

**Polska Akademia Nauk
Oddział w Łodzi
Komisja Włókiennictwa**

Janusz Szosland

STRUKTURY TKANINOWE

Łódź 2007

Komitety Redakcyjny:

PROF. DR HAB. INŻ. JÓZEF MASAJTIS – PRZEWODNICZĄCY
PROF. ZW. DR HAB. INŻ. STEFAN POŁOWIŃSKI
PROF. ZW. DR HAB. INŻ. JANUSZ SZOSLAND DR H.C.
PROF. ZW. DR HAB. INŻ. ANDRZEJ WŁOCHOWICZ DR H.C.
PROF. ZW. DR HAB. INŻ. JÓZEF WOJNAROWSKI DR H.C.

Adres redakcji:

Polska Akademia Nauk, Oddział w Łodzi
ul. Piotrkowska 137/139
90-434 Łódź

Recenzent:

PROF. DR HAB. INŻ. JÓZEF MASAJTIS

Opracowanie edytorskie:

ANNA ŁUKASZEWSKA
ZBIGNIEW STEMPIEŃ

*© Copyright Polska Akademia Nauk
Oddział w Łodzi, Łódź 2007*

ISBN 83-86492-42-2

Druk i oprawa:
Drukarnia Wydawnictw Naukowych S.A.
Łódź, ul. Wydawnicza 1/3

*Moim Profesorom
Marianowi Rochowi Chwalibogowi i Janowi Szmelterowi*

SPIS TREŚCI

WSTĘP	11
1. PODSTAWOWE POJĘCIA I PARAMETRY STRUKTURY TKANIN	13
1.1. Splot	13
1.2. Wrobienie nitek	14
1.3. Nominalna średnica nitek	15
1.4. Powierzchnia oporu tkaniny i jej grubość	16
1.5. Zagęszczenie tkaniny nitkami	19
1.5.1. Liczność nitek w tkaninie	19
1.5.2. Zapelnienie powierzchniowe tkaniny	19
1.5.3. Wypelnienie tkaniny nitkami	21
1.6. Masa tkaniny	23
1.6.1. Masa powierzchniowa tkaniny	23
1.6.2. Masa liniowa tkaniny	24
2. PODSTAWY GEOMETRII TKANIN	29
2.1. Modele tkanin	29
2.2. Modele geometryczne	29
2.2.1. Model Peirce'a	30
2.2.2. Model Kempa	33
2.3. Model modułowy	34
2.4. Nomogram Paintera	37
2.4.1. Budowa nomogramu	37
2.4.2. Wyznaczanie położenia punktów charakterystycznych dla osnowy i wątku	41
2.5. Zmiany struktury tkaniny o splocie płóciennym	44

2.5.1. Fazy struktury	44
2.5.2. Jednokierunkowe rozciąganie	44
2.5.3. Pęcznienie	50
3. SPLOTY	53
3.1. Sposoby przedstawiania, parametry i podział	53
3.1.1. Rysunek tkacki splotu	53
3.1.2. Parametry splotu	55
3.1.3. Oznaczania splotów	56
3.1.4. Podział splotów	56
3.2. Sploty zasadnicze	57
3.2.1. Definicja	57
3.2.2. Splot płócienny	57
3.2.3. Sploty skośne	57
3.2.4. Sploty atlasowe	59
3.3. Sploty pochodne zasadniczych	60
3.3.1. Pochodne splotu płóciennego	60
3.3.2. Pochodne splotów skośnych	65
3.3.3. Pochodne splotów atlasowych	72
3.4. Sploty modyfikowane i zestawne	73
3.4.1. Cel stosowania	73
3.4.2. Drobnno- i wielkowzorzystość	74
3.4.3. Relief	76
3.4.4. Okrywa pętlowa i włókienna	78
3.4.5. Ażurowość	80
3.4.6. Elastyczność	81
3.5. Sploty złożone	81
3.5.1. Cel stosowania i symboliczny zapis	81
3.5.2. Nawarstwianie jednego z układów	82
3.5.3. Nawarstwianie dwóch układów	86
3.6. Sploty gazejskie	92

4. ASORTYMENT STRUKTUR TKANINOWYCH	93
4.1. Tkaniny z okrywą	93
4.1.1. Rodzaje okryw	93
4.1.2. Tkaniny z okrywą włókienną	94
4.1.3. Tkaniny z okrywą pętlową	100
4.2. Tkaniny z reliefem	103
4.3. Tkaniny ażurowe	108
4.4. Tkaniny wzorzyste	110
4.5. Tkaniny artystyczne	113
4.6. Dywany	118
4.6.1. Dywany gładkie	118
4.6.2. Dywany z okrywą	120
4.7. Tkaniny nowych obszarów zastosowań	124
4.7.1. Kierunki zastosowań	124
4.7.2. Przykłady zastosowań	126
4.8. Wyroby pasmanteryjne	139
4.9. Wyroby plecione	143
4.9.1. Plecionki jednoukładowe	143
4.9.2. Plecionki dwuukładowe	148
5. WARTOŚĆ UŻYTKOWA	151
5.1. Pojęcia podstawowe	151
5.1.1. Estetyka	152
5.1.2. Trwałość	152
5.1.3. Aspekty komfortu i zdrowotności użytkownika	152
5.1.4. Koszty użytkowania	153
5.1.5. Kształtowanie użytkowej wartości tkanin	154
5.2. Wpływ surowca na wartość użytkową tkanin	154
5.3. Wpływ struktury nitek na wartość użytkową tkanin	159
5.3.1. Naprężenia wstępne nitek w tkaninie	159
5.3.2. Podatność nitek na pilling	161

5.3.3. Gładkość powierzchni nitek	161
5.3.4. Nitki o rozbudowanych powierzchniach	161
5.4. Wpływ struktury tkanin na ich wartość użytkową	163
5.4.1. Barirowość strukturalna	163
5.4.2. Higieniczne i fizjologiczne aspekty użytkownika	171
5.4.3. Własności estetyczne	175
5.4.4. Trwałość	176
5.5. Odzież jako kompozyt wielowarstwowy	179
5.6. Ładowanie elektrostatyczne	183
6. HANDLOWE TYPY TKANIN	189
6.1. Powstawanie typów handlowych	189
6.2. Tkaniny bawełniane i bawełnopodobne	189
6.3. Tkaniny wełniane i wełnopodobne	191
6.4. Tkaniny jedwabne	194
7. ORIENTACYJNE, SKRÓCONE WARUNKI TECHNICZNE WYBRANYCH GRUP TKANIN	197
LITERATURA	201

Stosowane skróty

- IAT PŁ - Instytut Architektury Tekstyliów Politechniki Łódzkiej
- ITWWI - Instytut Technicznych Wyróbów Włókienniczych MORATEX
- KTk PŁ - Katedra Tkactwa
- PDmgr - Praca dyplomowa magisterska
 - PDr - Praca doktorska
 - PŁ - Politechnika Łódzka

WSTĘP

W kolejnych etapach rozwoju włókiennictwa powstawały coraz to nowe tekstylia. W monografii ujęto tę grupę, której znamioną cechą strukturalną jest występowanie przeplotów – bez względu na ich konfigurację w wyrobie. Stąd rozpatrywano obok klasycznych tkanin, dywanów, kilimów, tkanin artystycznych, plecionek, koronek i wyrobów pasmanteryjnych, nowe, dotąd nieznane, struktury splotowe. Obok analiz strukturalnych prezentowano ich obszary zastosowań, które obecnie są niezwykle szerokie i dotyczą większości działalności człowieka w technice, transporcie, budownictwie, medycynie, sporcie, obronności i innych dziedzinach

Położono nacisk na wartość użytkową, która decyduje o tej udanej ekspansji tkanin. Przedstawiono grupę czynników kształtujących poszczególne ich własności. Typy handlowe i warunki techniczne zamykają tę prezentację struktur tkaninowych.

Zdobycie wielu materiałów stało się możliwe dzięki znaczącej pomocy wielu osób i instytucji. Składam im za to bardzo serdeczne podziękowania, a w szczególności prof. dr hab. Markowi Snyckerskiemu, doc. dr Elżbiecie Witczak oraz mgr inż. Pawłowi Junce - prezesowi Zakładów Koronek w Brzozowie.

Istotny wkład w zakresie wirtualnego modelowania tkanin, oceny i kształtowania ich wartości użytkowej, formowania nowych, dotąd nieosiągalnych wyrobów na krośnie rotacyjnym, wieloprzesmykowym - mieli moi dyplomanci, a zwłaszcza magistrowie inżynierowie: A. Babska, M. Barburski, A. Bartos, M. Bączyńska, K. Bogusławka, E. Cyburt, D. Frąckiewicz, E. Gąsiorowska, E. Głuszcak, M. Janiszewska, A. Kabziński, I. Kokot, A. Koziorowska, S. Kotkowka, B. Krajewska, R. Romek, M. Wiwala, E. Włodzimierz, K. Zola.

Dziękuję mojej wnuczce, mgr inż. Małgorzacie Szosland – Łyszkowskiej, za przygotowanie, od strony technicznej bardzo złożonej, komputerowej postaci monografii.

Podziękowanie kieruję do dr inż. Aleksandry Rutkowskiej – której zawdzięczam niezwykle wnikliwą korektę materiału i pomocne mi – jej uwagi dyskusyjne i krytyczne.

Istotną rolę w tym całym złożonym i długim procesie powstawania monografii odegrał prof. dr hab. Józef Masajtis – dyrektor Instytutu Architektury Tekstyliów. Służył mi przez ten cały okres wieloma cennymi

radami, a nadto, jako redaktor naczelny wydawnictwa Oddziału Polskiej Akademii Nauk, Włókiennictwo – seria: monografie naukowe, przyczynił się walcie do zrealizowania tej pozycji w tej, tak prestiżowej oficynie wydawniczej. Autor poczuwa się więc do wyrażenia serdecznego podziękowania.

Dziękuję serdecznie Panu prof. dr hab. Stanisławowi Bieleckiemu, Prorektorowi Politechniki Łódzkiej do spraw nauki, za okazaną przychylność, która została uwieńczona przekazaniem dotacji pozwalającej na wydanie tej pozycji.

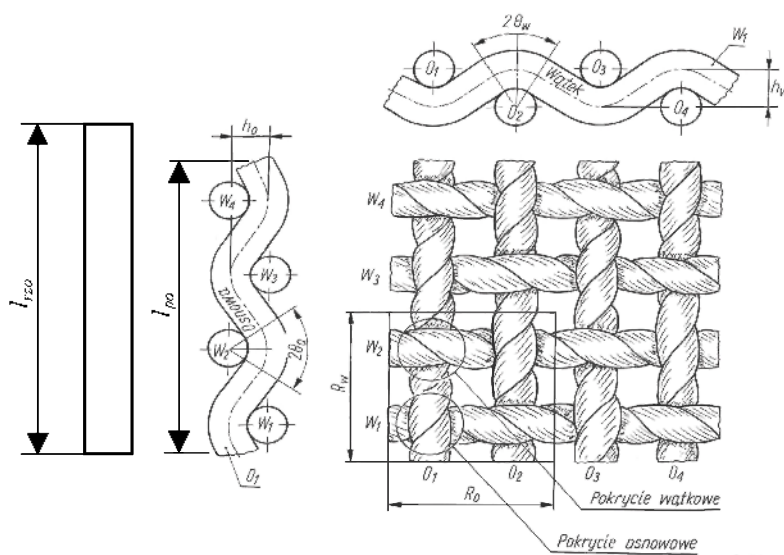
Dziękuję dr inż. Zbigniewowi Stempniowi. To dzięki jego wieloletniemu doświadczeniu redaktorskiemu i równocześnie znaczącemu zaangażowaniu doszło do pełnej realizacji tej monografii.

Janusz Szosland

1. PODSTAWOWE POJĘCIA I PARAMETRY STRUKTURY TKANIN

1.1. Splot

Na rysunku 1 przedstawiono widok tkaniny o najprostszym sposobie przeplatania nitek, zwanym płóciennym. Widoczne są wyraźnie dwa układy przędz. Nitki ułożone wzdłuż przyjęto nazywać osnową i na rysunkach sytuować je pionowo. Drugi układ -wątek- jest prostopadły do poprzedniego, ułożony poprzecznie w tkaninie, a na rysunku poziomo. Nitki osnowy numeruje się od lewej ku prawej stronie ($O_1, O_2, \dots, O_n$) a wątki od dołu do góry ($W_1, W_2, \dots, W_n$). Miejsce skrzyżowania dwóch nitek obu układów nosi nazwę pokrycia. Jeżeli występuje w nim na wierzchu osnowa, to określa się je mianem osnowowego, jeżeli na wierzchu jest wątek, to pokrycie takie nazywa się wątkowym.



Rys. 1. Widok ogólny oraz przekroje tkaniny o splotcie płóciennym

Pierwsza nitka osnowy O_1 na skrzyżowaniu z pierwszym wątkiem W_1 (rys. 1) ma pokrycie osnowowe, a z wątkiem W_2 - wątkowe, dalej kolejność przeplatania

osnowy powtarza się. Podobny wniosek może być wyciągnięty podczas obserwacji pierwszego wątku, gdzie kolejność przeplatania powtarza się po dwóch nitkach osnowy. Zakreślając tak wytyczone granice otrzymuje się element tkaniny, który z kolei powtarza się w całym wyrobie. Nosi on nazwę raportu. Jego wymiary określa się liczbą nitek osnowy (R_o -raport osnowowy) i wątku (R_w -raport wątkowy) w nim występującą. W rozpatrywanym przypadku $R_o=2$ i $R_w=2$.

W celu bardziej plastycznego pokazania sposobu przeplatania nitek zamieszcza się obok widoku tkaniny rzuty przekrojów dokonane wzdłuż osi symetrii nitek. W celu uproszczenia rysunku nie kreskuje się płaszczyzn przekroju. Takie przedstawienie przeplotu nitek wskazuje wyraźnie na występowanie wzajemnego ich opasywania się. Można to określić odpowiednimi wartościami kątów opasania: $2\theta_o$ - kąt opasania osnową, $2\theta_w$ - kąt opasania wątkiem.

Przeście nitki z jednej strony tkaniny na drugą nosi nazwę przegięcia p . Dwa kolejno po sobie następujące przegięcia tworzą przeplot, dający pokrycia osnowowe lub wątkowe.

1.2. Wrobienie nitek

Nitki przyjmują w tkaninie najczęściej postać linii falistych. Miarą odchylenia od prostej jest względna zmiana długości zajmowanej w tkaninie. Określa się ją mianem wrobienia w i wyraża wzorem

$$w = \frac{l_{rz} - l_p}{l_p} \cdot 100, \% \quad (1)$$

gdzie:

l_{rz}, l_p - odpowiednio długości: rzeczywista wyprostowanej oraz pozorna sfalowanej nitki.

Wrobienie osnowy (rys. 1)

$$w_o = \frac{l_{rzo} - l_{po}}{l_{po}} \cdot 100, \% \quad (2a)$$

Wrobienie wątku

$$w_w = \frac{l_{rzw} - l_{pw}}{l_{pw}} \cdot 100, \% \quad (2b)$$

Dodatkowe indeksy o lub w wskazują na przynależność nitki do jednego z układów tkaniny. Niekiedy wielkość falistości nitki określa się strzałką jej ugięcia. Stąd dalsze dwa parametry struktury, jakimi są (rys. 1): h_o - strzałka ugięcia osnowy oraz h_w - strzałka ugięcia wątku.

1.3. Nominalna średnica nitki

Nominalna średnica lub krócej średnica nitki jest pewną umowną wielkością charakteryzującą jej poprzeczne wymiary. Istnieje znaczna liczba prac poświęconych temu zagadnieniu. Poniżej przedstawiono najczęściej stosowane zależności między nominalną średnicą nitki d a parametrami lub cechami jej budowy:

- Wzór Turnera (dla przędzy bawełnianej)

$$d = \frac{6,2\sqrt{Tt}}{\sqrt{1000^4 T_m}}, mm \quad (3)$$

gdzie:

Tt - masa liniowa przędzy (tex),

T_m - liczba skrętów na 1 m nitki.

