększa się parametr ρ , zmniejsza parametr ϵ , a stopień bieli wynosi:

$$W=Y+1700(x_0-x)+900(y_0-y) \quad 6.75a$$

Przy określaniu bieli o preferowanych odcieniach czerwonych, trzeba parametr ρ zmniejszyć do wartości ujemnych, a parametr ϵ znacznie powiększyć:

$$W=Y-800(x_0-x)+3000(y_0-y) \quad 6.75b$$

We wszystkich wzorach typu 6.74, stopień bieli barw achromatycznych, dla których $x=x_0$ i $y=y_0$ określany jest tylko przez wartość składowej Y .

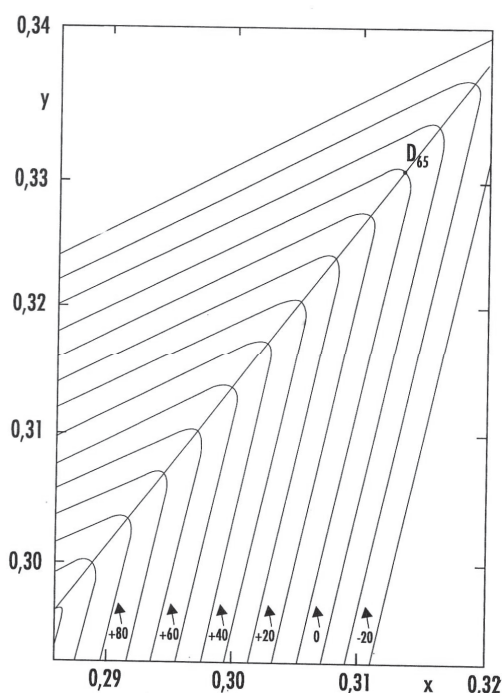
Współrzędne tróchromatyczne barw białych x i y różnią się od współrzędnych iluminantu x_0 i y_0 bardzo nieznacznie, dopiero na drugim lub trzecim miejscu po przecinku. Dlatego współczynniki ρ i ϵ mają duże wartości, aby ich iloczyny przez niewielkie różnice (x_0-x) i (y_0-y) mogły przyczynić się do wzrostu lub obniżenia stopnia bieli.

Na rys. 6.11. przedstawiono wykres chromatyczności x i y dla iluminantu D_{65} pokazujący barwy białe o jednakowym stopniu bieli W przy takiej samej jasności Y lecz o różnych współrzędnych tróchromatycznych [166]. Linia prosta skierowana jest od punktu achromatyczności D_{65} do punktu na linii barw widmowych określającego długość fali dominującej $\lambda_D=466-470$ nm.

Przesunięcie współrzędnych x i y w stosunku do współrzędnych iluminantu x_0 i y_0 określa odcień T bieli

$$T = \rho(x_0 - x) + \epsilon(y_0 - y) \quad 6.76$$

Parametry ρ i ϵ dobrano tak, aby dla bieli o odcieniu odpowiadającym długości fali dominującej $\lambda_{\text{dom}} = 466 \text{ nm}$, wartość wynosiła $T=0$, gdyż biel o takim odcieniu uznana została za biel neutralną.



Rys. 6.11. Linie jednakowego stopnia bieli

Obliczone parametry dla obserwatora normalnego (2°) wynoszą $\rho=1000$, i $\epsilon=650$, a dla obserwatora dodatkowego (10°) $\rho=900$ i $\epsilon=650$ wobec czego wzór na odcień bieli ma postać [164]:

$$T = k(x_0 - x) - 650(y_0 - y) \quad 6.77$$

$k=1000$ dla obserwatora 2°
 $= 900$ dla obserwatora 10°

Ujemna wartość T wskazuje na odcień czerwono-purpurowy bieli, a dodatnia o odcieniu przesuniętym w stronę zieleni. Wzory 6,75 i 6.77 zostały zaakceptowane

przez CIE [165].

W przypadku barw białych uzyskiwanych przez dodawanie fluoryzujących rozjaśniaczy optycznych, należy przy pomiarach zachować wszystkie warunki jak przy pomiarach barw powierzchni fluoryzujących (por. p. 5.3).

Określanie stopnia bieli W przez pomiar składowych tróchromatycznych według omówionych wzorów daje poprawne wyniki tylko wtedy, gdy jasność Y białej barwy jest wystarczająco duża, a jej odcień wykazuje minimalne odchylenie od neutralności:

$$Y > 70$$

$$-6 < T < 6$$

Wartość stopnia bieli wynosi wówczas $W > 40$. W innych przypadkach są to barwy szare, lub chromatyczne (kolorowe), dla których określanie stopnia bieli nie ma sensu.

Różne firmy produkują zestawy białych wzorców ceramicznych, lub z tworzyw sztucznych, mających powierzchnie o różnym stopniu białości. Porównanie bieli badanej powierzchni z bielą wzorców pozwala na przyporządkowanie jej odpowiedniego stopnia bieli wyrażonego w postaci numeru wzorca. Najbardziej znany jest zestaw dwunastu białych wzorców zawierających różne ilości rozjaśniaczy optycznych, opracowany przez firmę Ciba-Geigy. Stopień ich bieli W obliczony dla iluminantu D_{65} według wzoru 6.75 przedstawia się następująco [160]:

numer wzorca	stopień bieli W	numer wzorca	stopień bieli W
1	40	7	96
2	52	8	106
3	60	9	116
4	70	10	126
5	78	11	132
6	88	12	144

Wyroby białe po dłuższym czasie stają się mniej białe, przyżółcone. Wielkość tego przyżółcenia określa tzw. wskaźnik zażółcenia YI (od *Yellowing Index*). Wskaż-

nik ten określa się zwykle jako różnicę promieniowania czerwonego i niebieskiego odbitego od białej powierzchni lub przepuszczonego przez ciało bezbarwne. Jako promieniowanie czerwone i niebieskie przyjmuje się zwykle promieniowanie o długości fali $\lambda=700$ nm (czerwone) i $\lambda=420$ nm (niebieskie) [14]. Najprościej wskaźnik ten można wyrazić wzorem:

$$\begin{aligned} & YI=100(R_{700}-R_{420})/R_{560} & 6.78a \\ \text{lub} & YI=100(T_{700}-T_{420})/T_{560} \end{aligned}$$

Do określania wskaźnika zażółcenia można się posługiwać fotokolorymetrem filtrowym, jak przy określaniu stopnia bieli (wzory typu 6.71). Wówczas zamiast współczynników odbicia R i przepuszczania T używa się wielkości A , B , i G . Wskaźnik zażółcenia wyniesie wtedy:

$$YI=100(A-B)/G \quad 6.78b$$

Można zamiast wielkości A , B , i G posłużyć się składowymi tróchromatycznymi X , Y , i Z wówczas dla iluminantu C będzie

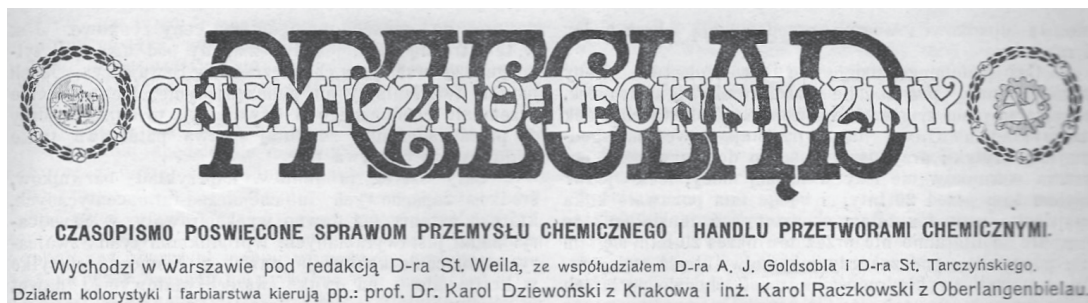
$$YI=100(1,28X-1,06Z)/Y \quad 6.78c$$

Proponowano też określanie wskaźnika zażółcenia jako wielkość współrzędnej b określającej barwy niebieskie i żółte, obliczonej według wzoru 6.73c

$$YI=b_L=7(Y-Z/Z_0)/Y^{1/2} \quad 6.78d$$

Różnice wskaźnika zażółcenia po określonym upływie czasu mogą służyć jako wskaźnik starzenia się, który jest ważny w przypadku wyrobów z tworzyw sztucznych.

TAK NIEGDYŚ BYŁO 100 LAT TEMU



Nieprzemakalne tkaniny (Rok 1914, Nr 8, str. 29-30, 47-48, 66-67)

Dotychczas nie posiadamy sposobu otrzymywania tkanin absolutnie nieprzemakalnych, w dalszym ciągu będzie więc mowa tylko o przygotowywaniu stosunkowo nieprzemakalnych tkanin. Zasadniczą rolę w tym procesie odgrywa uprzednie obrobienie tkaniny, naprz. trzeba ją zupełnie pozbyć apretury i tłuszczów, następnie różnice stopnia osiągnięcia nieprzemakalności przy użyciu tych samych odczynników wynikają z samej różnicy gatunków przędzy, a więc najczęściej zachowuje się bawełna od wełny lub jedwabiu, przyczem ta pierwsza zwykle najlepiej spreparować się daje; wreszcie sam rodzaj utkania lub przędzenia towaru ma bardzo doniosłe znaczenie przy pochłanianiu stosownych odczynników z kąpieli.

Istnieją rozmaite sposoby unieprzemakalniania tkanin: jedne polegają na przeróbce towaru w ten sposób, aby woda nie mogła przezeń przechodzić, inne polegają na dodawaniu do towaru ciała nieprzemakalnego, są to więc sposoby czysto mechaniczne. Do pierwszej kategorii zaliczają się wyłącznie wełna i płótno. Wełna, jak wiadomo, ma własność pod wpływem ługów ściągania swych włókien i tworzenia filcu mięsistego i miękiego w dotyku. Tego rodzaju unieprzemakalnianie nie jest oczywiście idealnem; po kilku godzinach działania woda całkowicie przemacza tkaninę.

Istnieje też wiele sposobów uodpor-

niania tkanin przez dodawanie ciał nieprzepuszczających wody. Ciała te pokrywają albo wierzch tkaniny - unieprzemakalnianie za pomocą kauczuku, smoły, olejów, schnących, i t. p., albo też powierzchnię włókna lub nitki tworzących tkaninę - unieprzemakalnianie za pomocą octanów, soli metali i t. p.

Z punktu widzenia użycia, tkaniny nieprzemakalne dzielą się na trzy rodzaje: a) tkaniny grube, używane dla ochrony towarów w składach, w wagonach, na okrętach i statkach, i t. p. w rodzaju brezentów; b) tkaniny na ubrania; c) tkaniny dla aeroplanów.