- Wzór van Issuma i Chamberlaina

$$d = C_1 \sqrt{Tt} + C_2 - C_3 \frac{T_m}{1000}, mm \quad (4)$$

Tablica 1. Wartości współczynników C_1, C_2, C_3

Rodzaj przędzy	C_1	C_2	C_3
Bawełniana	0,048	0,099	0,155
Wełniana czesankowa	0,044	0,048	0,516
Wełniana zgrzebna	0,053	0,068	0,245

- Wzór Ashenhursta

$$d = \frac{c\sqrt{Tt}}{\sqrt{1000}}, mm \quad (5)$$

gdzie:

c - współczynnik stały dla określonych nitek,

ρ - gęstość nitki.

$$c = \sqrt{\frac{4}{\pi\rho}}$$

Wartość współczynnika c w zależności od rodzaju nitek podano w tablicy 2.

Tablica 2. Wartości współczynnika c

Rodzaj nitek		c
Przędza lniiana	czesankowa, przędzona na mokro, o średnich masach liniowych	1,11
	zgrzebna, przędzona na mokro, o średnich masach liniowych	1,16
	czesankowa, przędzona na sucho	1,20
Przędza bawełniana		1,24-1,26
Przędza wełniana	czesankowa cienkowłóknista	1,27
	czesankowa grubowłóknista	1,32
	zgrzebna	1,36
Jedwab	wiskozowy krepowy	1,03
	wiskozowy osnowowy	1,20
	naturalny surowy	1,40
	octanowy	1,48
	poliamidowy	1,50

Obliczając średnicę tej samej przędzy za pomocą poszczególnych wzorów otrzymuje się różne wartości. Poniżej podano wyniki obliczeń średnicy dla przędzy bawełnianej osnowowej 15,6 x 1 tex, $T_m = 1060$, przędzy bawełnianej wątkowej 15,6 x 1 tex, $T_m = 840$ oraz przędzy wełnianej zgrzebnej osnowowej 100 x 1 tex, $T_m = 350$.

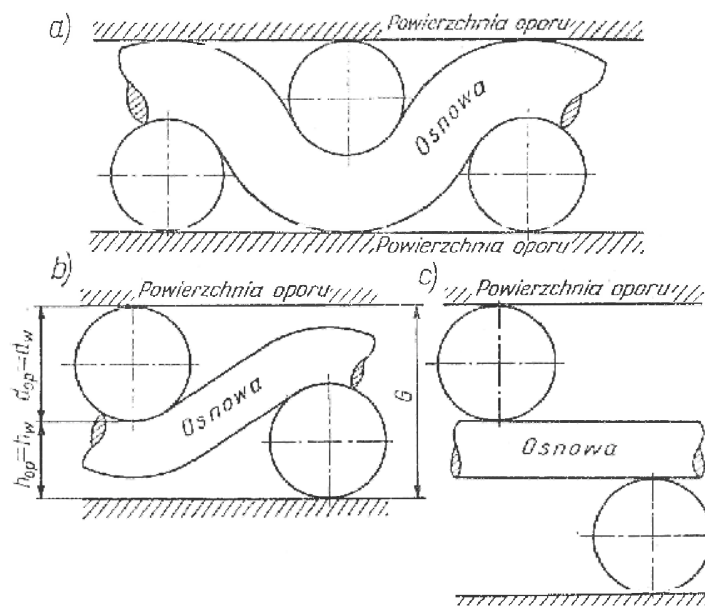
Podstawa obliczeń	Średnica przędzy, mm		
	bawełniana		wełniana
	d_0	d_w	d_0
Wzór Turnera	0,130	0,140	-
Wzory van Issuma i Chamberlaina	0,128	0,162	0,514
Wzór Ashenhursta	0,155	0,155	0,430

Najczęściej przy wyznaczaniu średnicy nominalnej stosuje się zależność Ashenhursta. Jest ona znacznie prostsza od pozostałych, a ponadto wyniki tak uzyskane lepiej oddają wymiary poprzeczne przędzy odkształconej zarówno w czasie wszystkich procesów przerobu, jak i w samej tkaninie.

1.4. Powierzchnia oporu tkaniny i jej grubość

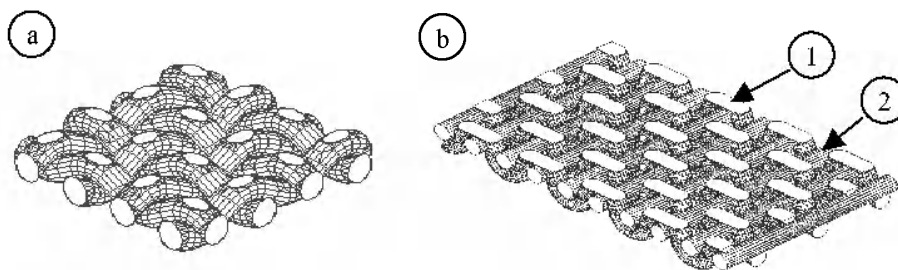
Jeżeli zbliżyć do tkaniny dwie równoległe płaszczyzny, aż do zetknięcia się z jej powierzchnią, to mogą wystąpić dwa zasadnicze przypadki.

W pierwszym opór dalszemu przemieszczaniu płaszczyzn stawiają pokrycia osnowowe i wątkowe (rys.2a), a wówczas powierzchnia oporu tkaniny jest dwuukładowa osnowowo-wątkowa. W drugim tylko jeden rodzaj pokryć tworzy powierzchnię oporu- nosi ona wówczas nazwę jednoukładowej: np. wątkowej (rys.2b) lub osnowowej. Przy jednoukładowej powierzchni oporu może wystąpić postać graniczna, kiedy jeden układ, np. osnowowy (rys. 2c), jest całkowicie wyprostowany, a więc jego wrobienie jest równe zero.



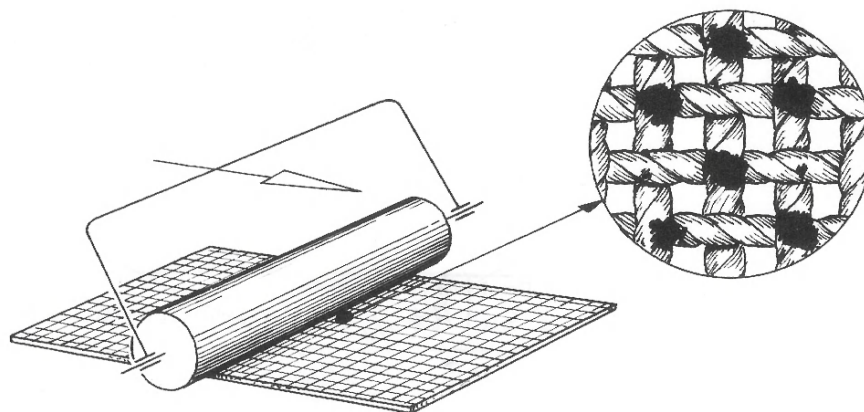
Rys. 2. Rodzaje powierzchni oporu tkaniny o splacie płóciennym:
 a) dwuukładowa osnowowo-wątkowa,
 b), c) jednoukładowe - wątkowe

Rodzaj powierzchni oporu tkaniny ma istotny wpływ na jej zachowanie się podczas ścierania występującego podczas użytkowania (rys.3).



Rys. 3. Skutki ścierania powierzchniowego tkanin o różnych powierzchniach oporu:
 a) dwuukładowa osnowowo-wątkowa,
 b) jednoukładowa - wątkowa: 1 - wątek, 2 - osnowa

Aby stwierdzić, który układ i w jakim stopniu będzie niszczone, należy równoległym do powierzchni tkaniny płaszczyznom nadać funkcję ścieracza. Rodzaj powierzchni oporu można określić na podstawie analizy powierzchni tkaniny. Na przykład układa się próbkę tkaniny na płaszczyźnie i przetacza po jej drugiej, wolnej powierzchni wałek cylindryczny o odpowiedniej masie, zanurzony uprzednio w barwniku o kolorze kontrastującym z kolorem nitek (rys. 4).



Rys. 4. Określanie rodzaju powierzchni oporu tkaniny

Jeżeli taką próbkę umieści się następnie pod mikroskopem, to można ocenić widoczną w polu jego widzenia liczbę zabarwionych pokryw osnowowych i_o i wątkowych i_w . Jeżeli $i_o > i_w$, to powierzchnia oporu jest jednoukładowa, osnowowa; jeżeli $i_o = i_w$, to powierzchnia oporu jest dwuukładowa, osnowowo-wątkowa; jeżeli $i_o < i_w$, to powierzchnia oporu jest jednoukładowa, wątkowa. Układ, który tworzy powierzchnię oporu decyduje równocześnie o grubości tkaniny G . Analizując przypadki przedstawione na rysunku 2 łatwo wykazać, że

$$G = d_{op} + h_{op} \quad (6)$$

gdzie indeks op oznacza parametry układu, który tworzy powierzchnię oporu. Układ ten określa się za pomocą omówionej już metody, albo przez porównanie sum strzałek ugięcia i średnic poszczególnych układów nitek (Tabela 3).

Tablica 3. Rodzaje powierzchni oporu

Przypadek	Powierzchnia oporu	Grubość tkaniny
$d_o + h_o > d_w + h_w$	jednoukładowa – osnowowa	$G = d_o + h_o$
$d_o + h_o = d_w + h_w$	dwuukładowa - osnowowo-wątkowa	$G = d_o + h_o = d_w + h_w$
$d_o + h_o < d_w + h_w$	jednoukładowa - wątkowa	$G = d_w + h_w$

1.5. Zagęszczenie tkaniny nitkami

1.5.1. Liczność nitek w tkaninie

Obok gęstości (masy właściwej) wyrobu – przyjmowanego jako materiał jednorodny – w analizie strukturalnej tkaniny wprowadzono też inne pojęcia oddające zagęszczenie wyrobu nitkami. Nitki każdego z układów są zwykle równomiernie rozłożone w tkaninie. Odległość jednej nitki od drugiej może być określona tzw. podziałką (rys. 1): A_o - podziałka nitek osnowy, mm; A_w - podziałka nitek wątku, mm.

Zagęszczenie tkaniny poszczególnymi układami nitek określa się z zależności:

$$g_o = \frac{100}{A_o}, \text{ nitek} / 100\text{mm} \quad (7a)$$

$$g_w = \frac{100}{A_w}, \text{ nitek} / 100\text{mm} \quad (7b)$$

gdzie:

g_o, g_w - odpowiednio liczność osnowy oraz wątków, a więc liczba nitek odpowiedniego układu przypadającego na 100 mm tkaniny.

Liczność nitek jest parametrem mierzonym, szczególnie podczas technologicznej kontroli prawidłowości budowy wyrobu.

1.5.2. Zapelnienie powierzchniowe tkaniny

Przy charakteryzowaniu zagęszczenia tkaniny licznością nitek nie uwzględnia się ich grubości, a więc nie stwarza się podstaw do takiej oceny struktury, która mogłaby być pomocna do określenia wielkości prześwitów. Dlatego wprowadzono względną wartość zagęszczania wyrobu, nazywając ten nowy parametr zapelnieniem powierzchniowym tkaniny Z .

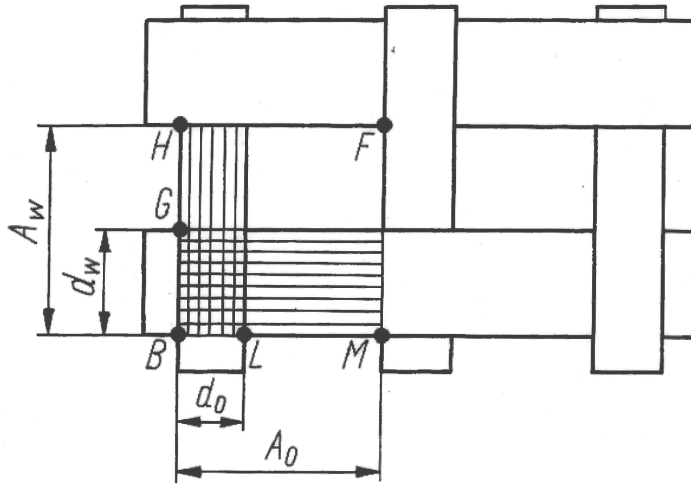
Na rysunku 5 przedstawiono rzut prostopadły tkaniny na płaszczyznę równoległą do tej powierzchni. Rozpatrujemy prostokąt $BHFM$. Jego powierzchnia, a więc i elementu tkaniny, wynosi

$$S_{tk} = BH \cdot BM = BH \cdot A_o$$

Analizowany element tkaniny jest tylko częściowo zakryty nitką osnowy (powierzchnia zakreskowana liniami pionowymi). Powierzchnia pokryta osnową wynosi

$$S_o = BH \cdot BL = BH \cdot d_o$$

Procentowy stosunek obu powierzchni nosi nazwę zapelnienia powierzchniowego tkaniny lub wprost zapelnienia osnową



Rys. 5. Schemat przeplotu nitek w tkaninie

$$Z_o = \frac{S_o}{S_{tk}} \cdot 100 = \frac{BH \cdot d_o}{BH \cdot A_o} \cdot 100 = \frac{d_o}{A_o} \cdot 100, \%$$

Ponieważ $g_o = \frac{100}{A_o}$, otrzymuje się

$$Z_o = d_o \cdot g_o = \frac{c_z}{\sqrt{1000}} \sqrt{Tt_o} \cdot g_o, \% \quad (8a)$$

Przeprowadzając analogiczne rozumowanie dla drugiego układu - wątków - otrzymuje się

$$Z_w = d_w \cdot g_w = \frac{c_z}{\sqrt{1000}} \sqrt{Tt_w} \cdot g_w, \% \quad (8b)$$

Przy porównaniu dwóch tkanin o różnych wypełnieniach poszczególnymi układami zachodzi konieczność zastosowania wskaźnika syntetycznego. Jest nim procentowe wypełnienie obu układami Z_{ow} . W celu wyznaczenia tego wypełnienia można posłużyć się, podobnie jak poprzednio, rysunkiem elementu tkaniny (rys. 5) o powierzchni

$$S_{tk} = BM \cdot BH$$

Powierzchnia pokryta obu układami nitek wynosi

$$S_{ow} = BH \cdot BL + BM \cdot BG - BL \cdot BG$$

Procentowy stosunek obu powierzchni jest wypełnieniem powierzchniowym tkaniny obu układami nitek

$$Z_{ow} = \frac{S_{ow}}{S_{tk}} \cdot 100 = \frac{BH \cdot BL + BM \cdot BG - BL \cdot BG}{BM \cdot BH} \cdot 100, \%$$

Podstawiając $BH = A_w$, $BL = d_o$, $BM = A_o$, $BG = d_w$, otrzymuje się

$$Z_{ow} = \frac{A_w \cdot d_o + A_o \cdot d_w - d_o \cdot d_w}{A_o \cdot A_w} \cdot 100 = \frac{d_o}{A_o} \cdot 100 + \frac{d_w}{A_w} \cdot 100 - \frac{d_o}{A_o} \cdot 100 \cdot \frac{d_w}{A_w} \cdot 100 \cdot \frac{1}{100}$$

Pierwszy wyraz prawej strony równania zgodnie z wyrażeniem (8a) jest równy Z_o , drugi według zależności (8b) stanowi wypełnienie powierzchniowe wątkami Z_w . Ostatni wyraz po pomnożeniu przez 10^{-2} jest iloczynem $Z_o Z_w$. Tak więc ostatecznie otrzymuje się

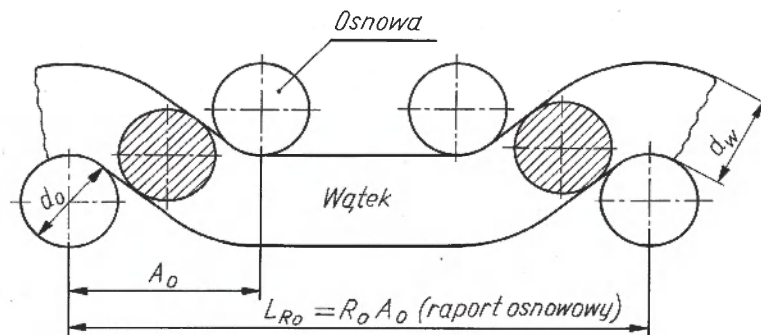
$$Z_{ow} = Z_o + Z_w - \frac{Z_o \cdot Z_w}{100} \quad (9)$$

Powyższy wzór można stosować pod warunkiem, że

$$Z_o < 100 \text{ i } Z_w < 100$$

1.5.3. Wypełnienie tkaniny nitkami

Zapełnienie powierzchniowe dobrze charakteryzuje względną wartość prześwitów. Natomiast nie oddaje specyfiki jej tworzenia, ponieważ nie uwzględnia rodzaju splotu, a więc nie stanowi choćby orientacyjnego wskaźnika rzeczywistych możliwości zagęszczenia w wyrobie poszczególnych układów nitek. I dlatego wprowadzono wskaźnik nazywany wypełnieniem tkaniny uwzględniający obok średnic nitek i ich licznosci również liczbę przejść nitki z jednej strony tkaniny na drugą w raporcie splotu, czyli tzw. liczbę przegięć osnowy lub wątku w raporcie.



Rys. 6. Widok przekroju tkaniny o czteronitkowym raporcie osnowowym i dwuukładowej powierzchni oporu

Poniżej podano zależności pozwalające ocenić wypełnienia tkaniny nitkami, wyprowadzone przy dwóch założeniach:

- powierzchnia oporu tkaniny jest dwuukładowa,
- przekroje nitek są kołowe i nieodkształcalne.

Rozpatrując przekrój tkaniny, np. wzdłuż wątku (rys. 6), można zauważyć, że liniowy wymiar raportu osnowowego wynosi:

$$L_{Ro} = R_o \cdot A_o$$

Liniowe zapelnienie raportu osnowowego obu układami wyniesie

$$L_{ow} = d_o \cdot R_o + d_w \cdot p_w$$

gdzie:

p_w - liczba przegięć jednej nitki wątku w granicach raportu osnowowego.

Przyjęto przy tym, że wymiar liniowy przegięcia nitki, w tym przypadku wątkowej, równa się jej średnicy. Procentowy stosunek tych dwóch wielkości określa wypełnienie tkaniny osnową E_o

$$E_o = \frac{L_{ow}}{L_{Ro}} \cdot 100 = \frac{d_o \cdot R_o + d_w \cdot p_w}{R_o \cdot A_o} \cdot 100, \% \quad (10a)$$

Przeprowadzając analogiczne rozumowanie dla przekroju tkaniny wzdłuż osnowy otrzymuje się procentowe wypełnienie wątkami E_w

$$E_w = \frac{d_w \cdot R_w + d_o \cdot p_o}{R_w \cdot A_w} \cdot 100, \% \quad (10b)$$

gdzie:

p_o - liczna przegięć jednej nitki osnowy w granicach raportu wątkowego.

Przy tkaninie o splocie płóciennym (przedstawionym na rysunku 1) wyrażenia te znacznie upraszczają się, bowiem

$$R_o = R_w = 2, \quad p_o = p_w = 2,$$

a więc

$$E_o = g_o \cdot D \quad (11a)$$

$$E_w = g_w \cdot D \quad (11b)$$

gdzie $D = d_o + d_w$ i nosi nazwę sumy średnic.

Przykład: W celu uwidocznienia różnicy między zapelnieniami a jej wypełnieniem obliczono wartości dla tkaniny o splocie płóciennym, wykonanej z przędzy wełnianej czesankowej cienkowlóknistej.

Parametry tkaniny:

Osnowa -15,6 tex; $g_o = 300/100mm$

Wątek - 27,8 tex; $g_w = 200/100mm$

Obliczenia pomocnicze:

$$d_o = \frac{c_o}{\sqrt{1000}} \sqrt{Tt_o} = \frac{1,27}{\sqrt{1000}} \sqrt{15,6} = 0,16mm$$

$$d_w = \frac{c_w}{\sqrt{1000}} \sqrt{Tt_w} = \frac{1,27}{\sqrt{1000}} \sqrt{27,8} = 0,21mm$$

$$D = d_o + d_w = 0,16 + 0,21 = 0,37mm$$

Zapełnienie tkaniny

$$Z_o = g_o \cdot d_o = 300 \cdot 0,16 = 47,4\%$$

$$Z_w = g_w \cdot d_w = 200 \cdot 0,21 = 42,2\%$$

$$Z_{ow} = Z_o + Z_w - \frac{Z_o \cdot Z_w}{100} = 69,7\%$$

Wypełnienie tkaniny

$$E_o = g_o \cdot D = 300 \cdot 0,37 = 111,0\%$$

$$E_w = g_w \cdot D = 200 \cdot 0,37 = 74,0\%$$

Uzyskane wartości zapełnień dowodzą istnienia dość dużych prześwitów (porów) w tkaninie (duża przewiewność). Natomiast wypełnienie osnową wskazuje na zagęszczenie tą przędzą możliwe tylko dzięki jej odkształceniu.

1.6. Masa tkaniny

1.6.1. Masa powierzchniowa tkaniny

Masa jednego metra kwadratowego tkaniny nosi nazwę masy powierzchniowej M_p . Jest ona sumą mas obu układów nitek, a więc osnowy M_{po} i wątków M_{pw} w 1 m² tkaniny

$$M_p = M_{po} + M_{pw} \quad (12)$$

Poszczególne składniki prawej strony równania są iloczynami rzeczywistej długości wszystkich nitek rozpatrywanego układu L_{rz} i ich masy liniowej Tt

$$M_{po} = L_{rzo} \cdot Tt_o \cdot 10^{-3} = m_o \cdot l_{rzo} \cdot Tt_o \cdot 10^{-3}, g \quad (13a)$$

$$M_{pw} = L_{rzo} \cdot Tt_w \cdot 10^{-3} = m_w \cdot l_{rzw} \cdot Tt_w \cdot 10^{-3}, g \quad (13b)$$

gdzie:

m_o, m_w - liczba nitki osnowy i wątków w tkaninie o wymiarach 1x1 m,

l_{rzo}, l_{rzw} - rzeczywista długość jednej nitki osnowy i wątku w takim płacie tkaniny.

Liczba nitki osnowy i wątków w tkaninie 1x1 m jest określona zależnościami

$$m_o = g_o \cdot 10 \quad (14a)$$

$$m_w = g_w \cdot 10 \quad (14b)$$

Rzeczywistą długość jednej nitki wyznacza się korzystając ze wzorów na wrobienie (równania 2a, 2b)

$$l_{rzo} = l_{po} \left(1 + \frac{w_o}{100}\right) \quad (14c)$$

$$l_{rzw} = l_{pw} \left(1 + \frac{w_w}{100}\right) \quad (14d)$$

ale ponieważ długości pozorne osnowy i wątku $l_{po} = l_{pw} = 1$ m, więc

$$l_{rzo} = 1 + \frac{w_o}{100} = (100 + w_o)10^{-2} \quad (14e)$$

$$l_{rzw} = 1 + \frac{w_w}{100} = (100 + w_w)10^{-2} \quad (14f)$$

Tak więc po podstawieniu wyrażeń (14a) i (14e) do równania (13a), a wyrażeń (14b), (14f) do równania (13b) otrzyma się:

– masa osnowy w 1 m² tkaniny

$$M_{po} = g_o (100 + w_o) Tt_o \cdot 10^{-4}, g / m^2 \quad (15a)$$

– masa wątków w 1 m² tkaniny

$$M_{pw} = g_w (100 + w_w) Tt_w \cdot 10^{-4}, g / m^2 \quad (15b)$$

– masa 1 m² tkaniny, czyli masa powierzchniowa

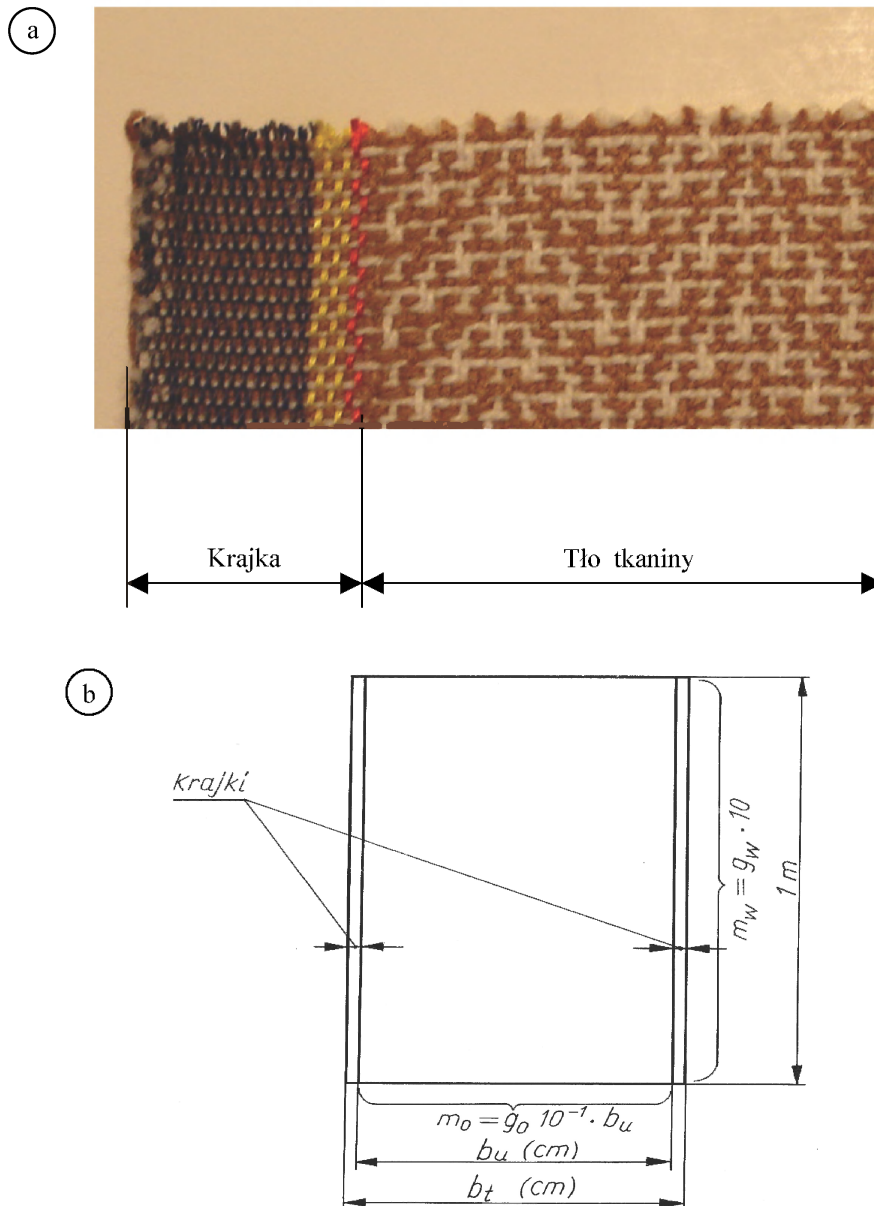
$$M_p = [g_o (100 + w_o) Tt_o + g_w (100 + w_w) Tt_w] 10^{-4}, g / m^2 \quad (16)$$

Parametr, jakim jest masa powierzchniowa tkaniny, stanowi podstawowy element kontroli tkania, zapotrzebowania surowca oraz prawidłowości struktury wyrobu.

1.6.2. Masa liniowa tkaniny

Masa jednego metra nosi nazwę masy liniowej M_l . Tkaniny produkuje się o różnych szerokościach, od 5 mm do 24 m. W większości

przypadków jednorodność struktury wyrobu jest świadomie naruszona w strefie przybrzegowej noszącej nazwę krajki (rys. 7a). Jej celem jest wzmocnienie tej części tkaniny. Osiąga się to bądź przez użycie w krajkę bardziej wytrzymałych nitek osnowowych, bądź przez wzrost ich liczebności lub przez zmianę rodzaju splotu. Szerokość krajek przyjmuje się od 0,5 do 1,5% szerokości tkaniny.



Rys. 7. Tkanina z krajkami:

a) widok fragmentu tkaniny z krajką, b) schemat tkaniny z krajkami

Masa 1m jest sumą mas:

- osnowy między krajkami M_{lo} ,
- wątków M_{lw}
- osnowy w krajkach M_{lkr} .

$$M_l = M_{lo} + M_{lw} + M_{lkr} \quad (17)$$

Dane pomocnicze do obliczenia masy liniowej

Parametr (w odniesieniu do 1 m tkaniny)	Układ		
	osnowa	wątek	osnowa krajek
Liczba nitek	$m_o = g_o \cdot 10^{-1} \cdot b_u$	$m_w = g_w \cdot 10$	$m_{kr} = g_{kr} \cdot 10^{-1} \cdot b_{kr}$
Rzeczywista długość nitki	$l_{rzo} = (100 + w_o)10^{-2}$	$l_{rzw} = b_t \cdot (100 + w_w)10^{-4}$	$l_{rzk} = (100 + w_{kr})10^{-2}$
gdzie: b_t - całkowita szerokość tkaniny w cm, b_{kr} - suma szerokości krajek w cm, $b_u = b_t - b_{kr}$ - szerokość użyteczna tkaniny, cm			

Masa osnowy w 1 m tkaniny wynosi:

$$M_{lo} = m_o \cdot l_{rzo} \cdot Tt_o \cdot 10^{-3} = g_o (100 + w_o) b_u \cdot Tt_o \cdot 10^{-6}, g / m \quad (18a)$$

Masa wątków w 1 m tkaniny wynosi:

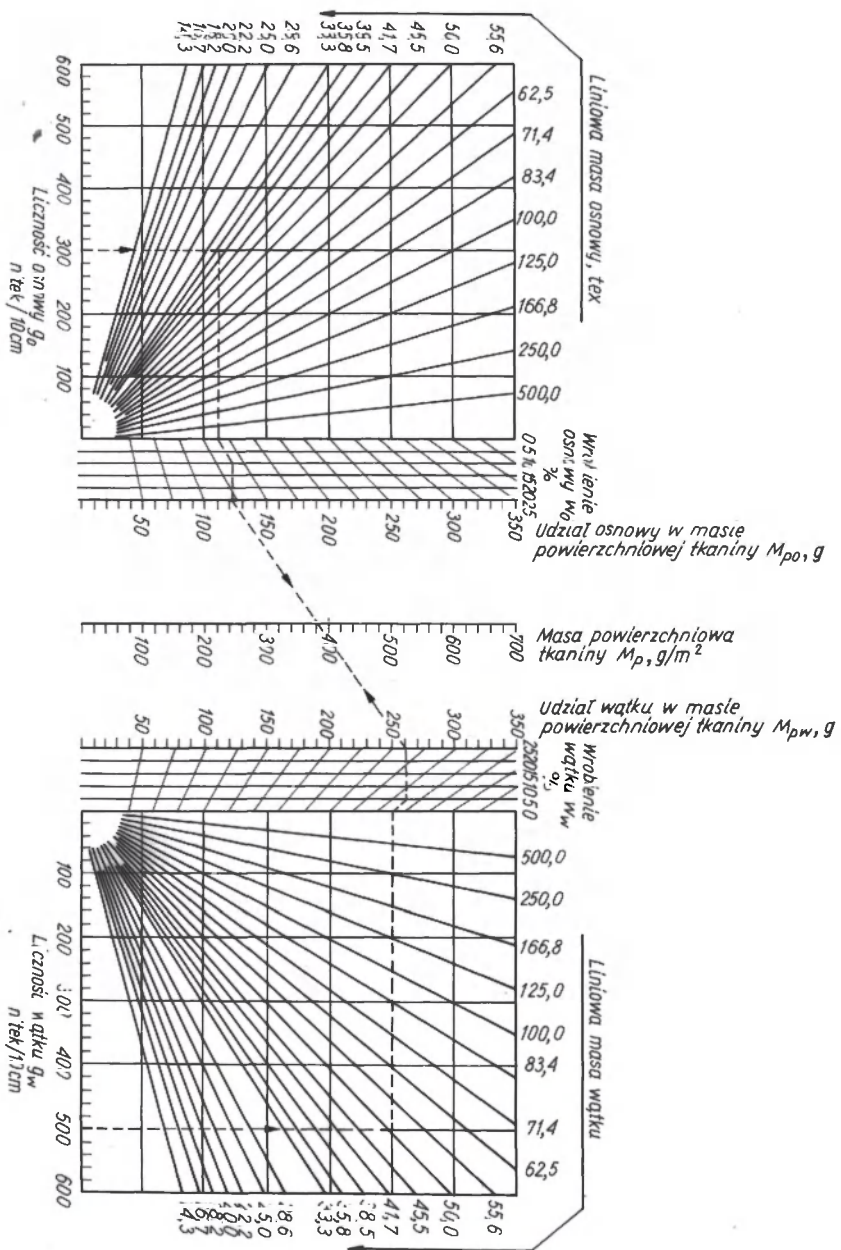
$$M_{lw} = m_w \cdot l_{rzw} \cdot Tt_w \cdot 10^{-3} = g_w (100 + w_w) b_t \cdot Tt_w \cdot 10^{-6}, g / m \quad (18b)$$

Masa osnowy krajek w 1 m tkaniny wynosi:

$$M_{lkr} = m_{kr} \cdot l_{rzk} \cdot Tt_{kr} \cdot 10^{-3} = g_{kr} (100 + w_{kr}) b_{kr} \cdot Tt_{kr} \cdot 10^{-6}, g / m \quad (18c)$$

A więc masa 1 m tkaniny wyrażona będzie wzorem

$$M_l = [g_o (100 + w_o) b_u \cdot Tt_o + g_w (100 + w_w) b_t \cdot Tt_w + g_{kr} (100 + w_{kr}) b_{kr} \cdot Tt_{kr}] \cdot 10^{-6}, g / m \quad (19)$$



Rys. 8. Nomogram do wyznaczania masy powierzchniowej tkanin

2. PODSTAWY GEOMETRII TKANIN

2.1. Modele tkanin

Duża liczba rozwiązań w zakresie tkanin, różniących się zastosowanym surowcem, grubością, strukturą i wrobieniem nitek, splotem oraz wykończeniem uniemożliwia znalezienie w drodze empirycznej ogólnej zależności między parametrami struktury wyrobu. Natomiast celowe jest wprowadzenie modeli do analiz strukturalnych. Można tutaj wyróżnić trzy kierunki ich budowania:

- w pierwszym, nie wnikając w stany napięć, ani nie uwzględniając działających sił zewnętrznych, budowano modele geometryczne w miarę najwierniej oddające obraz rzeczywistej struktury tkaniny (Peirce, Kemp i inni);
- w drugim, opierając się na analizie warunków tworzenia tkaniny i własnościach nitek wchodzących w jej skład, otrzymuje się model mechaniczny (Olofsson, Nosek i inni);
- w trzecim kierunku wykorzystuje się model modułowy pozwalający na sprowadzenie struktury dowolnej tkaniny jednowarstwowej do jedynie czterech form przestrzennych – splotowych modułów, o określonych z kolei własnościach głównie barierowych. Pozwala to na projektowanie w tym obszarze tkanin o określonych własnościach (Szoslund [34], [40]).