Najrozmaitsze ciała znajdują zastosowanie przy wyrobie tkanin nieprzemakalnych; chodzi tylko o to, aby nie rozpuszczały się one w wodzie, nie psuły elastyczności i nie niszczyły włókien, ani barwy tkaniny. Najbardziej używane są do tego celu następujące ciała:

- 1) kauczuk, gutaperka i ciała ich zastępujące;
- 2) sole metali;
- 3) parafina, żelatyna, tanina i t. p.;
- 4) szereg innych produktów i sposobów.

W praktyce rozmaite ciała te używane są zazwyczaj jednocześnie, dla dopięcia jak największego efektu.

Unieprzemakalnianie za pomocą kauczuku czyli proces werniksowania

Sposób ten znajduje zastosowanie zwłaszcza przy wyrobie palt nieprzemakalnych, tkanin dla kół kauczukowych, w chirurgii i dla tkanin lekkich, pokrywających balony powietrzne. Wynalazek zawdzięcza my anglikowi, Samuelowi Peal, który sposób wyrobu tkanin kauczukowych opatentował w 1791 r.

Istnieją dwa sposoby wyrobu tkanin kauczukowych; jeden polega na pokrywaniu towaru cieniutkimi powłóczkami kauczuku, drugi na przesycaniu towaru roztworami kauczuku.

Tkaniny z kauczuku rozciąganego. Przygotowuje się bardzo cienkie arkusiki kauczuku, przepuszczając płytki kauczukowe przez walce prasy hydraulicznej w temperaturze 80° i nakładając kilkakrotnie warstwę na warstwę arkusika. Otrzymujemy w ten sposób powłóczkę bardzo cienką, elastyczną i bardzo lepką. Umieszcza się ją wówczas pomiędzy dwoma tkaninami i przepuszcza przez cienkie walce drugiej prasy, po wyjściu z których tkanina nawija się na kręcący się wałek. Często skleja się kauczukiem 3 warstwy tkaniny, a więc używa się dwie powłóczki z cienkiego kauczuku. Jeżeli chodzi o towar pojedynczy, t. zn. gdy tylko jedna strona tkaniny ma być kauczukiem pokryta, walce prasy przysypujemy dla uniknięcia przylepiania się gumy. Tkaniny kauczukowe tym sposobem są nieco ciężkie, natomiast odznaczają się wielu zaletami: z jednej strony, są nadzwyczaj wytrzymałe, a z drugiej, nie mają zwykłego mocnego i nieprzyjemnego zapachu tkanin, przygotowanych drugą metodą, przesycania kauczukiem.

Tkaniny z kauczuku rozpuszczonego. W tym sposobie uprzednia praca polega na preparowaniu kauczuku na wpół płynnego. Płytki kauczuku rozcina się na drobne kawałki²⁾, zmiękcza się je, gotując jakiś czas w wodzie, poczem dopiero wrzuca do rozpuszczalnika, a więc benzyny, terpentyny lub dwusiarczku węgla, w stosunku 25 - 30 cz. kauczuku na 100 cz. rozpuszczalnika. Obecnie powszechnie prawie używają benzynę (a dość często dzisiaj także benzol

z dodatkiem olejków, ułatwiających rozpuszczanie). Wychodząc z odpadków kauczuku, dodajemy do roztworu nieco siarki, tlenku cynku i talku. Po otrzymaniu gęstej masy, spuszcza ją do młynka z przeszkodami dla dokładnego zmieszania, albo też wstrząsamy w cylindrach, poruszanych z odpowiednią szybkością. Tutaj miesza się tę masę z sadzą, jeżeli chodzi o otrzymanie efektów czarnych, lub z innymi barwnikami, wreszcie filtruje przez siatkę metalową. Filtrat zbieramy do naczyń szczelnie zamkniętych dla uniknięcia ulatniania się rozpuszczalnika.

Przed laty ten gąszcz kauczukowy rozsmarowywano na tkaninie za pomocą noży, jak masło na chlebie. Dziś mamy oczywiście bardziej ulepszone sposoby mechaniczne. Gdy chodzi o tkaniny pojedyncze, to proces ten w ogólnych zarysach tak się przedstawia: tkanina przechodzi po stole metalowym ogrzewanym przez parę i nawija się na drewniane wałki znajdujące się u drugiego końca stołu. Inny system znów polega na przeprowadzeniu tkaniny pomiędzy dwoma cylindrami miedzianemu, ustawionymi poziomo. Dolny cylinder jest częściowo zanurzony w kąpeli, zawierającej roztwór kauczuku. Regulowanie grubości warstwy kauczukowej odbywa się dzięki stosunkowemu pogrążaniu cylindra w kąpiel, a ciśnienie, jakie górny cylinder wywiera na dolny, normuje stopień przeniknięcia płynu do tkaniny. Towar po wyjściu z cylindra rozciągnięty jest na powietrzu do chwili ulotnienia się zupełnego rozpuszczalnika, co dla CS₂ wymaga 10 minut, a dla terpentyny około 2 godzin. Zazwyczaj na warstwę kauczuku nakłada się warstwę laku w spirytusie. Dla otrzymania dodatnich wyników częstość tę samą czynność powtarza się kilka razy, pracując z roztworami rozcieńczonymi, które tem łatwiejszy mają dostęp do wnętrza tkaniny. Dziesięć do dwunastu, takich kolejnych przejść towaru przez maszynę dają wymiśnity rezultat.

Tkaniny unieprzemakalnione za pomocą kauczuku mają naogół jeden kapitalny brak, a mianowicie nie tylko wody lecz i powietrza nie przepuszczają. W ten sposób pomiędzy ciałem a ubraniem kauczukowym

tworzy się stała warstwa ciepłego powietrza, źle oddziałująca na normalne oddychanie osobnika. Tkaniny te nie mogą więc służyć do wyrobu codziennych, zwykłych ubrań, a zastosowanie ich jest ograniczone do wyrobu nieprzemakalnych palt. Oprócz tego, kauczuk poddany temperaturze 30 - 40°, a więc nawet od ciepła ciała ludzkiego, staje się twardszym i traci swe zasadnicze właściwości, a więc elastyczność i nieprzemakalność. Z drugiej strony, od zimna także twardnieje i pęka. Braki te dają się częściowo usunąć przez wulkanizację t. zn. siarkowanie kauczuku. W niektórych sposobach zwyczajnie siarkę ogrzewają z kauczukiem w 13°. Wówczas 1 - 2% siarki łączy się z kauczukiem, reszta (około 20%) zatrzymana zostaje mechanicznie przez kauczuk¹⁾.

W innych sposobach, przedmioty, mające otrzymać warstwę kauczuku, zanurza się w kąpeli siarki w 130 - 135°. Wreszcie, w sposobie Parkesa, t. zw. wulkanizacji na zimno, używa się chlorku chlorku siarki rozpuszczonego w dwusiarczku węgla; do roztworu tego na kilka minut pogrąża się tkaniny, które zachowują bardzo długo elastyczność.

Towary wełniane nie nadają się zupełnie do pokrywania kauczukiem, ani wulkanizowania, dobre rezultaty otrzymujemy tylko z towarami bawełnianymi, jedwabnymi i płóciennymi.

Różnorodne sposoby. Powyższy ogólny sposób uniemożliwiania był stokroć ulepszony i niezliczona jest ilość patentów, odnoszących się do tej dziedziny wynalazków.

Oto niektóre z nich:

Sposób wyrobu tkanin kauczukowych, polegający na poddawaniu ich działaniu pary chlorku siarki w celu wulkanizacji i na zobojętnianiu kwasów, tworzących się z tej pary, za pomocą słabego ługu lub par amoniaku (P. Abbott).

W innym sposobie olej lniany podlega działaniu, pary siarki, po uprzednim zmieszaniu go z benzyną, poczem masę rozpuszcza się w terpentynie i stosuje na towarze (Clark).

Zastosowanie odpadków kauczuku

w ten sposób, że gotujemy je z olejem lniwym, ze stężonym roztworem ługu sodowego lub węglanu sodowego lub magnezu; po dodaniu oleju naftowego masa zostaje zagęszczona (P. Burghardt).

W celu pozbawienia tkanin kauczukowych charakterystycznego i nieprzyjemnego zarazem zapachu, Freely zaleca zanurzanie ich w roztworze kwasu salicylowego lub w ekstrakcie sumaku, Mondelberg - w olejku migdałowym lub w stężonych roztworach irysu lub werwenu. Często używają w tym też celu działania par amoniaku lub kwasu siarkawego.

Do pokrycia aeroplanów znalazły zastosowanie sposoby oparte na pracy Renaux i de Marchi. Przygotowują oni imitację kauczuku, rozpuszczając 0,25 cz. oleju lniwego i 0,10 gutaperki, w 2 częściach benzyny i dodając 0,25 cz. białej weneckiej. Kompozycję tę za pomocą maszyny rozsmarowują na powierzchni tkaniny, która staje się w ten sposób elastyczną i nieprzemakalną zarazem.

Dla nadania tkaninom kauczukowanym delikatności w dotyku, zwłaszcza gdy chodzi o te, które mają być w bezpośrednim kontakcie z ciałem (ubranka dla dzieci na prz.), Chotin (patent franc. -141740) używa roztworu kauczuku, z dodatkiem drobno sproszkowanego lycopodium i taniny (w stosunku 50% każdego). Tkaniny przepuszcza się następnie przez silne prasy, gdzie ciśnienie może dochodzić do 40000 kg, a to w celu dokładnego wtłoczenia proszku w kauczuk.

Uniemożliwianie za pomocą soli metalowych

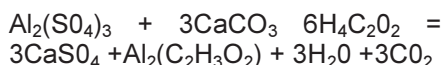
Z rozmaitych względów sposób ten jest najbardziej odpowiedni dla wyrobu przedmiotów odzieży, a mianowicie: wygląd zewnętrzny i elastyczność tkaniny nie zmniejszają się, cyrkulacja powietrza ciepłego i chłodnego odbywa się łatwo, substancje użyte do nadania tej własności nie rozkładają się pod wpływem ciepła ciała ludzkiego, są bezbarwne, bezwonne i nie obciążają zbyt tkaniny. Włókna otoczone są osadem metalicznym, ale pomiędzy nimi pozostaje przestrzeń wolna i dlatego też

pod wpływem dłuższego tarcia, towar przepuszczać zaczyna wodę, wobec czego i w danym razie unieprzemakalnianie nie jest doskonałym.

Najprostsza metoda stosowania tego sposobu polega na pogrążaniu tkaniny w roztworze soli metalowych i następnego wysuszania na powietrzu wolnym lub słabo ogrzanym. Dla dokładniejszych robót wpiern należy wygotować tkaniny w sodzie (3 - 5%) w ciągu 1-2 godzin i wysuszyć w wirówkach lub w zwykłych suszarkach.

1. Unieprzemakalnianie za pomocą octanu glinu.

Octan glinu rozpuszczalny fabrykuje się według wzoru:



Skąd oddziela się przez odwirowanie i sączenie. Wychodzić też można z alunu, ale siarczan jest tańszy, a przytem łatwiej znaleźć go można wolnym od żelaza, co jest zwłaszcza ważne, gdy tkaniny mają być następnie prane mydłem. Przez zmieszanie 5 cm³ roztworu z 10 cm³ alkoholu 90° nie powinien się utworzyć osad, lecz tylko lekkie zmętnienie.

Czysty i normalny octan glinu rozkłada się z czasem. Otrzymany wodzian glinu w postaci masy galaretowatej i przezroczystej osadza się na włóknach, tak, że cała tkanina i przestrzeń pomiędzy oddzielnymi włóknami są zapełnione tym osadem nieprzepuszczalnym dla wody.

Tkaniny zawiesza się zwykle pionowo w kąpeli glinowej o temperaturze 35 - 38° C. Utrzymanie tej temperatury jest nader ważne, gdyż ponad 38° C. roztwór tworzy osad zasadowego octanu glinu, który nie posiada własności unieprzemakalniania. Ogrzewanie skutecznia się za pomocą pary. Nasycanie trwa od 6-8 godzin. Płyn spuszcza się przez dno. Istnieją też między innymi aparaty obrotowe, jakoteż aparaty działające za pomocą próżni.

Ten ostatni jest najszybszym i racjonalnym systemem, w dodatku najtańszym, Pracuje się pod ciśnieniem 2 1/2-3 kg

w ciągu 1/2 godziny. Płyn powinien zawierać około 2% octanu; dla zamoczenia tysiąca metrów tkaniny wystarcza około 400 kg roztworu. Suszenie winno się odbywać w najwyższej temperaturze dla otrzymania i utrwalenia na włóknach nierozpuszczalnego zasadowego octanu glinu. Z powodu ulatniania się kwasu octowego suszarnie powinny być odpowiednio przewietrzane.

Dla dokładniejszego unieprzemakalnienia należy po suszeniu poddać tkaniny działaniu roztworu mydła 5%-go. Najodpowiedniejszym jest roztwór obojętnego mydła w letniej, miękkiej wodzie. Następnie przepuszczamy tkaninę przez roztwór alunu lub siarczanu glinu 1-1 1/2° B., oplukuje i suszy.

Najczęściej tkanina ulega dalszym jeszcze operacjom, a mianowicie do nierozpuszczalnego mydła glinowego dodaje się kauczuku lub parafiny. Jak wiadomo roztwory mydła tworzą dość trwałe emulsje z roztopionymi woskami lub z roztworami kauczuku. W tym celu używają zamiast wosku pszczelego, wosk karnauba lub japoński, a kauczuk rozpuszczony w terpentynie oleju lnianym, oleju parafinowym lub w nafcie.

Oto jeden z przepisów przygotowania takiego mydła: rozpuszczamy kauczuk drobno pokrajany w podwójnej na wagę ilości gorącego roztworu nafty i oleju lnianego, dodajemy trzykrotną ilość (na wagę) wosku japońskiego, a po zmieszaniu, jeszcze roztopioną siarkę. Wszystko to wlewamy go gotującej się mieszaniny oleju lnianego i kauczuku, a w końcu zmydlamy na obojętne mydło za pomocą ługu potasowego. Otrzymany produkt zawiera wówczas 10% kauczuku. Parafina i kauczuk tworzą doskonałą emulsję. Dla otrzymania mydła tłuszczowego dodają 5 - 10% oleju palmowego do wrzącej mieszaniny. Emulsję oddzielamy przez działanie kwasami lub parą wodną.

Wreszcie tkaniny przepuszczamy między ogrzewanymi stalowymi walcami, a ciśnienie zmieniamy w zależności od rodzaju towaru: konopie, len i bawełna wymagają większego ciśnienia, niż wełna i jedwab, towary ściśle walcowane są także pod wyższym ciśnieniem. Stosują w praktyce także walce z papieru i na zimno.

Ministerstwo wojny we Francji wypróbowało z dobrym rezultatem sposób Dalaina. Jego mieszanina nie zawiera ani kwasów, ani tłuszczów, nie zmienia wyglądu i gatunku towaru. Jest to octan glinu z dodatkiem antyseptyków, chroniących tkaninę od owadów, mikrobow i pleśni. Towar łatwo też uodpornić od ognia jednocześnie. Tkaniny świeże powinny być dekatyzowane uprzednio przez długotrwałe gotowanie w wodzie; dla starych towarów jest ta operacja zbyt ciężka. Towar następnie wysusza się zupełnie. Nasycanie roztworem glinowym odbywa się na zimno albo przez pogrążanie w kąpeli, albo za pomocą pendzlowania. W pierwszym wypadku wystarcza litr roztworu na jakie 2 m² tkaniny. Operacja trwa około 24 godzin poczem dla wysuszenia towar umieszcza się w miejscu ciemnym, zdala od słońca.

W ostatnich czasach, coraz bardziej w użycie wchodzi olejany i palmityniany glinu, które w odpowiednich rozpuszczalnikach w postaci gęstego syropu, pendzlem rozsmarowujemy na tkaninach. Wygodniejszy to sposób od poprzednich, t. zn. od nasycania siarczanem lub octanem glinu, umiarkowanego suszenia i przemycania mydłem, a to z następujących względów: podczas suszenia płyn ścieka i głównie zbiera się u dołu towaru, a podczas mydlenia powierzchnia tylko staje się nieprzemakalną i tamuje przesycanie roztworem wnętrza tkaniny.

2. Unieprzemakalnianie za pomocą soli miedzi. Siarczan miedzi znajduje zastosowanie do tego celu w formie mydła miedziowego. Tkaninę przepuszcza się przez kąpiel roztworu mydła 20%, poczem przez 8% siarczan miedzi a stopień wchłaniania jest rozmaity, zależnie od istoty włókien, np. 1 m² tkaniny lnianej lub konopnej wykazuje po spaleniu 57 g Cu, podczas gdy tkanina bawełniana tylko 28 g. Barwa towaru charakterystyczna zielona.

Miedzianoamoniakalny. Sposób ten cieszy się specjalnem wyróżnieniem, jedynie może usprawiedliwionem dlatego, że stosuje się go nie tylko przy wyrobie tkanin nieprzemakalnych, lecz też kartonów i pa-

pieru. Włókna roślinne, zwłaszcza len i konopie wchłaniają szybko roztwór amoniakalny tlenku miedzi, rozpuszczając się przytem częściowo w tym odczynniku Schweitzera. Dla uczynienia tkaniny nieprzemakalną należy strącić na włóknach tlenek miedzi, co się osiąga bez użycia ługów przez zanurzenie w roztworze amoniakalnym tlenku cynku, kobaltu lub chromu.

Przygotowanie samego odczynnika jest rzeczą decydującą o powodzeniu całego procesu. Najprostsza a zarazem szybka metoda polega na strąceniu na zimno roztworu siarczanu miedzi przez równoważnik sody kaustycznej. Temperaturę należy zachować niżej 20°, w przeciwnym bowiem razie osad wypadnie niebieski, lecz czarny. Osad przemycwa się wodą, aż do zniknięcia reakcja z BaCl₂. Odwirowuje go się dla odciągnięcia wody, poczem wysypuje do równoważnej ilości amoniaku 0,93. Roztwór powinien zawierać 18 - 20 g Cu na litr. Nie należy tego roztworu utożsamiać z otrzymywaniem przez strącenie CuSO₄ amoniakiem i rozpuszczaniem osadu w nadmiarze odczynnika, gdyż w tym wypadku otrzymujemy sól podwójną amoniaku i miedzi, nie mającą własności rozpuszczania włókien roślinnych, podczas gdy w pierwszym odczynniku rozpuszczają się nawet i włókna zwierzęce, np. jedwab,

Unieprzemakalnianiu sposobem miedzioamoniakalnym mogą podlegać jedynie tkaniny farbowane, białe bowiem tracą na wyglądzie. Przygotowane tym sposobem nie zawierają miedzi. Do roztworu miedzioamoniakalnego dodawać można rozpuszczalny chromian lub dwuchromian, dzięki czemu osiągamy przyjemniejsze dla oka efekty w towarze. Zabarczenie nadane przez tlenek miedzi można odpowiednio zmieniać od działania rodanku, bezwodnika siarkowego lub siarkowodoru.

W sposobie Ignacego Beitenfelda tkaniny wpierv pochłaniają albuminę jajka, potem jakiś związek cyanowy lub taninę, a wreszcie amoniakalny roztwór miedzi. Tworzą się różnobarwne osady na materiale nieprzemakalnym, które jednak nie mają pięknego wyglądu, ani połysku.

Heine używa do tegoż celu bezbarwny, gęsty roztwór celulozy w roztworze aminowocynkowym.

Felton stosuje związki chlorku lub siarczany kadmu i cynku z amoniakiem.

Tkaniny unieprzemakalnione za pomocą miedzioamoniaków są w dotyku sztywniejsze, grubsze, od otrzymanych według innych sposobów, natomiast można im nadać więcej połysku przez zastosowanie roztworu celulozy jedwabnej. Tkaniny te w pewnym stopniu i powietrza nie przepuszczają; nadają się bardzo na ubranie.

3. Unieprzemakalnianie za pomocą tlenków metali. Zamiast miedzi stosują inne mydła nierozpuszczalne, a więc żelaza (na towary brązowe), cyny, ołowiu, cynku.

4 Unieprzemakalnianie materyi farbowanych za pomocą soli metali. W danym wypadku trzeba bacznie zwracać uwagę na sam rodzaj wyfarbowania, na mogące powstać reakcje mydła lub soli metali z samym barwnikiem i t. p. Zastosowanie znajdują: siarczany i inne sole miedzi, niklu, cynku i cyny. Zwrócić trzeba także i na to uwagę, że dzięki temu procesowi barwniki na towarach nie płowieją tak szybko: osad metalu tworzy cienką powłokę, pochłaniającą część lub nawet wszystkie promienie niszczące barwnik. Punkt ten zresztą nie jest dotąd należycie opracowany i zbadany, choć dla farbiarza jest dzisiaj jednym z kapitalnych z zagadnień.

Unieprzemakalnianie za pomocą parafiny.

Bardzo rozpowszechnioną jest metoda polegająca na użyciu roztworu parafiny, cerezyny lub zwykłego wosku w benzynie, benzolu lub eterze naftowym. Najbardziej odpowiednią jest jednak cerezyna biała, a to z powodu wyższego punktu topliwości, dzięki czemu wytrzymuje działanie wyższej temperatury, na którą towar mógłby być wystawiony podczas prania.