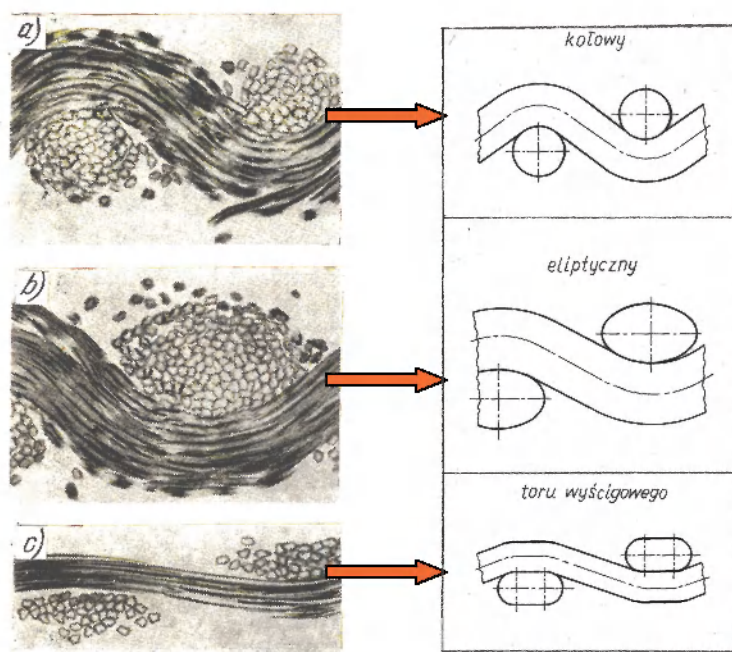
W dalszym ciągu zaprezentowano dwa modele: geometryczne i modułowy.

2.2. Modele geometryczne

Niewątpliwie przydatność modelu geometrycznego jest znacznie skromniejsza niż mechanicznego. Ale z drugiej strony modelowanie statyczne jest w swojej naturze znacznie łatwiejsze i często wystarczające w jakościowej strukturalnej analizie tkaniny. Zachodzi bowiem jedynie konieczność sprowadzenia każdego rozpatrywanego przypadku do prostego studium o odchyleniach od modelu. W ten sposób zyskuje się cenną pomoc przy projektowaniu tkanin oraz interpretacji i segregacji wyników doświadczeń. Należy jedynie w sposób właściwy wybrać sam model.

Na rysunku 9 przedstawiono w pierwszej kolumnie widok rzeczywistych struktur tkanin o splotie płóciennym, w drugiej kolumnie zamieszczono odpowiednie modele najbardziej zbliżone do rzeczywistej geometrii wyrobu.

Ułatwia to opisanie zależności między podstawowymi parametrami struktury tkaniny.



Rys. 9. Widoki rzeczywistych struktur i ich modeli geometrycznych tkanin o splotie płóciennym

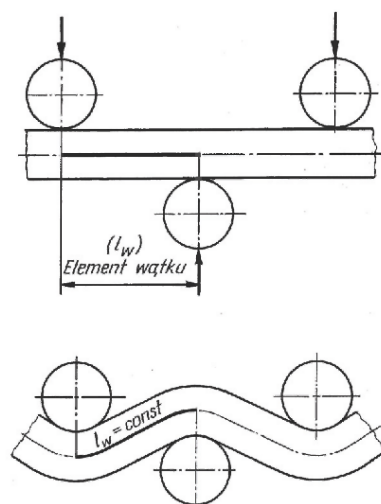
We wszystkich omawianych niżej modelach geometrycznych przyjmowane są następujące założenia:

- nitki nie są poprzecznie odkształcalne i nie ulegają wydłużeniu,
- nitki są idealnie giętke (brak sztywności),
- punkty kontaktu dwóch wzajemnie krzyżujących się nitek są stałe,
- splot tkaniny jest płócienny.

2.2.1. Model Peirce'a

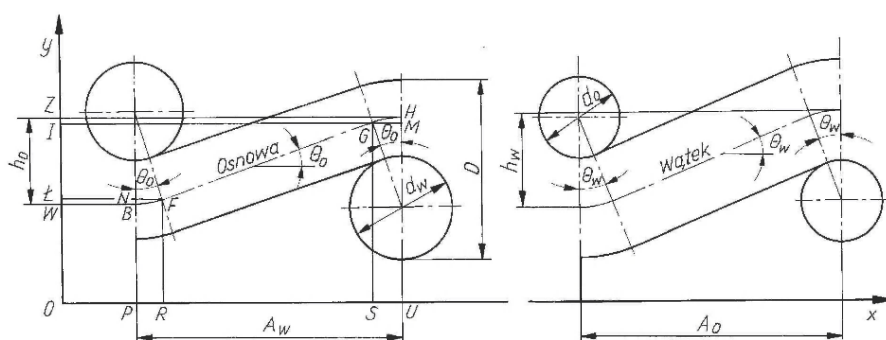
W tym modelu przyjęto założenie, że przekroje nitek są kołowe. Ograniczenie rozważań do splotu płóciennego miało swoje w pełni uzasadnione powody. Po pierwsze większość tkanin jest wytwarzana splotem płóciennym, a po drugie wnioski z takich dociekań dają się zastosować do analizy geometrii bardziej złożonych struktur tkanin.

Nitka wątku przed zamknięciem przesmyku jest wyprostowana i widoczny jest jej odcinek o długości l_w nazywany dalej elementem wątku. W chwilę później ma miejsce kontakt z osnową i wygięcie się obu układów nitek w stopniu uzależnionym od panujących wówczas warunków (rys.10).



Rys. 10. Fazy tworzenia tkaniny o splocie płóciennym

Właśnie według Peirce'a ta długość l_w nie ulega zmianie podczas wszystkich faz tworzenia tkaniny. Analogiczny element osnowy będzie miał długość l_o . Na rysunku 11 przedstawiono rzuty prostopadłe na osie Ox i Oy dwóch wzajemnie prostopadłych przekrojów tkaniny wykonanych wzdłuż podłużnych osi symetrii nitek.



Rys. 11. Rzuty dwóch wzajemnie prostopadłych przekrojów modelu tkaniny o splocie płóciennym

Długość elementu osnowy oceniana wzdłuż osi symetrii nitki równa się sumie długości dwóch łuków $\widehat{BF}$ i $\widehat{GH}$ oraz części prostoliniowej $\overline{FG}$

$$l_o = \widehat{BF} + \overline{FG} + \widehat{GH}$$

Rzut prostopadły osi symetrii elementu osnowy na oś Ox równa się podziałce nitek układu prostopadłego, tj. wątku

$$A_w = PU = PR + RS + SU = NF + RS + GM$$

z kolei

$$NF = GM = 0,5(d_o + d_w) \sin \theta_o = 0,5 \cdot D \cdot \sin \theta_o$$

$$RS = FG \cdot \cos \theta_o = (l_o - 2 \cdot 0,5 D \cdot \theta_o) \cos \theta_o = (l_o - D \cdot \theta_o) \cos \theta_o$$

stąd

$$A_w = D \cdot \sin \theta_o + (l_o - D \cdot \theta_o) \cos \theta_o \quad (20)$$

Rozpatrując drugi przekrój można analogicznie zapisać rzut elementu wątku na oś Ox .

$$A_o = D \cdot \sin \theta_w + (l_w - D \cdot \theta_w) \cos \theta_w \quad (21)$$

Rzut prostopadły osi symetrii elementu osnowy na oś Oy równa się strzałce ugięcia tego układu nitek

$$h_o = ZW = ZI + IE + EW$$

ponieważ

$$ZI = EW = NB = HM = 0,5 D (1 - \cos \theta_o),$$

a

$$IE = (l_o - D \cdot \theta_o) \sin \theta_o,$$

więc

$$h_o = D (1 - \cos \theta_o) + (l_o - D \cdot \theta_o) \sin \theta_o \quad (22)$$

Rozpatrując analogicznie rzut drugiego przekroju można zapisać

$$h_w = D (1 - \cos \theta_w) + (l_w - D \cdot \theta_w) \sin \theta_w \quad (23)$$

W podobny sposób można wyznaczyć dwie dalsze zależności, rozpatrując wrobienia elementów nitek – z zależności (2a) i (2b)

$$w_o = \frac{l_o - A_w}{A_w} \cdot 100, \% \quad (24)$$

$$w_w = \frac{l_w - A_o}{A_o} \cdot 100, \% \quad (25)$$

oraz łatwą do udowodnienia zależność:

$$h_o + h_w = d_o + d_w = D, \quad (26a)$$

którą można zapisać również w następującej postaci:

$$\frac{h_o}{D} + \frac{h_w}{D} = 1 \quad (26b)$$

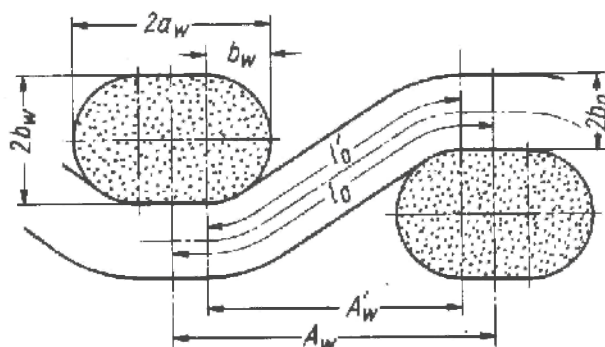
Tak więc powstało siedem równań (wzory od 20 do 26), w których występuje jedenaście zmiennych.

Tablica 4. Parametry struktury tkaniny

Układ	Parametry					D
Osnowa	h_o	θ_o	l_o	A_o	w_o	
Wątek	h_w	θ_w	l_w	A_w	w_w	

2.2.2. Model Kempa

Przyjęto, że przekroje nitek mają postać torów wyścigowych (dwa równoległe odcinki prostych połączone półkami - rys.12). Pozostałe założenia i metoda rzutowania osi symetrii elementów nitek jak dla poprzednio omawianego modelu z kołowymi przekrojami nitek.



Rys. 12. Model Kempa tkaniny o splocie płóciennym

Aby jeszcze skuteczniej wykorzystać zależności Peirce'a, i na ich podstawie zbudowany nomogram, Kemp wprowadził parametry obliczeniowe $A'_w, A'_o, w'_o, l'_o, l'_w$, będące funkcjami parametrów modelu kołowego Peirce'a. Z rysunku 12 łatwo znaleźć, że

$$A_w = A_w - 2(a_w - b_w) \quad (27a)$$

$$l'_o = l_o - 2(a_w - b_w) \quad (27b)$$

$$w'_o = \frac{l_o - A_w}{A_w} \cdot 100 = \frac{l_o - A_w}{A_w - 2(a_w - b_w)} \cdot 100 = \frac{w_o \cdot A_w}{A_w - 2(a_w - b_w)} \quad (27c)$$

Analogicznie można zapisać

$$A_o = A_o - 2(a_o - b_o) \quad (28a)$$

$$l'_w = l_w - 2(a_o - b_o) \quad (28b)$$

$$w'_w = \frac{l_w - A_o}{A_o} \cdot 100 = \frac{w_w \cdot A_o}{A_o - 2(a_o - b_o)} \quad (28c)$$

I teraz dla części tkaniny określonej podziałkami A_o, A_w można w pełni zastosować równania Peirce'a. Założono nadto równowagę powierzchni przekrojów odkształconych nitek:

$$\frac{\pi \cdot d_o^2}{4} = \pi \cdot b_o^2 + 4(a_o - b_o)b_o \quad (29a)$$

$$\frac{\pi \cdot d_w^2}{4} = \pi \cdot b_w^2 + 4(a_w - b_w)b_w \quad (29b)$$

Przyjmując wskaźniki spłaszczenia

$$e_o = \frac{b_o}{a_o}; \quad e_w = \frac{b_w}{a_w}$$

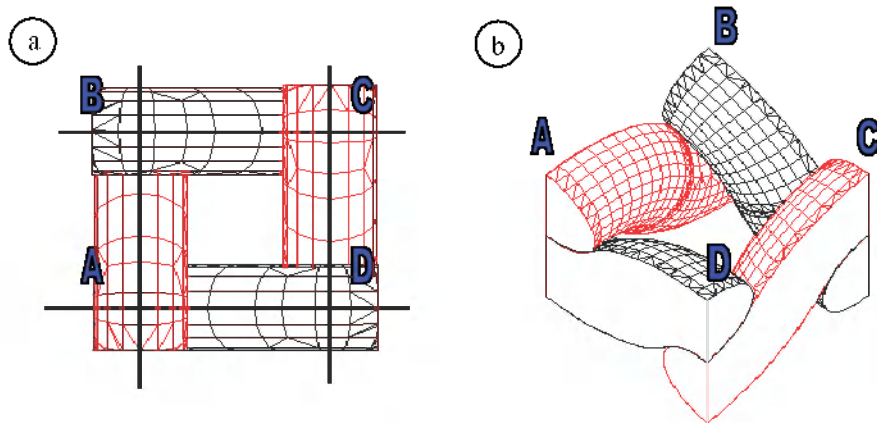
otrzymuje się z równań 29a,b istotne w obliczeniach grubości czy też powierzchni oporu tkaniny, wartości parametrów b_o, b_w .

$$2b_o = d_o \sqrt{\frac{\pi}{\pi + 4\left(\frac{1-e_o}{e_o}\right)}} \quad (30a)$$

$$2b_w = d_w \sqrt{\frac{\pi}{\pi + 4\left(\frac{1-e_w}{e_w}\right)}} \quad (30b)$$

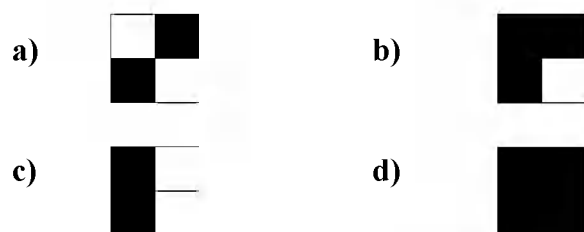
2.3. Model modułowy

Moduł jest najmniejszą, powielaną częścią struktury tkaniny. W splocie płóciennym występuje jeden moduł strukturalny. Jego granice wyznaczają punkty przecięcia osi symetrii nitek A, B, C, D (rys.13).