Przed parafinowaniem towary należy dokładnie wyprać w roztworze np. sody, dla usunięcia tłuszczów, przeszkadzających nasyceniu. Sama impregnacja odbywa się

po części w próżni w aparatach podobnych do tych, jakich się używa przy farbowaniu tkanin w próżni. Inny sposób polega na bezpośrednim roztopianiu tafelek cerezyny na towarze i przepuszczaniu go następnie pomiędzy walcami ogrzanymi.

Różne ciała mogą znaleźć zastosowanie, zmieszane z cerezyną lub parafiną, o ile się tylko rozpuszczają w benzynie, dwusiarczku węgla lub t. p.

Oto typ kompozycji używanej dość powszechnie dla towarów konopnych: parafiny miękkiej - 120 kg, wosku pszczelego - 4 kg, cerezyny - 4 kg, oleju rzepakowego - 2 kg, wszystko rozpuszczone w 800 kg benzyny.

Po parafinowaniu towary mogą być farbowane.

Z parafiną miesza się także często wazelinę, kauczuk i olej rycynowy.

W praktyce stosują jeszcze sposób następujący: wosk Karauba ogrzewają do temperatury nieco niższej od punktu topienia, dobrze mieszając, dodają wówczas alunu sproszkowanego, a ten w znacznej ilości rozpuszcza się w wosku.

Unieprzemakalnianie za pomocą żelatyny i t. p., taniny.

Żelatyna pod wpływem taniny lub dwuchromianów, staje się w wodzie nierozpuszczalną i na tej to zasadzie oparte są także sposoby unieprzemakalniania. Na ogół nie dają one dodatnich wyników, nie tyle z powodu konieczności dobierania odpowiednio tkanych towarów, ile ze względu na słabą wytrzymałość ich na działanie wilgoci.

W każdym razie najlepsze rezultaty osiąga się przez zanurzanie tkaniny w stopniowo coraz bardziej stężonych roztworach żelatyny (zaczynając od 1% kończąc na 4%-ym roztworze), kolejno maczając je w roztworze taniny i wysuszając każdorazowo.

Stary sposób Marzmanna i Krakowitza utrzymuje się dotąd w praktyce. W 30 litrach wrzącej wody rozpuszcza się 5 kg żelatyny i 5 kg mydła (łojowego) i dodaje mieszając roztwór 7 kg alunu w 5 garn-

cach wody. Gotujemy wszystko w ciągu $1\frac{1}{2}$ godziny, poczem ostudzamy na 40° . Zanurzamy wówczas towar, suszymy, przeemywamy, znów suszymy i prasujemy. Ałun rozkłada mydło, tworząc w części wolny kwas tłuszczowy i w części kwaśne mydło glinowe, które osadzają się na włóknach pod wpływem żelatyny, zamienionej na nierozpuszczalną od działania ałunu.

Schulke 290 kg żelatyny rozpuszcza w gorącej mieszaninie 375 kg gliceryny w 160 garncach wody, poczem dodaje roztwór zawierający w równych częściach dwuchromian potasu i kwas salicylowy. Płyn ten należy przechowywać w ciemności. Zanurza się w nim tkaninę i wystawia na działanie światła, dopóki początkowy zielony kolor nie zniknie zupełnie z towaru. Żelatyna uczulona dwuchromianem naogół nie nadaje się do tego celu, ze względu na twardnienie włókien, łamliwość ich i na nieprzyjemny wygląd towaru.

Heywood moczy towar naprzód w roztworze soli miedzianych, fularduje w 30° C w kąpeli zawierającej na 50 litrów wody od 5 do 10 kg żelatyny do 2 kg dwuchromianu potasowego lub ałunu chromowego i wysusza poniżej 50° C.

Bardzo odpowiednim materiałem do naszego użytku okazała się kazeina, ze względu na to, że towar pozostaje miękkim, przepuszczalnym dla powietrza, można go prać mydłem i w benzynie, a nie traci swej własności nieprzemakalnej. Zwykle do tego celu kazeinę mieszamy z pięciokrotną ilością wody, poczem z wolna dodajemy wapna gaszonego ($\frac{1}{40}$ wagi kazeiny, a wreszcie mydła (w ilości $\frac{1}{3}$ wagi kazeiny). Towar pozostaje w roztworze dopóki jego waga pierwotna się nie podwoi, poczem zanurza się go do roztworu octanu glinu, który strąca kazeinian wapnia i z mydłem tworzy nierozpuszczalny związek glinowy. Towar wrzuca się do wrzącej wody (olejowej), wysusza i prasuje.

Stosują także kazeinian amonowy i mieszaninę kazeinianu sodowego z formolem.

Jedwab, traktowany sposobem Barnwella i Rollastona prócz zupełnej nieprzemakalności nabiera jeszcze wyglądu

droższego towaru. Na metalowe lub szklane płytki rozlewa, się mieszaninę kolodionu z olejem rycynowym lub t. p. i nakłada towar przedtem nim roztwór stężał; po chwili zdejmuje się go z płytki wraz z cienką powłoką kolodionową. Suszy się towar w nieco wyższej temperaturze; kolodion częściowo się rozkłada, wytwarza na powierzchni towaru, lekki połysk, i bardzo ceniony.

Towary wełniane dość często unieprzemakalniają za pomocą albuminy. Rozpuszczają ją silnie mieszając w podwójnej ilości letniej miękkiej wody, poczem płyn ten rozpryskują za pomocą dmuchawki na towary, pozostawiają przez kilka godzin, poczem wysuszają na ogrzanych wałkach, powodujących ścinanie się albuminy na tkaninie. W celu dłuższego konserwowania powyższej mieszaniny (np. w ciągu tygodnia) do 250 g dodajemy 1 kg kompozycji, zawierającej w jednakowych częściach mydło, terpentynę i amoniak.

Odmiany poprzednich sposobów.

Jest tu nie zliczona ilość, wymienię więc tutaj tylko najbardziej osobliwe.

Muratori dla jedwabiu i wełny używa roztworu żelatyny, ałunu i krzemianu potasu (szkła wodnego), lub żelatyny, ałunu i ZnCl_2 lub wreszcie ałunu i krochmalu.

Glofey - mieszaninę mydła, wosku Karnauba, ałunu i siarczanu magnezu.

Zingler - mieszaninę kopalu i kamfory, rozpuszczonych w terpentynie lub spirytusie metylowym, do której dodaje kazeiny lub ciał albuminowych roślinnych wraz z olejem rycynowym.

Rons i West stosują sposób unieprzemakalniania i uodporniania od ognia, oparty na użyciu pierwszego roztworu octanu ołowiu i ałunu i drugiego - wolframianu sodu i bromku potasowego.

Hendricks - zanurza obuwie w roztworze z ałunu octanu ołowiu i taniny.

De la Grange - używa roztworu 100 cz. nitrocelulozy, 15 cz. roztworu kauczuku i 5 cz. SnCl_2 .

Williams - stosuje roztwór unieprzemakalniający otrzymywany przez wprowadzanie silne tlenu lub powietrza do roztworu węglanu amonu, znajdującego się

w naczyniu, zawierającym wiórki miedzi.

Hebblewaite - pokrywa tkaninę warstwą mąki i proszku mydlanego i utrwala tą mąkę przez wystawienie towaru na działanie pary dwusiarczku węgla.

Sposób Leidena. Po spreparowaniu towaru w alunie i octanie, przepuszcza go się przez roztwór, zawierający: 60 g terpentyny, 16 g mydła sodowego. Wysusza na powietrzu, a po trzech dniach gotuje w roztworze 8 g kauczuku w 64 g terpentyny z 64 g oleju oliwkowego.

Nowy sposób. Pokrywanie towarów warstwą korkową,

Sposób ten daje się stosować nawet do jedwabiu. Tkanina nie zmienia się ani pod wpływem wilgoci, ani ciepła. Pokrycie zwiększa nieco grubość towaru, ale nie zakrywa zabarwienia jego. Wybina miękkość, elastyczność i nieprzemakalność cechują towary, pokryte korkiem. Zwłaszcza nadaje się do odzieży, zabezpieczając od gorąca, zimna i wody i nie tamując wolnej cyrkulacji powietrza.

Korkowanie tkanin odbywa się albo przez zwyczajne zetknięcie tkaniny, uprzednio pokrytej roztworem kauczuku lub innej zaprawy lepiącej, z pyłem korkowym, albo przez rozpylanie proszku za pomocą pulweryzatora. Towar można następnie poddać ciśnieniu, w celu dokładniejszego wtłoczenia pyłu korkowego, a wreszcie wulkanizować. Patent francuski Destreza (Nr 438291) tyczy się właśnie maszyny automatycznej, w której pyłek korkowy pod wpływem ciśnienia stężonego powietrza, pada na towar, obracający się na wale bez końca.

W armii francuskiej towary w celu nieprzemakalnienia moczą w roztworze 10-20 g lanoliny w eterze naftowym; ubrania arabów mają być nieprzemakalne właśnie z tego powodu, że są wyrabiane z wełny nieodtłuszczanej.

Wyrób artykułów technicznych, jak opon nieprzemakalnych (plandeki, brezeny), worków, namiotów, fartuchów, wiader i t. p. nie wszedł do zakresu mego powyższego sprawozdania, w którym głównie chodziło mi o nakreślenie sposobów wyrobu artykułów odzieży, w części konfekcji damskiej i t. p. Nie wspominałem więc o tych

sposobach, które są oparte na użyciu smoły, asfaltu i t. p. materiałów, pominąłem też sposoby ogólnikowo tylko znane, a posługujące się głównie imitacjami kauczuku, t. zw. „gommes factices”, wyrabianych z utlenionych olejów, wulkanizowanych lub nie.

U nas w kraju istnieje kilka fabryk, wyrabiających głównie opony. Nieprzemakalne artykuły kauczukowe wyrabiają w Rosji firmy: Bogatyr, Treugolnik i Reddaway, prócz oczywiście innych małych fabryk.

Tkaniny, pokryte korkowym pyłem, w kraju, o ile mi jest wiadome, nie są wcale wyrabiane.

Roman Alpern

Tekst z Przeglądu Chemiczno-Technicznego

wybrał inż. Włodzimierz Dominikowski.

Zachowano oryginalną pisownię.