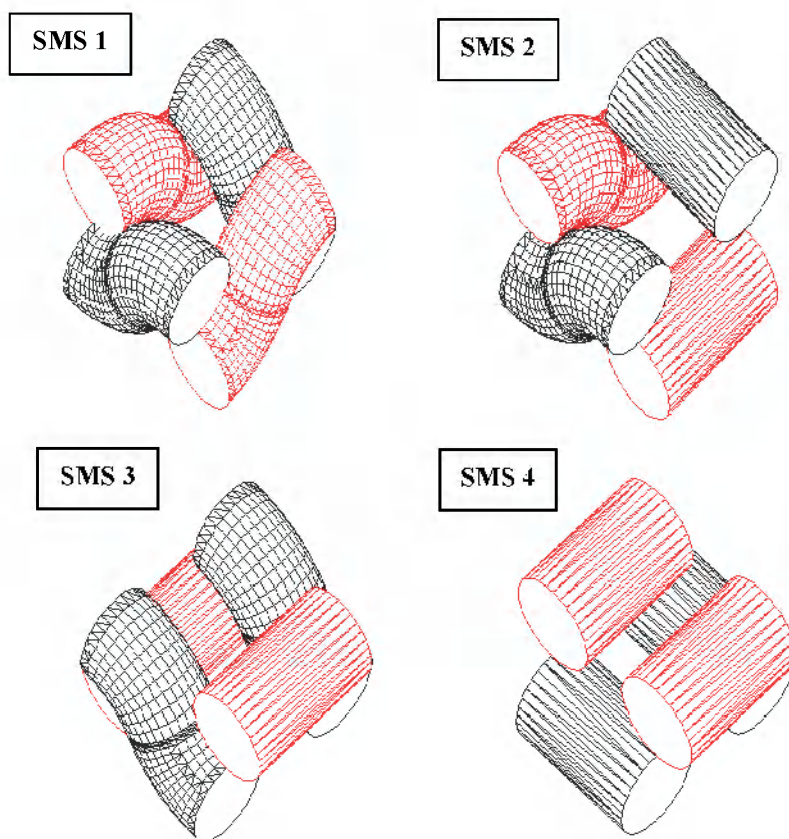


Rys. 13. Splot płócienny: a) widok rzutu prostopadłego raportu splotu płóciennego z zaznaczonymi granicami modułu strukturalnego ABCD, b) rzut skośny wydzielonego modułu strukturalnego

Analiza wszelkich możliwych splotów tkanin jednowarstwowych dowiodła występowanie w nich tylko 4 różnych form modułów strukturalnych. Nazwano je splotowymi modułami strukturalnymi (SMS). Przedstawiono je na rysunkach 14 i 15.

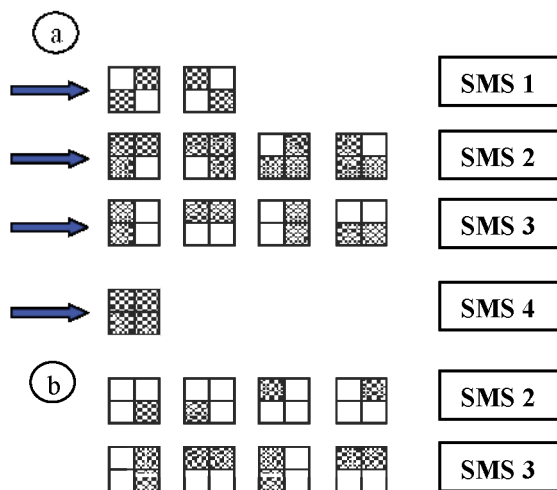


Rys. 14. Splotowe moduły strukturalne (SMS) - notacja tkacka:
a) SMS1, b) SMS2, c) SMS3, d) SMS4



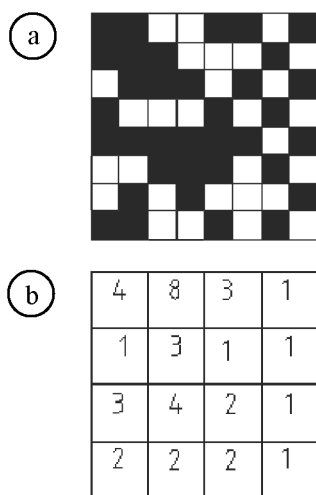
Rys. 15. Splotowe moduły strukturalne (SMS) - widoki rzutów skośnych:
a) SMS1, b) SMS2, c) SMS3, d) SMS4

Zaprezentowane moduły pełnią w tkaninach analogiczną rolę jak atomy różnych pierwiastków w budowie i własnościach materii. Poszczególne moduły, nie zmieniając swojej struktury, mogą zaistnieć w różnych orientacjach przestrzennych, powstałych przez możliwe obroty wokół ich osi głównych. Na rysunku 16 pokazano takie przypadki dla każdego splotowego modułu strukturalnego z rysunku 14.



Rys. 16. Przykłady możliwych orientacji czterech splotowych modułów strukturalnych przy obrotach wokół ich osi pionowej lub poziomej o 90°

Kolejny rysunek przedstawia analizę strukturalną zaprezentowanego splotu. Poszczególnym raportom dwunitkowym przypisano numer splotowego modułu strukturalnego z rys. 14 – bez względu na ich orientację



Rys. 17. Analiza modułowa splotu:

- a) rysunek tkacki splotu,
b) prezentacja rodzajów splotowych strukturalnych modułów splotowych

Orientacja splotowych modułów strukturalnych może odgrywać istotną rolę szczególnie dla barierowych własności tkanin takich jak na przykład przepuszczalność powietrza i skuteczność filtrowania.

2.4. Nomogram Paintera dla modelu Peirce'a tkaniny o splocie płóciennym

Nomogram ten został opracowany dla modelu tkaniny o splocie płóciennym według Peirce'a, ale w wielu przypadkach można go wykorzystywać również dla modelu Kempa.

2.4.1. Budowa nomogramu

Dopiero po 15 latach od chwili opublikowania studium Peirce'a, E.V. Painter opracował nomogram umożliwiający otrzymywanie w szybki sposób wartości poszczególnych parametrów tkaniny. Dokonał on pewnych modyfikacji równań Peirce'a polegających na:

- zmianie parametrów l i h na ich względne wartości $\frac{l}{D}, \frac{h}{D}$;
- przekształceniu otrzymanych przez Peirce'a równań (wzory od 20 do 26) tak, że równania rodzin linii $\frac{l}{D}$ i θ przedstawiono przy zmiennych: w (wrobienie) i $E_{\perp}$ (wypełnienie układem prostopadłym do rozważanego).

Tak więc otrzymano następujące zależności:

$$w = f_1\left(\frac{l}{D}, E_{\perp}\right) \quad (31a)$$

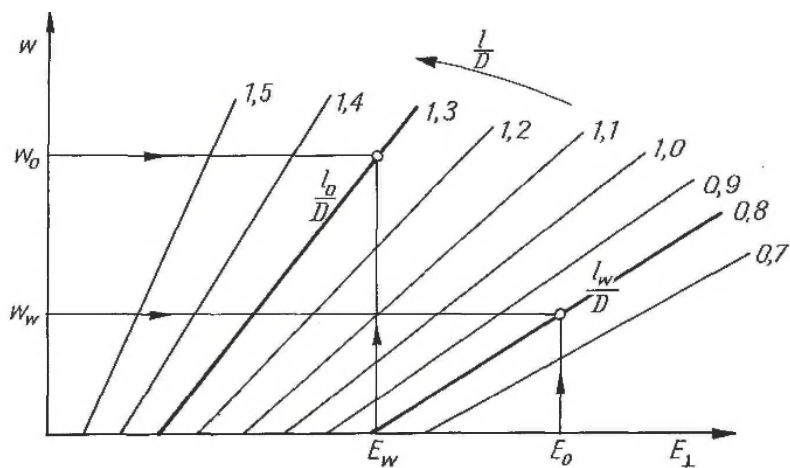
$$w = f_2(\theta, E_{\perp}) \quad (31b)$$

Otrzymane wartości są słuszne dla tkanin o stosunkowo małych wartościach kąta θ . W pozostałych przypadkach błąd może wynieść 5%, ale nie przekracza 10%. Ponadto wykorzystano znalezione przez Peirce'a empiryczne zależności strzałek ugięcia osnowy i wątku od wrobienia i liczności nitek:

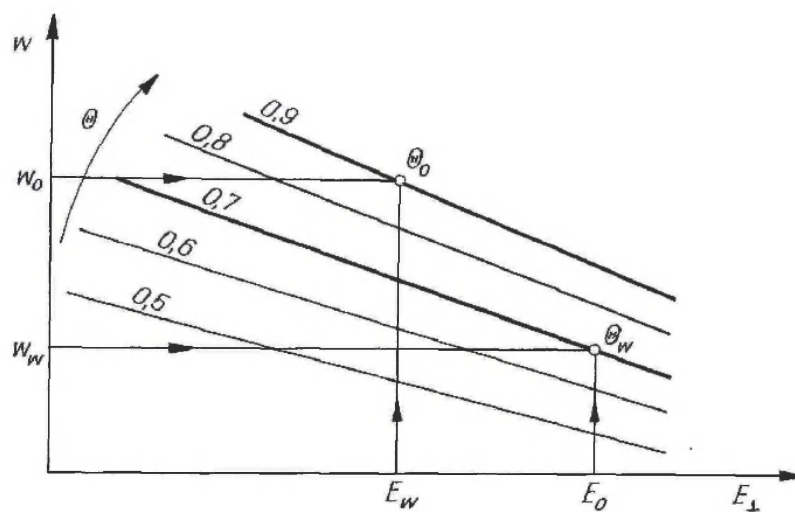
$$h_o \approx \frac{13,6\sqrt{w_o}}{g_w}, mm \quad (32a)$$

$$h_w \approx \frac{13,6\sqrt{w_w}}{g_o}, mm \quad (32b)$$

Stąd symbolicznie zapisuje się również trzecią rodzinę linii:



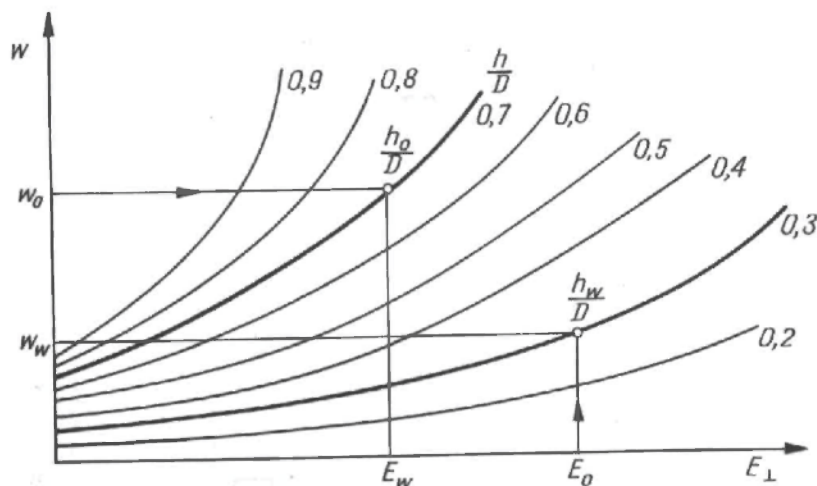
Rys. 18. Rodzina linii l/D



Rys. 19. Rodzina linii θ

$$w = f_3\left(\frac{h}{D}, E_{\perp}\right) \quad (32c)$$

Przyjmując układ współrzędnych w i $E_{\perp}$ i znając np. wrobienie osnowy w_o oraz wypełnienie tkaniny wątkami $E_{\perp} = E_w$, po odłożeniu tych wartości na osiach, znajduje się pozostałe wielkości charakteryzujące układ osnowy, a więc $\frac{l_o}{D}$, $\frac{h_o}{D}$ oraz θ_o . Podobnie znajomość parametrów w_w oraz $E_{\perp} = E_o$ pozwala na wyznaczenie $\frac{l_w}{D}$, $\frac{h_w}{D}$ oraz θ_w .

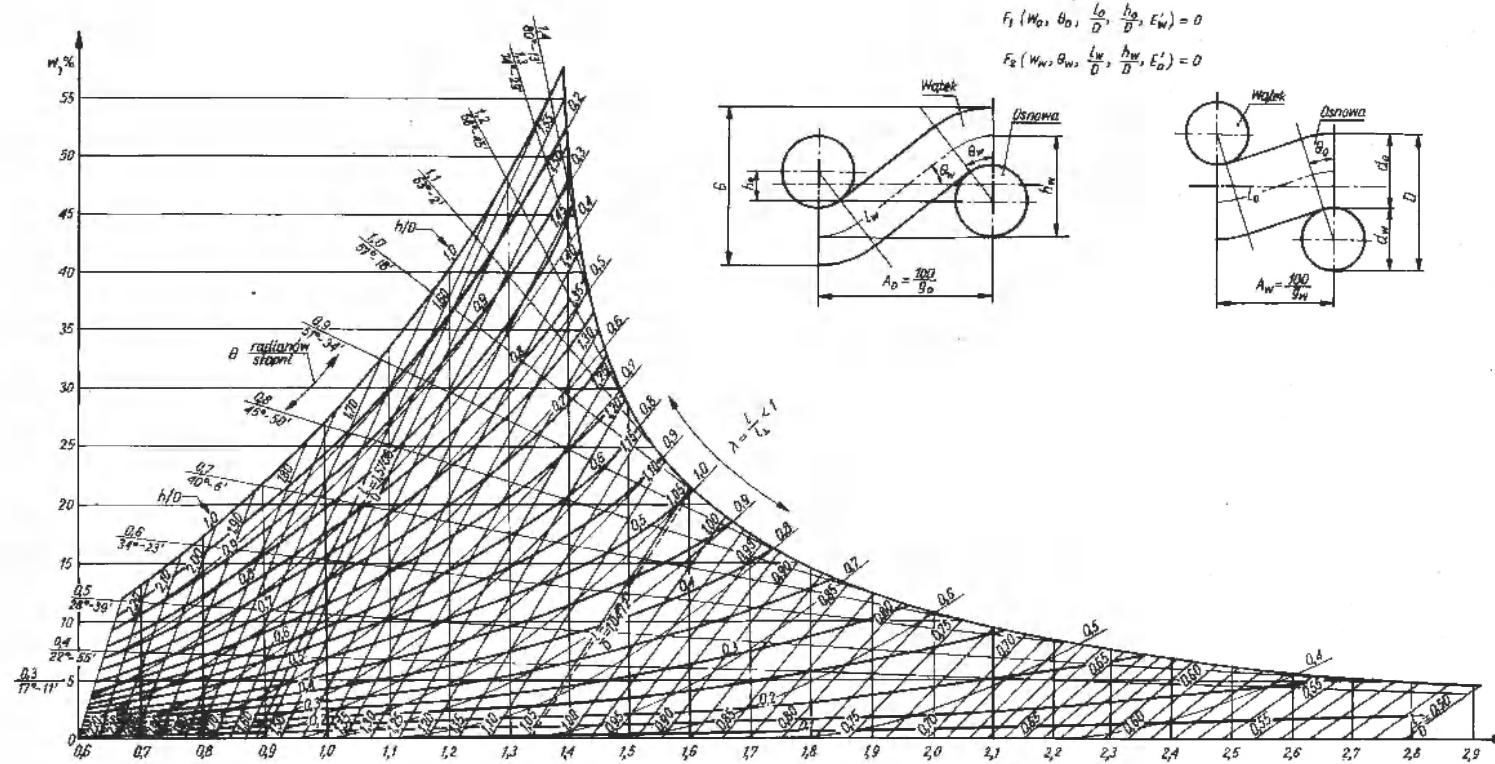


Rys. 20. Rodzina linii h/D

W celu usprawnienia odczytywania szukanych wielkości naniesiono, wykorzystując istnienie jednego układu odniesienia, trzy rodzaje linii na jeden wykres, który jest ostateczną formą nomogramu Pantera (rys. 21). Ograniczony jest on następującymi liniami:

- osią odciętych, na której są odkładane wartości zredukowanych wypełnień $E'_o = 0,01395 g_o \cdot D$ $E'_w = 0,01395 g_w \cdot D$
- osią rzędnych, na której są odkładane wartości wrobień w_o i w_w ,
- linią tzw. struktur granicznych $\frac{h}{D}=1$, która przedstawia przypadki występujące wtedy, gdy jeden z układów jest w tkaninie całkowicie wyprostowany (rys. 2c); wówczas jego strzałka ugięcia równa się 0, a w zależności (26b) wynika, że względna wartość strzałki ugięcia drugiego układu nitki wynosi 1, bowiem zawsze $\frac{h_o}{D} + \frac{h_w}{D} = 1$,
- linią tzw. zakleszczeń, przedstawiającą przypadki występujące wtedy, gdy podczas wrabiania długość odcinka prostoliniowego elementu nitki staje się równa 0, wówczas $l - D \cdot \theta = 0$, stąd $\frac{l}{D} = \theta$.