Międzynarodowy Kongres IFATCC w Pardubicach

Bogumił Gajdzicki, Joanna Lewartowska

W dniach 13-16 czerwca 2016 r. w Pardubicach odbył się XXIV Międzynarodowy Kongres Chemików Kolorystów. Kongres odbywa się cyklicznie, co 3 lata, poprzedni odbył się w Budapeszcie. Zgodnie z Statutem Federacji i decyzją przedstawicieli delegatów stowarzyszeń narodowych organizatorem zjazdu było Stowarzyszenie Czeskich Włókienników Kolorystów wraz z Międzynarodową Federacją Stowarzyszeń Chemików Kolorystów (IFATCC International Federation of Associations of Textile Chemists and Colourists). Obradom przewodniczył kol. Jan Marek, któremu powierzono, na kolejne trzy lata, funkcję Prezesa Federacji. Hasło przewodnie kongresu brzmiało *„Tradycja i inteligentny rozwój kluczem do sukcesu na globalnym rynku tekstylnym”* (*Tradition and high-tech development keys to the textile market*). Obrady odbywały się w nowych budynkach Wydziału Technologii Chemicznej Uniwersytetu w Pardubicach. W kongresie wzięło udział 162 chemików kolorystów z 28 krajów z Europy, Azji i obu Ameryk, którzy wysłuchali 16 referatów plenarnych oraz uczestniczyli w 10 sesjach tematycznych, w ramach których wygłoszono 74 referaty. Bardzo bogata była sesja posterowa, w której zaprezentowano 58 posterów. Uczestnicy Kongresu otrzymali streszczenia referatów i posterów w postaci zwartej książkowej publikacji.

Tematyka referatów planarnych obejmowała:

Tradition and High-Tech Development - Keys to the Changing Textile Market, J. Marek; Czechy. /Tradycja i perspektywy rozwoju przemysłu włókienniczego/

Włókiennictwo początkowo realizowane w formie rzemieślniczej obecnie przekształciło się, szczególnie w zakresie wykończalnictwa, w bardzo nowoczesny, innowacyjny przemysł, najczęściej realizowany w małych i średnich przedsiębiorstwach. Rozwój chemii - nowe włókna chemiczne, rozwój barwników oraz specjalistyczne, często projekto-

wane dla uzyskania zdefiniowanych cech wyrobu związki wykończalnicze - stworzył nowe możliwości w projektowaniu poszukiwanych przez konsumentów wyrobów włókienniczych. Dzięki zmianie oczekiwań nowych pokoleń konsumentów, w mniejszym stopniu zwracających uwagę na efekty wizualne, a większą wagę przywiązujących do poprawy odczuwalnych cech użytkowych, wykończalnictwo stało się bardzo innowacyjną działalnością. Obserwuje się rozszerzone zastosowanie wyrobów włókienniczych, co powoduje poszukiwanie specjalistycznych wyrobów technicznych. Nasz przemysł włókienniczy stosujący najnowsze osiągnięcia chemiczne, w dalszej perspektywie będzie zafascynowany takimi przyszłościowymi rozwiązaniami jak bio- czy nanotechnologie.

Can the European Textile Innovation Ecosystem Successfully Meet the Challenges of Rapidly Evolving Global Markets?, W. Lutz; Brussels, Belgium. /Czy europejski innowacyjny ekosystem we włókiennictwie z powodzeniem sprosta wyzwaniom szybko rozwijającego się globalnego rynku ?/.

W Europie dysponujemy obecnie najbardziej na świecie rozwiniętym zapleczem naukowym i infrastrukturą technologiczną zorientowaną na innowacyjność i jakość wyrobów włókienniczych. To wszystko powoduje, że w tym przemyśle pracuje w Europie 1,5 miliona ludzi a jego obrót handlowy wynosi ok. 170 biliona EURO. Ostatnie 10 - 20 lat dominowało, szczególnie w zakresie wyrobów odzieżowych, głównie kryterium cenowe co powodowało lokalizowanie wielu zakładów w regionach o najtańszej sile roboczej. Przyszłość jest mniej jasna w tym zakresie ze względu na zwiększenie wymagań konsumentów na jakość i specyficzne, często niszowe cechy poszukiwanego wyrobu. Europa jest niekwestionowanym liderem globalnych innowacji we wzornictwie odzieży, tekstyliach technicznych i technologiach włókienniczych.

TEXTRANET - A systematic approach to the international and interdisciplinary innovation activities in textiles, Antonio Braz Costa; Textranet. /TEXTRANET - Systematyczne podejście do międzynarodowych i interdyscyplinarnych działań innowacyjnych w przemyśle włókienniczym/.

Textranet jest europejską siecią naukowych instytutów włókienniczych zatrudniających ponad 3000 pracowników. Wystąpienie dotyczyło pozytywnej roli stworzonej sieci na dynamikę rozwoju badań naukowych i aktywności innowacyjnej branży włókienniczej w każdym kraju członkowskim UE. Podkreślono tworzenie sprzyjających warunków rozwoju innowacyjnego i proekologicznego przemysłu włókienniczego w Europie. Wśród 117 obszarów innowacyjnych, interesujących dla przemysłu, wymieniana jest również działalność odzieżowo włókiennicza. Sektor tekstylny w UE stanowi specyficzną działalność wytwórczą realizowaną typowo w małych i średnich przedsiębiorstwach SME.

Challenge Future – Industrie 4.0 in the Textile Industry, G. Zeidler, S. Döhler, D. Zschenderlein; Chemnitz, Germany. /Wyzwanie przyszłości – rewolucja przemysłowa 4,0 w przemyśle włókienniczym/.

Przedstawiono koncepcje projektu „**Future TEX** - perspektywiczny model funkcjonowania tradycyjnego przemysłu w warunkach 4. rewolucji przemysłowej” w ramach programu Twenty20 wspieranego przez Niemieckie Federalne Ministerstwo Edukacji i Badań. Celem programu jest ukierunkowanie działalności naukowej i technicznej na rozwiązaniu czekających w przyszłości wyzwań. Powinno to być realizowane przy uwzględnieniu nowej jakości współpracy interdyscyplinarnej. Celem tych działań jest stworzenie przyszłego modelu dla tradycyjnych branż przemysłu funkcjonujących w krajach z wysoko opłacaną siłą roboczą. Przemysł włókienniczy jest jedną z wybranych do analizy działalności przemysłowych, a szczególnie w takich aspektach jak:

- wzrastające zapotrzebowanie na włókiennicze wyroby techniczne,
- 4. rewolucja przemysłowa, która doczekała się już ponad 130 definicji.

Innowacje zdefiniowano jako:

- inteligentne, wysoko rozwinięte materiały,
- „cyfryzacja” kolejną szansą dla przemysłu - tworzenie „łańcuchów” biznesowych,
- gospodarka surowcami wtórnymi i efektywność wykorzystania zasobów,
- wysoka wartość dodana dla atrakcyjnego łańcucha produkcji na wzrastającym rynku.

Collective Research in the Czech Republic - Influence of Clutex and ČTPT to Intensify the RDI Activities in Czech Textile and Clothing Industry, L. Fouňová, M. Beran, Liberec, Czechy. /Wspólne badania naukowe w Republice Czeskiej - wpływ platform Clutex i CPTP na intensyfikację R&D w czeskim przemyśle włókienniczym i odzieżowym/.

Przedstawiono dotychczasowe osiągnięcia powołanej w 2006 roku platformy technologicznej w zakresie włókiennictwa.

DyStar's Contribution to Innovation & Bat for the Textile Industry, F. Vermandel; Singapore, /Wkład DyStar'u w innowacyjność i BAT w przemyśle włókienniczym/.

- **DyStar Cadira™ Reactive proces** - zoptymalizowany proces okresowego barwienia wyrobów celulozowych wyselekcjonowanymi barwnikami Levafix i Remazol o wysokim przeobrażeniu barwnika i dobrych odpornościach użytkowych stosując środek Sera Fast C-RD. Pozwala uzyskać: mniejszą od konwencjonalnych ilości zużycia wody, energii, emisji gazów i ścieków. Proponowany proces jest bardziej ekonomiczny od konwencjonalnego.
- **DyStar Cadira™ Polyester proces** - zoptymalizowany proces okresowego barwienia wyrobów poliestrowych wyselekcjonowanymi barwnikami **Dianix**. Uzyskane wybarwienia charakteryzują się dobrymi odpornościami użytkowymi. Proces jest wspomagany programem **Optidye PES**. Pozwala on uzyskać:
- „Right first time”, czyli „za pierwszym

razem” zamierzone wybarwienie z mniejszą, jak konwencjonalna, ilością wody, energii, środków chemicznych, emisji gazów i ilością ścieków,

- wspomaganie technologa „on line” programem **eliot™** zawierającym poniższe opcje do wykorzystania.
 - pozytywna lista produktów,
 - sugestia doboru właściwego produktu, lista produktów RLS (lista substancji wykluczonych ze względu na humanoekologię),
 - Optydye – program ustalenia warunków barwienia,
 - informacje techniczne dla produktów DyStar,
- barwienie poliestru bez wody, superkrytyczny CO₂ barwnikami zawieszinowymi w programie Dianix Dry Range 2016.
- atramenty do druku cyfrowego
 - **Jettex 4,0** (reaktywne, kwasowe, zawieszinowe i zawieszinowe do sublimacji,
 - **Jettex Vat**.

Towards a Circular Economy in Textiles: Resyntex and the European Union,

A. P. Aneja, East Carolina University, 110 Slay Hall, Dept. of Engineering, Greenville, USA. /W kierunku gospodarki odpadami we włókiennictwie; Resyntex a Unia Europejska/. Autor przedstawił ideę i wyniki prac w ramach projektu naukowego, którego celem było pozyskanie monomerów z odpadów poliestrowych. Projekt **RESYNTEX** wskazał na możliwość interdyscyplinarnego działania w celu utylizacji odpadów włókienniczych i możliwościami przemysłu chemicznego. Opiera się na wykorzystaniu enzymów do selektywnego odzyskiwania związków chemicznych z odpadów włókienniczych poliestrowych.

Teaching Cotton New Tricks: Molecular Strategies for Creating Smart Fibers via Manipulation of Nanoscale Phenomena,

J. P. Hinestroza | Ithaca, NY, USA /Uczenie bawełny nowych wyzwań; tworzenie inteligentnych włókien z wykorzystaniem strategii molekularnej na poziomie nanoskali/.

Poprzez celową, z użyciem nanomateriałów,

modyfikację powierzchni włókna bawełny pokazano że jest możliwe uzyskanie wielu pożądanych przez użytkownika cech wyrobu włókienniczego. Z omawianych cech wskazano uzyskanie na wyrobie bawełnianym właściwości hydrofobowo/hydrofilowych poprzez modyfikację powierzchni i jej szczepienie odpowiednimi związkami chemicznymi. Wykorzystując metodę „layer by layer” jest możliwe uzyskanie wyrobów przewodzących, odzieży medycznej absorbujących toksyczne gazy czy zmieniających barwę pod wpływem oświetlenia.

Making the Hospital a Safer Place by the Sonochemical Coating of the Textiles with Antibacterial Nanoparticles, A. Gedanken; Ramat-Gan, Israel,/ Antybakteryjne wykończenie tekstyliów dla celów szpitalnych z wykorzystaniem ultradźwięków/.

Sonochemisty (zjawiska z wykorzystaniem ultradźwięków) jest to technologia, również stosowana we włókiennictwie. Jest ona wykorzystywana w modyfikacji różnych powierzchni nanomateriałami w celu uzyskania funkcjonalności tak wykończonych wyrobów. Przedstawiono wyniki wieloletnich prac nad zastosowaniem ultradźwięków i zjawiska kawitacji do modyfikacji powierzchni wyrobów z włókien bawełny, poliestru, poliamidu nanocząsteczkami Ag czy bardziej aktualnie ZnO, CuO czy Cu_{0,89}Zn_{0,11}O jako substancji antybakteryjnych. Uzyskane wykończenie /ZnO nano/ jest trwale na wielokrotne pranie (65 prań) w warunkach szpitalnych.

Synthesis of Nano-Porous Aramid Aerogel Fibre Through Supercritical Drying,

K. Hirogaki, L. Du, Y. Suzuki, I. Tabata, T. Hori; University Fukui, Japan /Synteza nanoporowatych aramidowych włókien w odpowiednich warunkach suszenia/.

Użyto włókna paraaramidowe jako prekursor, przez jego rozpuszczenie w odpowiednim rozpuszczalniku, a następnie suszenie w superkrytycznym CO₂, do otrzymania porowatych struktur aerożelu. W zależności od zastosowanego rozpuszczalnika i warunków suszenia otrzymano porowate żele o gęstości od 0,088 do 0,692 g/cm³, rozwiniętej specyficznej powierzchni 430 - 210 m²/g i wielkości por w granicach ok. 11,6 nm.

Fabric Touch Comfort Tester: A New Approach for Fabric-Skin Touch Comfort Characterization, J. Hu, Y. Li, X. Liao, Q. Li, X. Wu; Kowloon, Hong Kong, /Urządzenie do badania komfortu użytkowania tkanin/.

Chwyt tkaniny jest jednym z ważniejszym, ocenianym organoleptycznie, parametrem w handlu. Badania naukowe wykazały, że w wyniku kontaktu tkaniny ze skórą są przekazywane cztery rodzaje informacji, które jednocześnie mogą być mierzone przez opisywane urządzenie. Na podstawie pomiaru cech termicznych, nacisku, układalności i gładkości powierzchni Fabric Touch Tester, w czasie 10 min., obiektywnie może oceniać chwyt i komfort w dotyku tkaniny. Urządzenie może służyć do obiektywnego porównania jakości wykończenia wyrobu i jego powtarzalności.

New Horizons of the Italian Textile and Clothing Industry, A. Tempesti; Milano, Italy, /Nowe horyzonty włoskiego przemysłu włókienniczego i odzieżowego/.

Włoski przemysł włókienniczy i mody to 47000 zakładów zatrudniających 406000 ludzi wytwarzający wyroby o wartości 30,5% takiej produkcji w EU. W poszczególnych grupach produktów pozycje włoskiego przemysłu przedstawia poniższe zestawienie:

Sektor	Udział włoskiego eksportu na świecie [%]	Światowa pozycja
Przędza i tkaniny wełniane	29,0	1
Przędza i tkaniny bawełniane	4,4	6
Tkaniny jedwabne	15,3	2
Wyroby włókiennicze do mieszkań	1,1	13
Odzież	6,9	2
Dzianiny	3,9	5
Wyroby	8,8	2

Source: SMI based on UNCTAD data.

New Routes from Cellulose to Textile Fiber and Ready Products, P. Nousiainen, M. Rissanen, A. Michud, H. Sixta, M. Hummel, H. Setälä; Finland. /Nowa perspektywa przetwarzania celulozy na włókno i wyroby

użytkowe/.

Przedstawiono wyniki prac naukowych fińskiego klastra FuBio w zakresie przetwórstwa pulpy celulozowej na włókna o zmodyfikowanych właściwościach. INOCELL-F proces to nowy sposób wytwarzania włókien celulozowych w oparciu o technologię Lyocel ale z stosowaniem bardziej ekologicznego rozpuszczalnika. Dodając do masy przędzalniczej reaktywnych dodatków było możliwe modyfikowanie właściwości włókna - na przykład zwiększonej absorpcji wody.

A Model of Education for Young People Working in a Dyehouse, A. Filarowski, M. Clark; Bradford, UK. /Model edukacji młodych ludzi dla potrzeb wykończalnictwa/. Autor, A. Filarowski, będąc przedstawicielem brytyjskiego Stowarzyszenia barwnikarzy i kolorystów SDC, zapoznał uczestników z modelem funkcjonowania różnych kursów e-learning, z zakresu wiedzy wykończalniczej. Są to kursy alternatywne do tych organizowanych na uniwersytecie technicznym, gdyż nauka może odbywać się bez kolizji z obowiązkami w pracy.

Smart Piezoelectric Fabric and Its Application, Y. Tajitsu; Kansai, Japan /Inteligentne piezoelektryczne tkaniny i ich wykorzystanie/.

Poli-L-laktyd wykazuje właściwości piezoelektryczne co oznacza, że pod wpływem oddziaływań mechanicznych w tworzywie generowane jest napięcie elektryczne. Jest to zjawisko odwracalne to znaczy, że pod wpływem napięcia elektrycznego tworzywo ulega odkształceniu. Przedstawiono zastosowanie włókna Poli-L-laktydu do wykonania tkaniny (oceniano wpływ rodzaju splotu), a następnie zademonstrowano wykorzystanie jej do zaprojektowania prototypu rękawa, który pod wpływem ruchów człowieka generuje sygnał elektryczny możliwy do wykorzystania w komunikacji z różnymi odbiornikami.

Emerging Technologies for the Textile Factory of the Future, M. V. Parys; Deinze, Belgium. /Przyszłościowe rozwiązania technologiczne dla zakładów włókienniczych/. Prezentacja dotyczyła zastosowania nowych we włókiennictwie technologii takich jak plazma, powlekanie związkami sieciowymi-

mi UV, napyłania magnetronowego, powlekania dyszowego itd. Wszystkie tego typu przyszłościowe technologie pozwalają na zastępowanie układów wodnych „suchymi” co w sytuacji deficytu wody i znacznego wzrostu jej ceny, ma być rozwiązaniem przyszłościowym.

Sesje tematyczne:

- 1 - Włókna przyszłości, 10 prezentacji,
- 2 - Barwniki i barwienie, 9 prezentacji,
- 3 - Tekstylia funkcjonalne, 5 prezentacji,
- 4 - Narzędzia zrównoważonej produkcji, 6 prezentacji,
- 5 - Optymalizacja procesu/badania, 13 prezentacji,
- 6 - Optymalizacja stosowania barwników/badania, 7 prezentacji,
- 7 - Zrównoważone procesy, 6 prezentacji,
- 8 - Modyfikacja powierzchni tekstyliów, 7 prezentacji,
- 9 - Nowe technologie, 6 prezentacji, (1. z Polski L. Bilińska)
- 10 - Funkcjonalizacja, 5 prezentacji.

W uzupełnieniu zaprezentowano 58 posterów w tym 3 z Polski. W ramach kongresu odbyła się także prezentacja firm oferujących barwniki, chemiczne środki pomocnicze, włókna chemiczne, barwiarki, drukarki cyfrowe, spektrofotometri: m.in. Archroma, Synthesia, Veba, Inotex, Lenzing, Menzel, DyStar, Datacolor, Q-Lab.

Polska grupa była liczna i składała się z 9. osób reprezentujących Instytut Włókiennictwa, SPChK oraz Zakład Włókienniczy Biliński. Tytuły posterów, których autorami lub współautorami byli Polacy:

Antybakteryjne wykończenie wielowarstwowych wyrobów dziewiarskich

A. Waławska, B. Filipowska, J. Lewartowska, I. Oleksiewicz, A. Pinar,

Nowe aspekty w kationizacji bawełny

S. Pruś, E. Matyjas-Zgondek,

Dzianina poliestrowa zapewniająca komfort termo-fizjologiczny

A. Pinar, K. Śledzińska, R. Koźmińska, D. Kraclova, Z. Ledrova, J. Prochazka,

Recykling ścieków włókienniczych

J. Sójka-Ledakowicz, L. Kos, R. Żyła, K. Paździor, S. Ledakowicz, A. Klepacz-Smółka.

Międzynarodowa społeczność chemików kolorystów po żywych dyskusjach plenarnych miała możliwość nawiązania nowych kontaktów na towarzyszących Kongresowi spotkaniach już nie naukowych. Pierwsze odbyło się w pięknym zamku na starym mieście w Pardubicach, gdzie po parku przechadzały się kolorowe pawie, a wspaniały poczęstunek umilał koncert muzyki klasycznej w wykonaniu młodych czeskich artystów. Drugie spotkanie odbyło już na bardzo wysokim poziomie, bo na Kunetickéj Horze w ruinach zamku, dokąd zawieziono nas autokarami. Z resztek murów zamku rozpościerał się piękny widok. Przy grzonym winie, przysmakach regionalnych i występach trupy cyrkowców szybko upłynął czas.



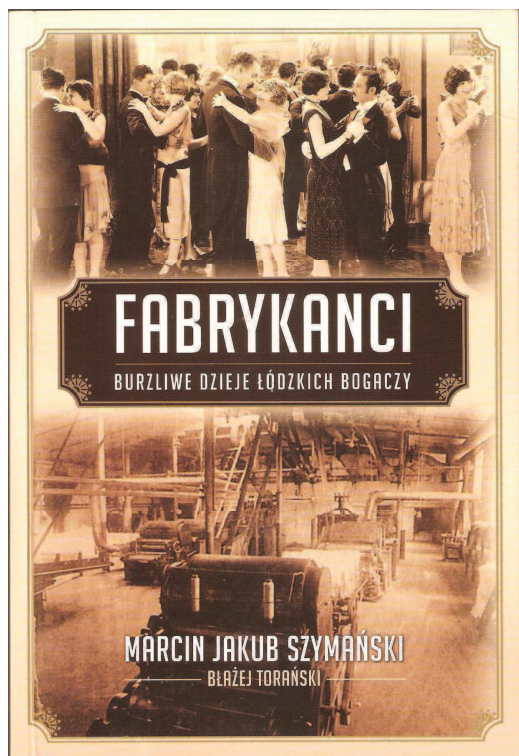
Fot. 1. Prezes Jan Marek otwiera obrady Kongresu



Fot. 2 i 3. Delegaci z Polski podczas dyskusji kularowych

NOWOSCI WYDAWNICZE

Pierwsza w Polsce panorama łódzkich rodzin fabrykanckich



Przed nami dziesięć rodów. Dziesięć fortun i w różny sposób zakończonych historii - bankructwem, morderstwem lub ucieczką. Dla jednych sposobem na życie było farbiarstwo, dla innych tkactwo, a dla jeszcze innych wszystko to, na czym można było zarobić. Niektórym warzenie piwa przyniosło fortunę, a innym bankructwo i smutny koniec w biedzie.