Tak więc przebieg linii zakleszczeń wyznaczają punkty przecięcia się linii $\frac{l}{D}$ i θ o równych wartościach.



Rys. 21. Nomogram Paintera

2.4.2. Wyznaczanie położenia punktów charakterystycznych dla osnowy i wątku

Na nomogramie Paintera punkty charakterystyczne dla osnowy O i wątku W (rys. 22) dostarczają następujących informacji:

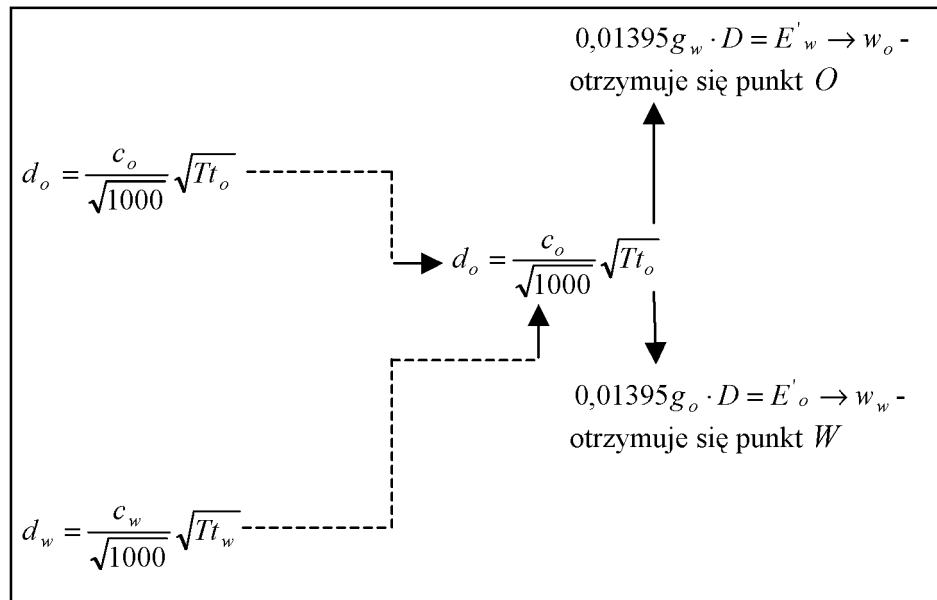
$$\text{Punkt } O: \frac{l_o}{D}, \frac{h_o}{D}, \theta_o, w_o, E'_w = 0,01395 g_w \cdot D$$

$$\text{Punkt } W: \frac{l_w}{D}, \frac{h_w}{D}, \theta_w, w_w, E'_o = 0,01395 g_o \cdot D$$

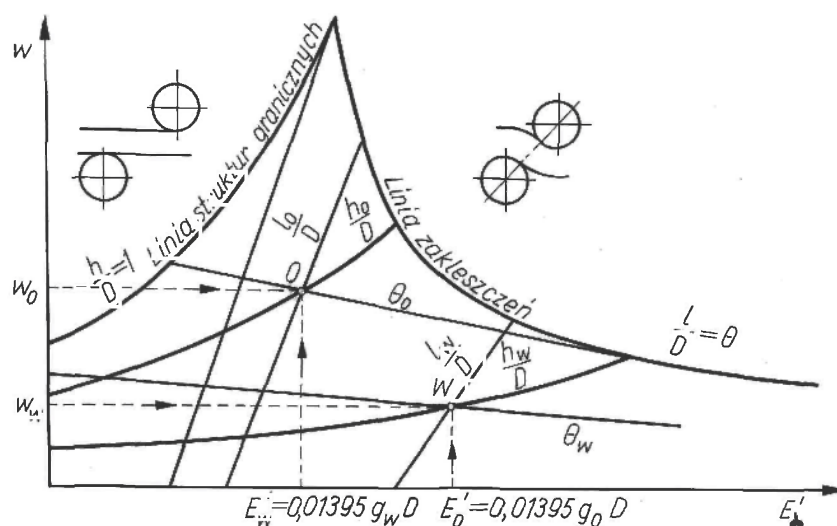
Wyznaczenie położenia tych dwóch punktów charakterystycznych (O, W) jest możliwe, jeżeli są znane dla każdego z układów nitek co najmniej dwa z wymienionych parametrów. Najczęściej, uwzględniając warunki projektowania tkanin lub dane otrzymane w wyniku jej analizy, są do dyspozycji następujące wartości:

$$Tt_o, Tt_w, g_o, g_w, w_o, w_w,$$

Wtedy przyjmuje się postępowanie jak poniżej (rys. 22a)



Rys. 22a. Schemat postępowania dla wyznaczenia położenia punktów charakterystycznych struktury tkaniny o splocie płóciennym wg. modelu Peirce'a



Rys. 22b. Wyznaczanie wartości parametrów struktury modelu Peirce'a tkaniny o splecie płóciennym

Można przyjąć oczywiście inne postępowanie: na podstawie, np. wrobienia wątku w_w i zredukowanego wypełnienia tkaniny drugim układem nitek E'_o wyznacza się punkt charakterystyczny dla wątku W . Odczytuje się względną wartość strzałki ugięcia wątku $\frac{h_w}{D}$. Wykorzystując równanie (26b) można obliczyć

$$\frac{h_o}{D} = 1 - \frac{h_w}{D}$$

Znajomość linii $\frac{h_o}{D}$ oraz odciętej E'_w pozwala określić położenie punktu O charakterystycznego dla osnowy.

Przykład: Dla tkaniny o splecie płóciennym i parametrach podanych poniżej należy znaleźć wartości pozostałych parametrów struktury wyrobu. Współczynnik $c = 1,2$ dla obu układów nitek.

Tablica 5. Parametry struktury tkaniny

Parametry nitek	Osnowa	Wątek
Masa liniowa	27,8 tex	62,5 tex
Liczność	$g_o = 200 \text{ nitek} / 100 \text{ mm}$	$g_w = 150 \text{ nitek} / 100 \text{ mm}$
Wrobienie	$w_o = 15\%$	$w_w = 5\%$

Należy przede wszystkim obliczyć średnice nitek

$$d_o = \frac{c_o}{\sqrt{1000}} \sqrt{Tt_o} = \frac{1,2}{\sqrt{1000}} \sqrt{27,8} = 0,2mm$$

$$d_w = \frac{c_w}{\sqrt{1000}} \sqrt{Tt_w} = \frac{1,2}{\sqrt{1000}} \sqrt{62,5} = 0,3mm$$

$$D = d_o + d_w = 0,5mm$$

Zredukowane wypełnienia tkaniny poszczególnymi układami nitek wyniosą

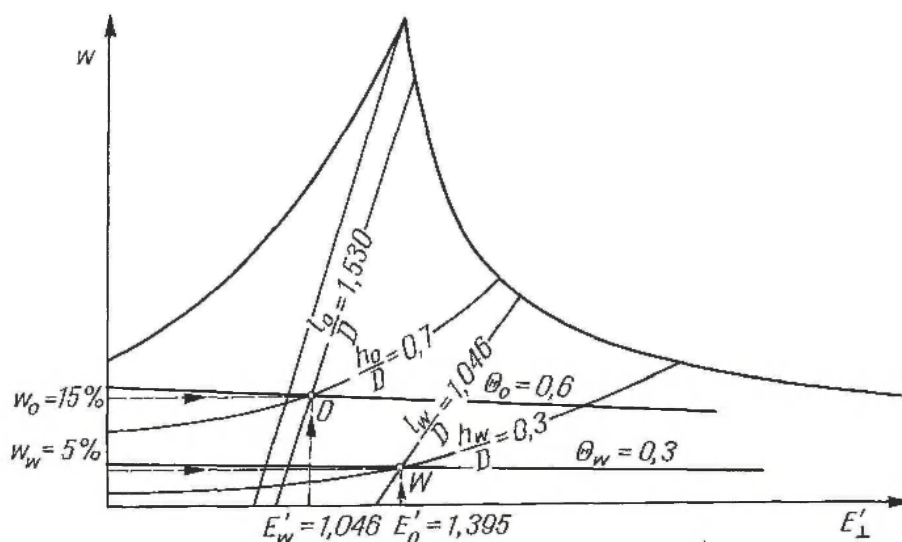
$$E'_o = 0,01395 g_o \cdot D = 0,01395 \cdot 200 \cdot 0,5 = 1,395$$

$$E'_w = 0,01395 g_w \cdot D = 0,01395 \cdot 150 \cdot 0,5 = 1,046$$

Znane wartości wrobień i zredukowanych wypełnień tkaniny pozwalają określić położenie charakterystycznych punktów poszczególnych układów (rys. 23)

$$\left. \begin{array}{l} E'_o = 1,395 \\ w_w = 5\% \end{array} \right\} W, \text{ a stąd odczytuje się } \frac{h_w}{D} = 0,3; \frac{l_w}{D} = 1,046, \theta_w = 0,3rad$$

$$\left. \begin{array}{l} E'_w = 1,046 \\ w_o = 15\% \end{array} \right\} O, \text{ a stąd odczytuje się } \frac{h_o}{D} = 0,7; \frac{l_o}{D} = 1,530, \theta_o = 0,6rad$$



Rys. 23. Wyznaczanie położenia punktów charakterystycznych (O, W) układów nitek modelu Peirce'a struktury tkaniny o splocie płóciennym

Przy nieznajomości wartości jednego z parametrów, np. wrobienia osnowy ($w_o = ?$), wówczas najpierw wyznacza się na nomogramie punkt charakterystyczny dla wątku W i odczytuje się względną wartość strzałki ugięcia wątku

$$\frac{h_w}{D} = 0,3$$

Korzystając z zależności (2.26b) znajduje się względną wartość strzałki ugięcia osnowy

$$\frac{h_o}{D} = 1 - \frac{h_w}{D} = 1 - 0,3 = 0,7$$

Na przecięciu linii $\frac{h_o}{D} = 0,7$ i $E'_w = 0,01395 g_w \cdot D = 1,046$ leży punkt charakterystyczny dla osnowy O , po znalezieniu którego z łatwością można odczytać wartości pozostałych parametrów

$$w_o = 15\%, \quad \frac{l_o}{D} = 1,530 \quad \text{oraz} \quad \theta_o = 0,6rad$$

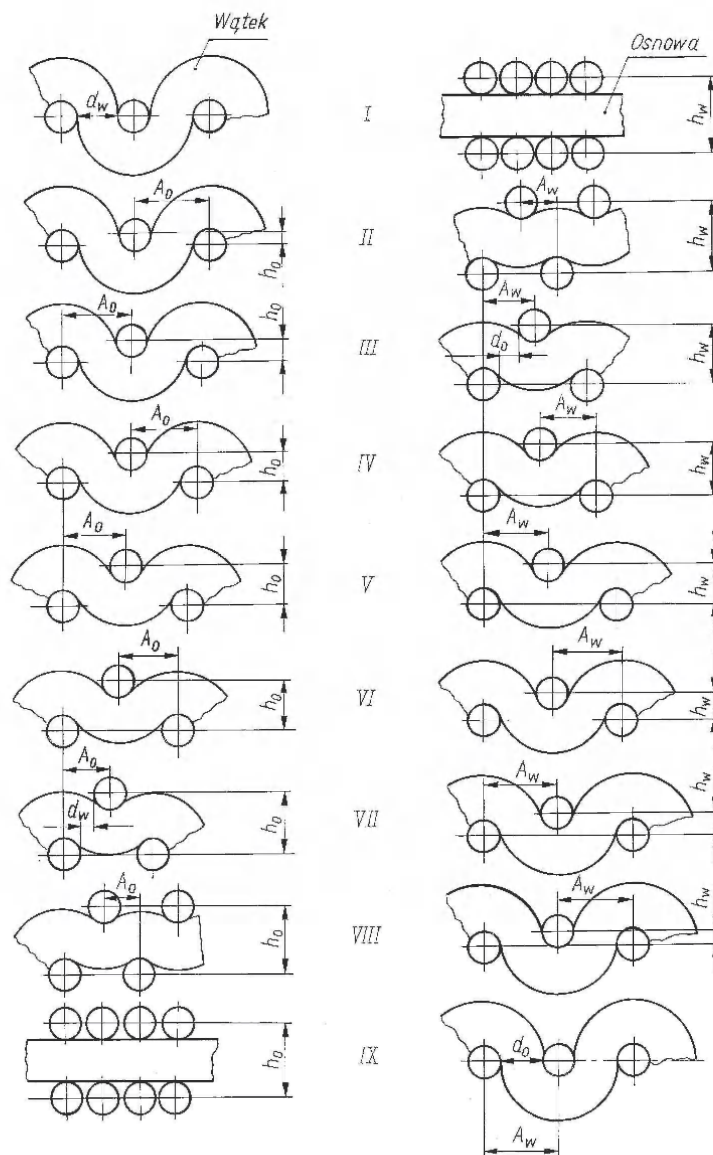
2.5. Zmiany struktury tkanin o splocie płóciennym

2.5.1. Fazy struktury

Rysunek 24 przedstawia przypadki (fazy) struktury tkaniny o splocie płóciennym. Faza pierwsza i ostatnia są graniczne, to znaczy, że jeden z układów nitek ma wrobienie, strzałkę ugięcia i kąt opasania równe zeru, a drugi przybiera maksymalne wartości tych parametrów. W kolejnych fazach strzałki ugięcia h_o i h_w różnią się o $\frac{1}{8}h$ przy $d_o = d_w$. Własności nitek i warunki tkania dają określoną strukturę tkaniny. Ale i podczas wykończania oraz użytkowania mogą następować dalsze zmiany budowy. Wszystkie one przebiegają w granicach nomogramu Paintera.

2.5.2. Jednokierunkowe rozciąganie

Jeśli tkaninę jednokierunkowo rozciągać (rys. 25) wówczas maleje wrobienie układu nitek w kierunku rozciągania, ich strzałka ugięcia i kąt opasania. Rośnie natomiast wrobienie nitek układu prostopadłego, ich strzałka ugięcia i kąt opasania. Zmieniają się licznosci nitek i wymiary tkaniny. Parametrami, których wartości nie zmieniają się, są:



Rys. 24. Przypadki (fazy) struktury tkaniny o splotie płóciennym (No w i k o w):

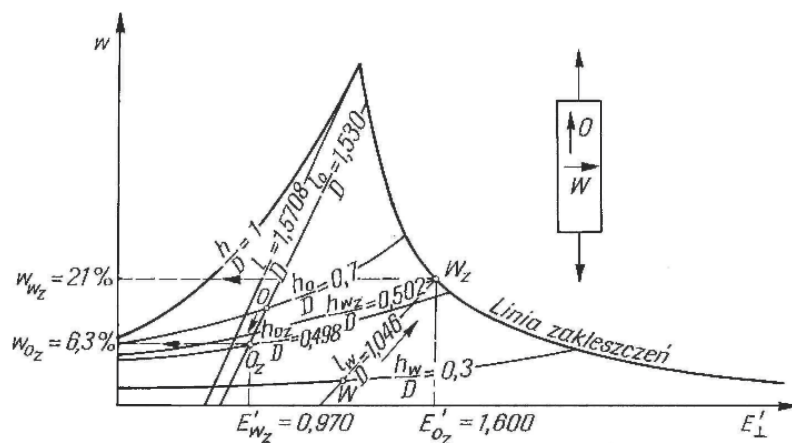
h_o, h_w – strzałki ugięcia nitki osnowy i wątków,

A_o, A_w – podziałki nitki osnowy i wątków

- długości elementów poszczególnych nitki l_o, l_w
- oraz ich średnice d_o, d_w , a więc stała jest również suma średnic D .

Zmiany wartości pozostałych parametrów poszczególnych układów nitki – będą miały przebieg odpowiadający przemieszczaniu się tych punktów wzdłuż linii prostych ($\frac{l_o}{D} = const, \frac{l_w}{D} = const$) w kierunkach uzależnionych od kierunku

rozciągania. A więc, jeśli tkanina jest rozciągana wzdłuż osnowy, to maleje jej wrobienie w_o i wypełnienie układem prostopadłym E'_w i punkt O będzie przesuwiał się w stronę osi odciętych wzdłuż linii $\frac{l_o}{D} = \text{const}$. Natomiast punkt charakterystyczny dla wątku W będzie przesuwiał się w kierunku linii zakleszczeń wzdłuż $\frac{l_w}{D} = \text{const}$ (rys. 25).



Rys. 25. Przebieg zmian parametrów struktury modelu tkaniny o splocie płóciennym przy jednokierunkowym rozciąganiu wzdłuż osnowy

Obszar nomogramu wskazuje granice rozciągania, w czasie którego wymiary nitek nie ulegają zmianie. Zakończone będzie ono wówczas, gdy układ rozciągany zostanie całkowicie wyprostowany, a więc jego punkt charakterystyczny przedstawiający drugi układ osiągnie linię zakleszczeń. Możliwość wystąpienia jednego z tych przypadków ocenia się na podstawie położenia punktów charakterystycznych O i W w stosunku do prostej względnej długości elementu nitki $\frac{l}{D} = 1,5708$, która przechodzi przez punkt przecięcia się

linii zakleszczeń i linii struktur granicznych $\frac{h}{D} = 1$. Jeżeli punkt charakterystyczny układu nitek prostopadłych do kierunku rozciągania leży na linii $\frac{l}{D} = 1,5708$ lub na lewo od niej, to istnieje możliwość osiągnięcia przez niego linii $\frac{h}{D} = 1$, a tzn., że drugi układ rozciągany może być całkowicie wyprostowany i wtedy jego $\frac{h}{D} = 0$ oraz $w = 0$. Ponieważ punkty

charakterystyczne dla obu układów nitek przesuwają się wzdłuż swoich linii $\frac{l}{D} = const$, to znajomość wartości choćby jednego parametru w dowolnej fazie rozciągania umożliwia natychmiastowe znalezienie położenia punktu charakterystycznego dla tego właśnie układu nitek. Wówczas można odczytać względną wartość nowej strzałki ugięcia i korzystając z zależności (26b) znaleźć względną wartość nowej strzałki ugięcia układu prostopadłego. To z kolei pozwala na wyznaczenie położenia drugiego punktu charakterystycznego i ocenę pozostałych wartości parametrów struktury tkaniny. Względna zmiana wymiarów tkaniny w kierunku, np. osnowy, S_o może być rozpatrywana jako zmiana wartości podziałki układu prostopadłego

$$S_o = \frac{A_w - A_{wz}}{A_w} \cdot 100 = \frac{\frac{l_o}{1 + \frac{w_o}{100}} - \frac{l_o}{1 + \frac{w_{oz}}{100}}}{\frac{l_o}{1 + \frac{w_o}{100}}} \cdot 100, \% \quad (34a)$$

stąd

$$S_o = \left(1 - \frac{100 + w_o}{100 + w_{oz}}\right) \cdot 100, \% \quad (34b)$$

lub też

$$S_o = \frac{A_w - A_{wz}}{A_w} \cdot 100 = \frac{\frac{100}{g_w} - \frac{100}{g_{wz}}}{\frac{100}{g_w}} \cdot 100 = \left(1 - \frac{g_w}{g_{wz}}\right) \cdot 100, \% \quad (34c)$$

Dla wątku można zapisać analogicznie

$$S_w = \frac{A_o - A_{oz}}{A_o} \cdot 100 = \left(1 - \frac{100 + w_w}{100 + w_{wz}}\right) \cdot 100, \% \quad (34a)$$

lub też

$$S_w = \frac{A_o - A_{oz}}{A_o} \cdot 100 = \left(1 - \frac{g_o}{g_{oz}}\right) \cdot 100, \% \quad (34b)$$

gdzie:

A_{oz}, A_{wz} - podziałka nitek osnowy, wątków w tkaninie po jej rozciągnięciu lub skurczeniu,

w_{oz}, w_{wz} - wrobienie nitek w tkaninie po jej rozciągnięciu lub skurczeniu,

g_{oz}, g_{wz} - liczność nitek w tkaninie po jej rozciągnięciu lub skurczeniu.

Jeżeli procentowe wartości S_o i S_w są dodatnie, to znaczy, że nastąpił skurcz tkaniny w kierunku rozpatrywanego układu. Wartość ujemna dowodzi, że

nastąpił przyrost długości tkaniny, a więc jej rozciągnięcie. Jeżeli z nowych parametrów tkaniny (tzn. po jej skurczeniu lub rozciągnięciu) znane są na przykład wartość procentowego przyrostu długości tkaniny poddanej rozciąganiu w kierunku osnowy ($S_o < 0$), to znając wrobienie nitek osnowy przed rozciągnięciem można obliczyć wartość tego parametru po rozciąganiu

$$w_{oz} = \left(\frac{100 + w_o}{100 - S_o} - 1 \right) \cdot 100, \%$$

Punkt przecięcia prostej poziomej $w = w_{oz}$ z linią $\frac{l_o}{D} = const$ wyznacza na nomogramie Paintera położenie punktu charakterystycznego O_z dla osnowy po rozciąganiu. Następnie po odczytaniu wartości $\frac{h_{oz}}{D}$ znajduje się z równania (26b) względną wartość strzałki ugięcia dla wątku $\frac{h_{wz}}{D}$, co przy znajomości początkowej wartości $\frac{l_w}{D}$ nie ulegającej zmianie, pozwala na wyznaczenie punktu charakterystycznego W_z dla wątku po rozciąganiu i znalezieniu wartości pozostałych parametrów.

Przykład: Rozpatrzono ponownie tkaninę, której wartości parametrów podano na str. 33. Położenie punktów charakterystycznych dla obu układów przędz na prawo od linii $\frac{l}{D} = 1,5708$ (rys. 23) dowodzi, że bez względu na przyjęty kierunek rozciągania nie można całkowicie rozprostować żadnego z układów nitek, ponieważ nieosiągalna staje się linia $\frac{h}{D} = 1$.

Założono rozciąganie tkaniny w kierunku osnowy, aż do wystąpienia zakleszczenia wątku. Oba punkty charakterystyczne układów przędz będą przesuwaly się po liniach:

- osnowa - punkt O wzdłuż linii $\frac{l_o}{D} = 1,530$ w stronę osi odciętych,
- wątek - punkt W wzdłuż linii $\frac{l_w}{D} = 1,046$ w stronę linii zakleszczeń.

Zgodnie z założeniami punkt W osiągnie linię zakleszczeń, a więc wartości parametrów tego układu odczytuje się na przecięciu się linii $\frac{l_w}{D} = 1,046$ z linią zakleszczeń. Nowe położenie punktu W oznaczono przez W_z i odczytuje się

$$\frac{h_{wz}}{D} = 0,502; \quad w_{wz} = 21\%; \quad E'_{oz} = 1,600$$

Mając te dane oblicza się względną wartość strzałki ugięcia osnowy

$$\frac{h_{oz}}{D} = 1 - 0,502 = 0,498$$

Na przecięciu się tej linii z linią $\frac{l_o}{D} = 1,530$ leży punkt charakterystyczny dla

nowej struktury osnowy O_z , skąd $w_{oz} = 6,3\%$; $E'_{wz} = 0,970$.

Znajomość nowych wartości wypełnień tkaniny po rozciąganiu umożliwia znalezienie nowych wartości liczności nitek

$$g_{oz} = \frac{E'_{oz}}{0,01395D} = \frac{1,600}{0,01395 \cdot 0,5} = 230 / 100mm$$

$$g_{wz} = \frac{E'_{wz}}{0,01395D} = \frac{0,970}{0,01395 \cdot 0,5} = 139 / 100mm$$

Procentowe zmiany wymiarów tkaniny wyniosą:

- w kierunku osnowy

$$S_o = \left(1 - \frac{100 + w_o}{100 + w_{oz}}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{100 + 15}{100 + 6,3}\right) \cdot 100 = -8,0\%$$

lub też

$$S_o = \left(1 - \frac{g_w}{g_{wz}}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{150}{139}\right) \cdot 100 = -8,0\%$$

- dla drugiego kierunku (wątki)

$$S_w = \left(1 - \frac{100 + w_w}{100 + w_{wz}}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{100 + 5}{100 + 21}\right) \cdot 100 = 13\%$$

lub też

$$S_w = \left(1 - \frac{g_o}{g_{oz}}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{200}{230}\right) \cdot 100 = 13\%$$

Tak więc w wyniku zmian struktury tkaniny nastąpił jej skurcz w kierunku wątku o ok. 13% i rozciąg w kierunku osnowy o 8,0%.

Tablica 6. Wartości parametrów struktury tkaniny przed i po jej rozciąganiu

Parametry nitek	Tkanina			
	przed rozciąganiem		po rozciąganiu	
	osnowa	wątek	osnowa	wątek
Średnica	$d_o = 0,2$	$d_w = 0,3$	$d_o = 0,2$	$d_w = 0,3$
Względna wartość strzałki ugięcia	$\frac{h_o}{D} = 0,7$	$\frac{h_w}{D} = 0,3$	$\frac{h_{oz}}{D} = 0,498$	$\frac{h_{wz}}{D} = 0,502$
Strzałka ugięcia	$h_o = 0,35$	$h_w = 0,15$	$h_{oz} = 0,294 \approx 0,25$	$h_{wz} = 0,251 \approx 0,25$

Na podstawie powyższych danych można wykazać, że przed rozciąganiem

$$d_o + h_o = 0,2 + 0,35 = 0,55 \text{ mm} > d_w + h_w = 0,3 + 0,15 = 0,45 \text{ mm},$$

a więc powierzchnia oporu tkaniny była jednoukładowa, osnowowa i jej grubość wynosiła 0,55 mm.

Natomiast po rozciąganiu

$$d_o + h_{oz} = 0,2 + 0,25 = 0,45 \text{ mm} < d_w + h_{wz} = 0,3 + 0,25 = 0,55 \text{ mm},$$

a więc powierzchnia oporu jest nadal jednoukładowa, ale wątkowa, przy niezmienionej wartości grubości tkaniny, ale niewątpliwie różnych własnościach użytkowych wyrobu.

2.5.3. Pęcznienie

Zwilżone włókna pęcznią, a wskutek tego zmieniają się wymiary nitki. Przyrost jej długości jest tak mały, że może być w rozważaniach pominięty, natomiast powiększenie się średnic nitek prowadzi do zmiany struktury tkaniny uwidaczniającej się choćby zmianą wartości wrobień. Tak więc następuje wzrost sumy średnic D , a ponieważ długości elementów nitek pozostają stałe ($l_o = \text{const}$, $l_w = \text{const}$), stąd wniosek, że maleć muszą względne wartości długości ich elementów ($\frac{l_o}{D}$, $\frac{l_w}{D}$).

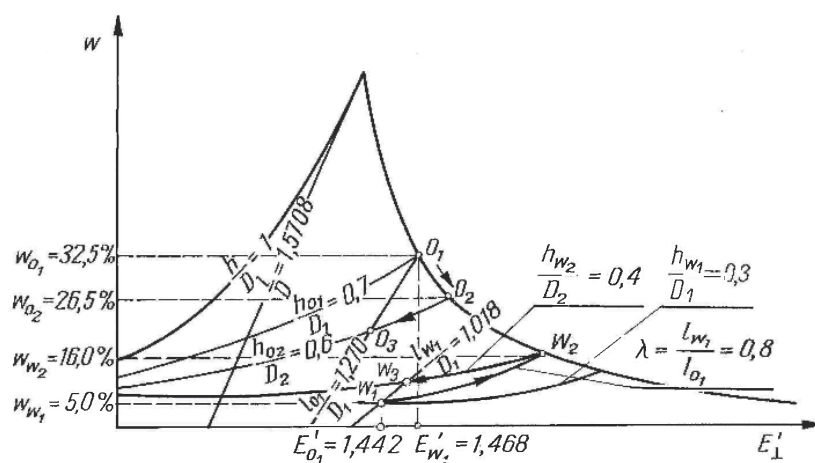
Założono, że jeden układ, np. osnowa jest zakleszczona (punkt O_1 - rys. 26), a układ wątkowy jest określony położeniem punktu charakterystycznego W_1 . Spełniona jest przy tym zależność

$$\frac{h_{o1}}{D_1} + \frac{h_{w1}}{D_1} = 1$$

Po zwilżeniu i pęcznieniu punkt charakterystyczny dla zakleszczonej osnowy będzie się musiał przesuwać po linii zakleszczeń w prawą stronę, tj. w kierunku malejących wartości $\frac{l}{D}$. Równocześnie zmniejszy się wrobienie nitek osnowy.

Świadczy to o wystąpieniu bardzo ciekawego przypadku, kiedy w wyniku pęcznienia nitek ma miejsce przyrost długości tkaniny w jednym z kierunków - wbrew na pozór oczekiwanemu dwukierunkowemu skurczowi.

Natomiast zmiany struktury układu wątkowego będzie obrazowała wędrówka punktu charakterystycznego W_1 wzdłuż linii $\frac{l_{\min}}{l_{\max}} = \lambda$ ($l_{\min}$ będzie mniejszą wartością z pary l_o, l_w), która reprezentuje niezmienny parametr tkaniny i spełnia zależność $\lambda \leq 1$.



Rys. 26. Przebieg zmian parametrów struktury modelu tkaniny o splecie płóciennym przy pęcznieniu

Punkt W_1 będzie przesuwiał się w kierunku linii zakleszczeń, co odpowiada maleniu wartości $\frac{l_{w1}}{D_1}$. Jeżeli pęcznienie nitki trwa nadal, zmiany w układzie wątkowym mogą występować aż do osiągnięcia linii zakleszczeń. Stanowi temu odpowiada konkretna względna wartość strzałki ugięcia wątku $\frac{h_{w1}}{D_1}$. Zgodnie z równaniem (26b) względna wartość strzałki ugięcia osnowy wyniesie

$$\frac{h_{o2}}{D_2} = 1 - \frac{h_{w2}}{D_2}$$

W punkcie przecięcia linii $\frac{h_{o2}}{D_2}$ z linią zakleszczeń otrzymuje się ostateczne położenie punktu charakterystycznego dla układu osnowowego O_2 . Jeżeli tkaninę poddać teraz suszeniu, wówczas następuje malenie średnic obu układów nitek, a zmiany wartości poszczególnych parametrów reprezentować będzie ruch punktów charakterystycznych wzdłuż linii odpowiednio $\frac{h_{o2}}{D_2}$ i $\frac{h_{w2}}{D_2}$, aż do przecięcia się z liniami $\frac{l_{o1}}{D_1}$ i $\frac{l_{w1}}{D_1}$ (punkty O_3 , W_3).

Przykład: Przyjęto, że punkt charakterystyczny dla osnowy O_1 leży na linii zakleszczeń na przecięciu z linią $\frac{h_{o1}}{D_1} = 0,7$ (rys. 26) stąd wartości dalszych parametrów wyniosą

$$E'_{w1} = 1,468; \frac{l_{o1}}{D_1} = 1,270$$

Strukturę układu wątkowego charakteryzuje punkt W_1 , stąd

$$E'_{o1} = 1,442; \frac{l_{w1}}{D_1} = 1,018; \frac{h_{w1}}{D_1} = 0,3$$

Przy pęcznieniu przedz punkt W_1 wędruje wzdłuż linii λ , której wartość wynosi

$$\lambda = \frac{l_{\min}}{l_{\max}} = \frac{l_{w1} : D_1}{l_{o1} : D_1} = 0,8$$

aż do osiągnięcia linii zakleszczeń (punkt W_2). Wówczas wartości poszczególnych parametrów wyniosą

$$\lambda = 0,8; \frac{h_{w2}}{D_2} = 0,4$$

Punkt charakterystyczny dla osnowy, zgodnie z wyżej podanymi rozważaniami będzie przesuwiał się po linii zakleszczeń w prawo, w kierunku malejących wartości $\frac{l}{D}$, aż do osiągnięcia względnej wartości strzałki ugięcia

$$\frac{h_{o2}}{D_2} = 1 - \frac{h_{w2}}{D_2} = 1 - 0,4 = 0,6$$

Przecięcie linii $\frac{h_{o2}}{D_2} = 0,6$ z linią zakleszczeń (punkt O_2) wyznacza możliwe

przemieszczenia się punktu charakterystycznego dla osnowy. W punkcie O_2 jest ta sama wartość $\lambda = 0,8$ co dla układu wątkowego.