W tym mieście wszystko wydawało się możliwe. Tkacz zostawał wielkim fabrykantem, a dwunastoletni chłopiec, który poszedł do farbiarni zmuszony zarobić na chleb, po kilkudziesięciu latach był już spowinowacony z samymi Scheiblerami. Tu mieszkali fabrykanci, którzy jednocześnie byli przeciwni wszystkim powstaniom narodowym Polaków i wspierali polskie szkoły. Niemcy, którzy deklarowali polskość, i Żydzi, którzy lepiej dogadywali się czasem z innymi nacjami niż we własnym gronie.

Każda historia tuzów łódzkiego przemysłu była inna i tak naprawdę dopiero w „chudych” latach okazało się, kto był kapitanem przemysłu, a kto płynął tym statkiem na gapę. Końcem podróży okazała się II wojna światowa, która zniszczyła stary świat, i wprowadziła nowe porządki w Europie Środkowej na kolejne pół wieku. Podczas tego okresu robiono wszystko, by zoptymalizować fabrykantów, zatrzeć w pamięci ich dokonania, a bogata działalność filantropijną przedstawić w niekorzystnym świetle.

Ta książka to upomnienie się o pamięć dla ojców miasta, bez których Łódź nigdy by nie powstała.

— • —

W książce odnajdziemy wszystkie nacje, wyznania i społeczności. Historie rodów są oparte na dokumentach i na relacjach potomków założycieli fabryk – nie tylko włókienniczych. Zakłady dawały właścicielom bogactwo, a rzeszom ludzi – pracę. Fabrykanci spadali czasem z bardzo wysokiego pułapu finansowego na samo dno. Czasami wynosili się z głębokiego dna na wyżyny społeczne i finansowe. Jedne z największych fortun w Europie, zapierające dech w piersiach wzloty i upadki, wielkie interesy i głośnie bankructwa.

— • —

**Poznańscy, Heinzłowie, Grohmanowie,
Urbanowscy i Gehligowie
– wielkie łódzkie dynastie.**

— • —

MARCIN JAKUB SZYMAŃSKI,
BŁAŻEJ TORĄŃSKI.

**FABRYKANCY, BURZLIWE DZIEJE
ŁÓDZKICH BOGACZY**

WYDAWNICTWO ZONA ZERO, Sp. z o.o.
WARSZAWA 2016. Cena 39,90 zł.

XXXII Seminarium Polskich Chemików Kolorystów Zakopane – Kościelisko 2016 r.

Tegoroczne spotkanie polskich chemików kolorystów odbyło się w dniach 28 – 30.09.2016 r. w domu wczasowym „Rewita” w Zakopanem - Kościelisku. Tematem przewodnim XXXII Seminarium było hasło „160 lat stosowania barwników w technologiach włókienniczych”. Wzięło w nim udział 70 osób, w tym reprezentanci 17 firm bezpośrednio związanych z produkcją włókienniczą, przedstawiciele 9 firm handlowych oferujących barwniki, środki wykończalnicze i aparaturę przeznaczoną do barwienia oraz pracownicy naukowcy z Politechniki Łódzkiej, Instytutu Włókiennictwa i Instytut Przemysłu Skórzanego. Ponadto goszczono dwóch pracowników naukowych czeskiego Uniwersytetu Technicznego z Pardubic i przedstawiciela zaprzyjaźnionego Stowarzyszenia Czeskich Kolorystów pana Jaroslava Dvoraka wieloletniego, wiernego uczestnika naszych spotkań.

Wielu z nas, pamiętając pobyt w ośrodku „Rewita” sprzed dwóch lat, doceniło zmiany jakie zaszły w międzyczasie: nowy wystrój wnętrza, uporządkowanie otoczenia, wystrzyżone trawniki, wykostkowane ścieżki i przede wszystkim nowy teren profesjonalnie przygotowany do biesiad przy ognisku. Szczególnie tę ostatnią zmianę przyjęto z prawdziwym zadowoleniem, ponieważ tym razem kolacja w dniu przyjazdu odbyła się pod gołym niebem bez niespodzianek - nikt nie pobił i nie potykał się w ciemnościach. Przy dźwiękach kapeli góralskiej, smacznym i obfitym jedzeniu spędzono miło czas przeznaczony także na radosne powitania, nawiązanie nowych znajomości, omówienie zdarzeń ostatniego roku.

W dniu następnym oficjalnego otwarcia XXXII Seminarium Polskich Chemików Kolorystów dokonał dr inż. Bogumił Gajdzicki – Prezes Stowarzyszenia Polskich Chemików Kolorystów gorąco witając przybyłych uczestników. Miłym akcentem tego wystąpienia było wręczenie medalu prof. Edmunda Nekanda Trepki - właścicielowi

francuskiej firmy OLEA – Panu Ryszardowi Tarwackiemu za 20-letnią współpracę z polskim przemysłem włókienniczym.

Inauguracyjny odczyt wygłosił prof. dr hab. Wojciech Czajkowski. Tytuł prelekcji **„Początki przemysłu barwników syntetycznych”** to bezpośrednie nawiązanie o hasła przewodniego Seminarium. Autor przypomniał historię rozwoju przemysłu barwnikarskiego od przypadkowo otrzymanego przez W.H. Perkinsa barwnika syntetycznego - moweiny, aż po dzień dzisiejszy. W ciągu tych 100 lat przemysł barwnikarski przeszedł imponujący rozwój. Jeszcze do niedawna był domeną wielkich koncernów, przede wszystkim europejskich i amerykańskich, a ostatnio przeniósł się do krajów azjatyckich.

W tym dniu wygłoszono jeszcze następujące referaty:

„Aplikacja barwników reaktywnych asortymentu Drimaren HF na włókno celulozowe” – Kinga Muszyńska, dr. Kazimierz Blus. W referacie przedstawiono wyniki badań spektrofotometrycznych i aplikacyjnych barwników reaktywnych asortymentu Drimaren HF wykonanych w ramach pracy magisterskiej pani Kingi Muszyńskiej. Wynikiem tych badań było stwierdzenie, że barwniki te charakteryzują się wysokimi współczynnikami wyczerpywania z kąpeli i związania z włóknem celulozowym.

„Multifunctional coating and laminating machines – advantages of diversity” - Francesco G. Miotti. Przedstawiciel firmy MATHIS w krótkim wystąpieniu zaprezentował wielofunkcyjne, nowoczesne urządzenia do podklejania i laminowania.

„Spray drying and microencapsulation of acid dyestuff” – Adam Vojtovic, Michal Černý, Ladislav Burgest, Petra Bayerowa. Przedstawiony materiał stanowi fragment pracy doktorskiej inż. Adama Vojtovica i jest kontynuacją tematyki prezentowanej w latach poprzednich.

„Metoda badawcza do oznaczania permetry w tekstyliach techniką chroma-

tograficzną” – mgr inż. Aleksandra Łaciak, mgr inż. Rafał Milala, dr inż. Anna Pinar. W przedstawionej prezentacji przedstawiono metodę ekstrakcji izomerów cis- i trans-permetryny z materiałów włókienniczych oraz sposób oznaczania jakościowego i ilościowego tych stereoizomerów metodą chromatograficzną. Opracowana metoda charakteryzuje się dobrym rozdziałem stereoizomerów i jest stosunkowo tania i prosta w wykonaniu.

„Barwienie wyrobów włókienniczych we fluidzie ditlenku węgla. Oczekiwania i fakty” – dr inż. K. Blus. Autor dokonał krytycznego przeglądu blisko dwudziestoletnich badań dotyczących barwienia w ditlenku węgla wyrobów z poliestru, bawełny i mieszanek bawełna/poliester. Pomimo licznych prac na ten temat, problem nie został rozwiązany w sposób satysfakcjonujący. Taki proces barwienia wymaga bowiem skomplikowanej aparatury, co powoduje wzrost kosztów barwienia, występują techniczne trudności w odzyskaniu barwników niezwiązanych z włóknem, a także problemy z myciem aparatury. Ta technologia wymaga też opracowania nowych form użytkowych barwników.

Tradycyjnie, poobiednia sesja to czas przeznaczony na bezpośrednie rozmowy i konsultacje z przedstawicielami firm handlowych oferujących barwniki, środki pomocnicze, a także aparaturę barwarską. W tym roku punkty konsultacyjne miały następujące firmy: OLEA, CLARIANT, SWISSCOLOR, THOREX, TC KOLOR.

Dzień zakończyła uroczysta kolacja połączona z zabawą taneczną. Trzeba przyznać, że i tym razem organizatorzy zadbali, aby na stołach znalazły się regionalne potrawy, które są w stanie zaspokoić głód najbardziej wybrednych podniebień. Kolacja została przerwana niespodzianką, która było „pasowanie” na kolorystów osób biorących po raz pierwszy udział w Seminarium. Musiały one złożyć przed Prezesem uroczystą przysięgę obiecując pogłębianie wiedzy z zakresu wykończalnictwa i aktywne uczestnictwo w życiu kolorystów. Prezes dokonał ich „pasowania” na pełnoprawnych

kolorystów za pomocą wałka do ciasta, który jest symbolem dobrego początku, ponieważ ciasto nabiera smaku po skutecznym rozwałkowaniu.

W drugim dniu Seminarium wygłoszono następujące referaty:

„Możliwość ograniczenia niekorzystnych „skutków ubocznych” procesów apreturowania tkanin” – dr inż. Waldemar Machnowski. Autor przedstawił przykłady niekorzystnego wpływu wybranych procesów apreturowania na podstawowe parametry użytkowe tkanin bawełnianych. Zwrócił też uwagę na możliwość ograniczenia niepożądanych efektów poprzez ściśle przestrzeganie warunków procesu apreturowania, unikanie stosowania nadmiernych ilości środków apreterskich i możliwości ich równomiernego rozmieszczenia w strukturze tkaniny.

„Procesy zdobienia gotowych wyrobów włókienniczych” – mgr inż. Zenon Grabarczyk. Autor omówił różne techniki zdobienia gotowych wyrobów włókienniczych w wyniku procesów technologicznych takich jak druk, spieranie, ścieranie, postarzanie. Omówione zostały różne techniki druku, od ręcznego, po druk filmowy i transparentny z uwzględnieniem aparatury przeznaczonej do tego celu. Dużo uwagi autor poświęcił wyrobom dżinsowym uwzględniając historię ich kariery w przemyśle odzieżowym aż po dzień dzisiejszy, gdzie trendy mody dyktują sposoby ich wykończania.

„Kształtowanie funkcji higienicznych w procesie wykończania dzianin o konstrukcji warstwowej” – dr inż. Anna Pinar, mgr inż. Izabela Oleksiewicz, mgr inż. Romualda Koźmińska, mgr inż. Agnieszka Walak. Autorki przedstawiły wyniki pracy doświadczalnej dotyczącej wpływu wybranych komercyjnych środków o działaniu antybakteryjnym w procesie wykończania dzianin dwuwarstwowych i dwuwarstwowych z wypełnieniem wątkowym. Przeprowadzone w Instytucie Włókiennictwa prace dają podstawę do opracowania wyrobów dwuwarstwowych wykazujących cechy antybakteryjne przy zachowaniu pełnego komfortu higienicznego w wyrobach odzieżowych,

technicznych i do specjalnych zastosowań medycznych w obszarze pielęgnacyjnym dla osób starszych i unieruchomionych.

„Barwniki spożywcze” – mgr inż. Małgorzata Krępska. Autorka dokonała przeglądu aktualnie stosowanych w przemyśle spożywczym barwników pochodzenia naturalnego jak i otrzymywanych syntetycznie. Spis barwników wraz z symbolami E przedstawiła w formie tabeli. Aktualnie w UE dopuszczonych jest 47 barwników. Kontrolę ich obecności w produktach spożywczych, ewentualnie stosowania niezgodnie z obowiązującymi normami, bądź fałszerstwami w tym zakresie, przeprowadza akredytowane laboratorium Instytut Przemysłu Skórzanego.

„Hydroliza poliestru” - mgr inż. Stanisław Pruś. Referat przedstawia obszerny przegląd literatury technicznej dotyczącej modyfikacji włókien poliestrowych w zakresie poprawy właściwości hydrofilowych poprzez alkaliczną hydrolizę lub hydrolizę enzymami z grupy hydrolaz.

„Technologia barwienia barwnikami reaktywnymi” – Ostatni referat tegorocznego Seminarium tradycyjnie wygłosił Prezes SPChK dr inż. Bogumił Gajdzicki. Omówione zostały aktualne kierunki badań nad optymalizacją procesu barwienia barwnikami reaktywnymi. Wymienił takie aspekty tego zagadnienia jak zmiany w budowie barwników, modernizacja aparatu barwiarskiego, modyfikacja włókna celulozowego, poszukiwanie mniej agresywnych środków pomocniczych, optymalizacja zużycia wody i in.

XXXII Seminarium Polskich Chemików Kolorystów zamknęło wystąpienie Prezesa SPChK dr inż. Bogumiła Gajdzickiego, który podziękował wszystkim uczestnikom za przybycie, żywą dyskusję zarówno w trakcie sesji plenarnych jak i sesji panelowych, ale także za dyskusje „kularowe”. Prezes życzył też wszystkim wielu osiągnięć w pracy zawodowej i zaprosił za rok na XXXIII Seminarium, które odbędzie się w Ośrodku Sportowym „Zawisza” w Bydgoszczy.

Trzeba dodać, że przez te wszystkie dni Seminarium towarzyszyła nam wspaniała pogoda i wszyscy uczestnicy mogli podziwiać z okien swoich pokoi wspaniałą wi-

dok na Giewont i Czerwone Wierchy.

To były ostatnie tak słoneczne i piękne dni – załamanie pogody nastąpiło następnego dnia po naszym wyjeździe.

A.K.



Fot. 1. Pan Ryszard Tarwacki dziękuje za przyznane wyróżnienie



Fot. 2. Nowoprzyjęci członkowie SPChK podczas składania przysięgi



Fot. 3. Pogaduszki przy ognisku

III Targi Technicznych Wyrobów Włókienniczych

Łódź 12-13 październik 2016 r.

Stanisław Pruś

W dniach 12-13 października 2016 roku w Łodzi w hali MTŁ w Łodzi, al. Politechniki 4 odbyły się III Targi Technicznych Wyrobów Włókienniczych. Stowarzyszenie Polskich Chemików Kolorystów objęło patronatem branżowym to jedno z ważniejszych wydarzeń włókienniczych w Polsce oraz towarzyszącą im konferencję INNOVATEX. W ramach patronatu podjęliśmy się poprowadzenia panelu eksperckiego w czasie sesji otwartej w drugim dniu targów. W ramach promocji III TTWW zamieściliśmy na naszej stronie internetowej baner promujący targi, mailing informacyjny dla naszych członków i firm współpracujących, a także wystawiliśmy roll-up targowy III TTWW. Prowadziliśmy również podczas XXXII Seminarium Polskich Kolorystów w Zakopanem promocję ustną wraz rozdawaniem ulotek o tej imprezie.

Ze strony dyrekcji MTŁ uzyskaliśmy zapewnienie umieszczenia naszego logo na materiałach promujących III TTWW oraz możliwość zaprezentowania naszego roll-upu na terenie wystawienniczym.

W targach uczestniczyło 39 wystawców z kraju i zagranicy:

Ariadna S.A. Fabryka Nici, Łódź
Camela S.A., Wałbrzych
Centrum Kształcenia Zawodowego i Ustawicznego w Łodzi, Łódź
CHT R. Beitlich GmbH SP. Z O. O. PRZEDSTAWICIELSTWO W POLSCE, Łódź
Clarchem Polska, Łódź
Coats Polska Sp. z o.o., Łódź
Contec Sp. z o.o., Ksawerów
Duledo, Aleksandrów Łódzki
Dural, Ettlingen
Elcen Sp. z o.o., Gdynia
Fabryka Nici Amanda, Sulechów
Fabryka Wkładów Odzieżowych Camela S.A., Wałbrzych
Fundacja Rozwoju Przedsiębiorczości, Łódź
Gedeon, Parzęczew
Globtechnic Sp. z o. o., Łęborg
Image, Pabianice,

IMP Comfort sp. z o.o., Świdnica
Instytut Włókiennictwa, Łódź
Kristina Tex, Młochów
Lacom, Lauchheim
Lenard, Vic
LOXY Poland sp. z o.o., Rumia
Magnetix - Górszwa Sp. j., Łódź
Marand, Łódź
Miranda Spółka z o.o., Turek
Moratex, Łódź
P.P.H.U. „BOCHEMIA”, Radom
Polexim GmbH Sp. z o.o., Łódź
Politechnika Łódzka Biblioteka Wydawnictwa Uczelniane, Łódź
PPUH Andra Sp. z o.o., Zgierz
Przegląd Włókienniczy – Włókno Odzież Skóra, Łódź,
Sako-Expo Techtextilplast, Ozorków
Schoeller GmbH & Co KG, Hard
Spółdzielnia Inwalidów Zgoda, Konstantynów Łódzki
Stefano Mardegan srl, Milan,
Świat Lnu, Kamienna Góra
TC Kolor, Łódź
Technotex, Pieszyce
Techtextil - Targi Frankfurt, Warszawa
Tetex, York
Tricomed S.A., Łódź
TSH-TARCZYNSKI, Luedenscheid.

W czasie dni targowych wystawiające się firmy oraz zwiedzający mogli bezpłatnie uczestniczyć w konferencji INNOVATEX w następujących sesjach:

I. SESJA PLENARNA

1. Tekstylia w zastosowaniach specjalnych - moda, rzeczywista potrzeba, specjalizacja?

Marcin H. Struszczyk - ITB „MORATEX”

2. Kompozyty włókniste od Egipcjan i Izraelitów, poprzez XX wiek, Formułę 1 i dreamlinera

Janusz German - Cracow University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Chair of the Strength of Materials

3. Aktualna sytuacja w przemyśle włókienniczym

Elwira Zaręba - Stowarzyszenie Włókienników Polskich

II. SESJA PROETEX - 6 referatów,
 III. SESJA TECHTEX - 7 referatów,
 IV. SESJA MEDTEX - 4 referaty,
 V. SESJA AGROTEX - 2 referaty,
 VI. SESJA BUDTEX - 4 referaty,
 VII. SESJE OTWARTE - 6 referatów.

Nasz udział w tej imprezie został powiązany z wygłoszeniem 3 referatów w sesji otwartej o następujących tytułach:

1. UJEDNOLICENIE NAZEWNICTWA WŁÓKIEN TEKSTYLNICH ZGODNEGO Z ROZPORZĄDZENIEM NR 1007/2011 PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO

dr inż. Bogumił Gajdzicki

2. JAKOŚĆ DZIAŁYCH MATERIAŁÓW WŁÓKIENNICZYCH W ASPEKcie PROWADZONYCH PROCESÓW WYKOŃCZALNICZYCH

dr inż. Bogumił Gajdzicki

3. MODYFIKACJA CHEMICZNA POWIERZCHNI WŁÓKIEN - PRZYKŁADY WYKORZYSTANIA

mgr inż. Stanisław Pruś



Fot. 1. Ceremonia uroczystego otwarcia targów



Fot. 2. Wykład dr. inż. B. Gajdzickiego w sesji otwartej



Fot. 3. Logo SPChK w grupie firm patronackich

Stowarzyszenie Polskich Chemików Kolorystów
 afiliowane przy Międzynarodowej Federacji Stowarzyszeń Chemików Kolorystów - IFATCC

Fundacja Rozwoju Polskiej Kolorystyki

XXXII SEMINARIUM POLSKICH KOLORYDSTÓW

160 lat

stosowania barwników w technologiach włókienniczych



Zakopane, wrzesień 2016



Fot. 4 i 5. Promocja III TTWW podczas XXXII Seminarium Polskich Kolorystów



Fot. 6. Roll-up SPChK przed salą konferencyjną



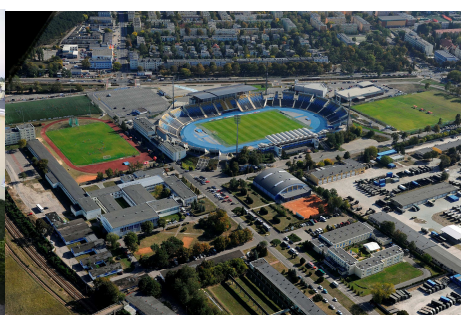
Serdecznie zapraszamy na coroczny Bał Kolorystów,

który się odbędzie 11 lutego 2017 r. o godz. 19.00 w restauracji

„RESTAURANT FABRYKANT”, w Łodzi przy ulicy Siedleckiej 3.

Gwarantujemy szampańską zabawę do białego rana, przy porywającej muzyce, wykwintnym jadło i napitkach przyrządzanych według polskiej tradycji, serwowanych na chłopskim wozie.

Organizatorzy



Informacja wstępna o XXXIII Seminarium

Stowarzyszenie Polskich Chemików Kolorystów
i Fundacja Rozwoju Polskiej Kolorystyki
uprzejmie informują, że



XXXIII SEMINARIUM POLSKICH CHEMIKÓW KOLORYSTÓW

odbędzie się w dniach 20 - 22 września 2017 r.

w hotelu „Zawisza”

ul. Gdańska 163, 85-915 Bydgoszcz 101

Uprzejmie prosimy
o uwzględnienie terminu Seminarium w Państwa planach.