Wielkość wrobień nitek przed i po pęcznieniu

Stan	Układ	
	osnowa	wątek
Przed pęcznieniem	32,5%	5,0%
Po pęcznieniu	26,5%	16,0%

Na podstawie tych wartości można obliczyć zmiany wymiarów tkaniny

$$S_o = (1 - \frac{100 + 32,5}{100 + 26,5})100 = -4,6\%$$

$$S_w = (1 - \frac{100 + 5,0}{100 + 16,0})100 \approx 10\%$$

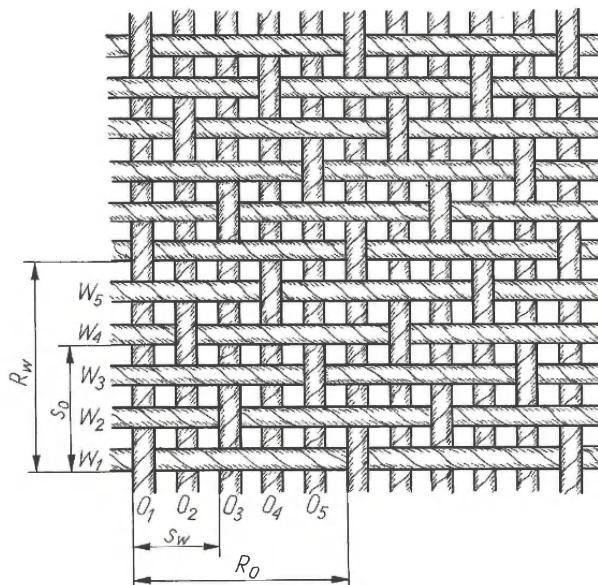
Tak więc w wyniku pęcznienia nastąpił skurcz tkaniny w kierunku wątku o ok.10% i przyrost jej długości w kierunku osnowy o ok. 4,6%.

3. SPLOTY

3.1. Sposoby przedstawiania, parametry i podział

3.1.1. Rysunek tkacki splotu

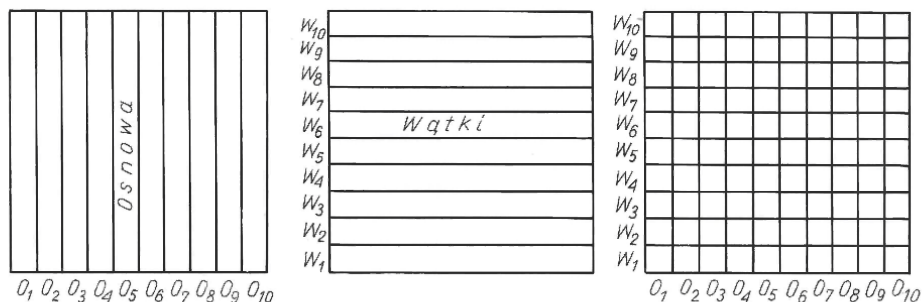
Na rysunku 27 przedstawiono widok splotu zwanego atlasowym, bardziej złożonego od splotu płóciennego (rys.1). Analizując pierwszą nitkę O_1 można łatwo zauważyć, że po pięciu wątkach kolejność przeplatania – jedno pokrycie osnowowe i cztery wątkowe – powtarza się. Tak więc raport wątkowy wynosi 5 ($R_w = 5$). Podobnie rozpatrując pierwszą nitkę wątku W_1 można wyznaczyć raport osnowowy $R_o = 5$.



Rys. 27. Widok tkaniny o splotcie atlasowym

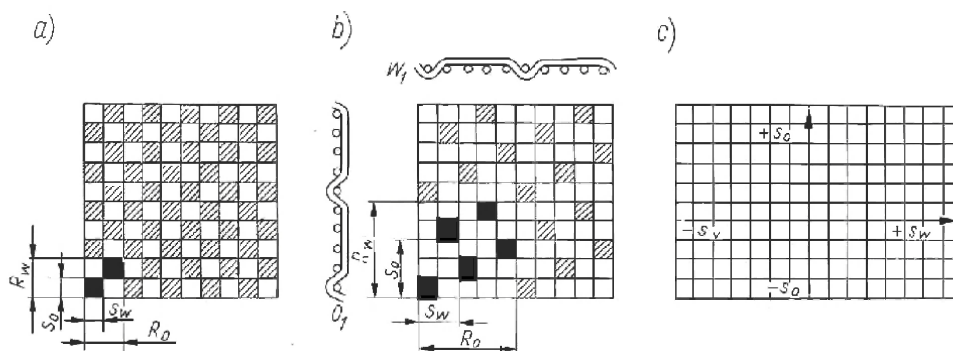
Zaprezentowane przedstawienie wzajemnego przeplatania się nitek jest najbardziej zbliżone do rzeczywistego obrazu powierzchni wyrobu, ale odznacza się małą komunikatywnością i dużą pracochłonnością wykonania. Z tych

powodów zastąpiono je tkackim rysunkiem splotu. Przyjęto, że nitki, wyobrażone jako część powierzchni ograniczonej dwoma sąsiednimi prostymi równoległymi, każdego z układów są usytuowane stycznie jedna do drugiej (rys. 28). Po nałożeniu na siebie takich rysunków obu układów nitek otrzymuje się jedynie ich skrzyżowania. Pokrycia osnowowe zaznacza się polem zamalowanym lub zakreskowanym, wątkowe – pozostawia się pustymi.



Rys. 28. Usytuowanie nitek w tkaninie w rysunku tkackim

Zwykle pokrycia osnowowe w granicach jednego raportu zabarwia się na czarno, a poza raportem na czerwono lub kreskując pod kątem $\frac{\pi}{4}$ rad w stosunku do poziomu. Rysunki tkackie splotów: płóciennego i atlasowego pokazano na rysunku 29.



Rys. 29. Rysunki tkackie splotów:
a) płóciennego, b) atlasowego,
c) względne wartości skoków tych samych przeplotów na sąsiednich nitkach

W celu uproszczenia sporządzania widoków przekrojów tkaniny wzdłuż osnowy lub wątku przyjmuje się zawsze, że układ prostopadły do tego, wzdłuż którego dokonano przekrój ma wrobień równe 0 (rys. 29 b). W ten sposób tkaninę przedstawia się w każdym z kierunków jako wyrób z powierzchnią oporu jednoukładową.

Sploty są wdzięcznym obiektem zapisu i projektowania z wykorzystaniem mikrokomputerów. Jeśli raport obejmuje n nitek osnowy i m wątków można go opisać macierzą W o wymiarach $n \cdot m$. Elementy macierzy są zdefiniowane następująco:

$$W(i,j)= \begin{cases} 1 & \text{- jeżeli w miejscu skrzyżowania } i\text{-tego wątku i } j\text{-tej nitki osnowy występuje pokrycie osnowowe} \\ 0 & \text{- jeżeli występuje pokrycie wątkowe} \end{cases}$$

Rysunek splotu na ekranie monitora otrzymujemy używając następującego prostego algorytmu:

dla $1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$

Warunek	Polecenie we współrzędnych ekranu i, j drukuj
$W(i, j)=1$	
$W(i, j)=0$	

Bardzo łatwo ewentualnie modyfikować uzyskany zapis graficzny splotu odpowiednio korygując elementy macierzy i powtarzając algorytm. Do uzyskania dużej wierności widoku projektowanej tkaniny z jej przyszłym rzeczywistym obrazem wyrobu dobiera się tak moduły obu osi współrzędnych, aby odpowiadały liczebności osnowy i wątków. Można również przez zmiany w algorytmie uwzględniać barwy nitek, aby uzyskać barwny wzór tkaniny.

3.1.2. Parametry splotu

W rozdziale 1 dla tkaniny o splotcie płóciennym podano takie parametry jak:

- raport osnowy R_o i wątkowy R_w ,
- liczbę przegięć nitki każdego z układów w granicach raportu p_o, p_w .

W celu dokładniejszego scharakteryzowania sposobu przeplatania wprowadza się dodatkowo pojęcie skoku (rys. 29) :

- skok osnowowy s_o , który wskazuje o ile nitek wątku jest oddalone analogicznie do rozpatrywanego pokrycie na następnej nitce osnowy,
- skok wątkowy s_w określający przesunięcie tego samego pokrycia na dwóch sąsiednich nitkach wątku.

Wartości skoku podaje się ze znakiem + lub – w zależności od zwrotu (rys. 29c). Podstawowymi parametrami splotu są więc:

$$R_o, R_w, s_o, s_w, p_o, p_w$$

W większości przypadków wystarcza znajomość pierwszych czterech.

3.1.3. Oznaczania splotów

Rysunkowe przedstawienie splotu, nawet w postaci uproszczonej, jest czynnością czasochłonną, a ponadto wyklucza szybkie ustne porozumienie się odnośnie jego budowy. Dlatego wprowadzono symboliczne oznaczenie cyfrowo-literowe dla splotów strukturalnie prostszych. Składa się ono przede wszystkim z wyróżnika raportu, który wskazuje liczby kolejnych pokryw osnowowych (nad kreską) i wątkowych (pod kreską) dla pierwszej nitki wątku W_1 . Tak więc jego budowa jest następująca $\frac{n}{m}$, a dla bardziej rozbudowanych splotów

$$\frac{n_1 \quad n_2 \quad \cdots \quad n_k}{m_1 \quad m_2 \quad \cdots \quad m_k}$$

Jeżeli suma kolejnych pokryw osnowowych ($n_1 + n_2 + \cdots + n_k$) jest większa od wątkowych, to splot nosi nazwę osnowowego lub ciężkiego, a w przeciwnym przypadku wątkowego lub lekkiego. Gdy sumy te są równe, wówczas splot jest dwustronny. Zawsze jednak

$$n_1 + m_1 + n_2 + m_2 + \cdots + n_k + m_k = R_o.$$

Za wyróżnikiem podaje się w nawiasie wartość – lub kolejne wartości, jeżeli są różne – skoku wątkowego, oczywiście wtedy, gdy poszczególne nitki wątku w raporcie mają ten sam porządek występowania pokryw.

Dla pewnych splotów przewidziano, w celu podkreślenia ich charakteru lub uproszczenia zapisu wartości skoku, pewne odstępstwa od powyższej zasady. Niektóre podano w następnych rozdziałach.

3.1.4. Podział splotów

Dążność do uatrakcyjnienia wyglądu tkaniny, nadania jej lepszych własności użytkowych prowadzi do tworzenia coraz to nowych rozwiązań strukturalnych. Powstała ogromna liczba różnorodnych splotów. Podejmowane są próby ich podziału według różnych zasad. Biorąc pod uwagę strukturę i wygląd można wyodrębnić pięć grup splotów:

- zasadnicze;
- pochodne zasadniczych;
- modyfikowane i zestawne;
- złożone;
- gazejskie.

3.2. Sploty zasadnicze

3.2.1. Definicja

Sploty należące do tej grupy muszą spełniać następujące warunki:

- raport osnowowy i raport wątkowy powinny być sobie równe $R_o R_w$;
- poszczególne rodzaje skoków powinny mieć wartości stałe w obrębie raportu: $s_o = const, s_w = const$;
- wyróżnik splotu może mieć budowę $\frac{1}{m}$ lub $\frac{n}{1}$, co oznacza, że każda nitka w obrębie raportu powinna mieć tylko jedno pokrycie różniące się od pozostałych ($p_o = p_w = 2$).

Równocześnie spełniony jest warunek, że $1 + m = R$ lub $n + 1 = R$. Istnieją trzy podgrupy splotów zasadniczych:

- płócienny,
- skośne,
- atlasowe.

3.2.2. Splot płócienny

Widok powierzchni tkaniny o splocie płóciennym pokazuje rys. 1, a jego symboliczne, graficzne przedstawienie – rys. 29a. Parametry splotu płóciennego mają następujące wartości:

$$R_o = R_w = 2, s_o = s_w = 1, p_o = p_w = 2$$

Oznaczenie tego splotu przyjmuje postać $\frac{1}{1}$. Wyraża to, że na pierwszej nitce wątku występują kolejno: jedno pokrycie osnowowe i jedno wątkowe. Wartość skoku wątkowego równa jedności upoważnia do opuszczenia tej liczby za wyróżnikiem.

Tkaniny o splocie płóciennym mają powierzchnię gładką, równomierną, bez jakichkolwiek charakterystycznych zgrupowań pokryć. Przy takich samych masach liniowych i licznosciach nitek wypełnienie przy splocie płóciennym jest największe. Wynika to z faktu występowania możliwie maksymalnej liczby przygięć nitek osnowy i wątku. Ta okoliczność, mająca swoje odbicie w walorach użytkowych, obok prostoty sterowania nicielniami spowodowała, że największa ilość tkanin jest wytwarzana tym splotem.

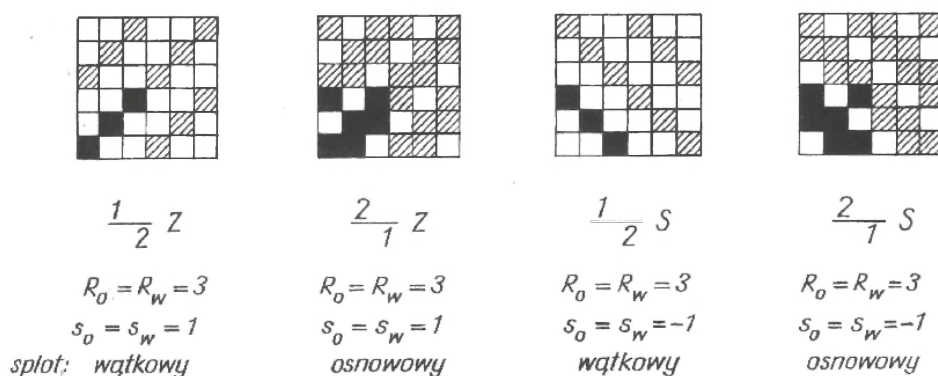
3.2.3. Sploty skośne

Sploty należące do tej grupy spełniają następujące warunki:

$$R_o = R_w \geq 3, s_w = 1 \text{ lub } -1$$

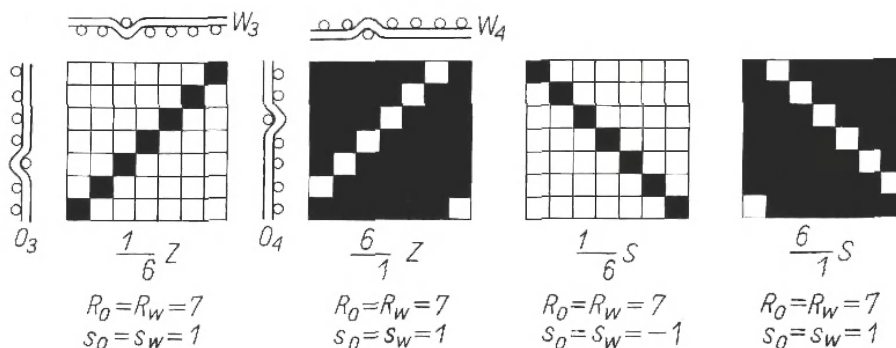
Wartość skoku wątkowego równa jedności, przy raportach większych od 2, powoduje wystąpienie zgrupowań pokryw (rządków) wzdłuż linii biegnących skośnie na powierzchni tkaniny. Stąd nazwa tego rodzaju przeplatania i uwidocznienie tej cechy w zapisie skoku.

Gdy $s_w = 1$, podaje się za wyróżnikiem zamiast wartości skoku symbol Z , gdy $s_w = -1$, podaje się zamiast wartości skoku symbol S . Na rysunku 30 przedstawiono wszystkie możliwe rozwiązania w zakresie najmniejszego raportu trzynitkowego. W przypadku, gdy $s_w = -1$, przyjęto rysować splot od dolnego prawego rogu. Budowa wyróżnika może być dwojaka $\frac{1}{2}$ lub $\frac{2}{1}$. W pierwszym przypadku otrzymuje się sploty wątkowe, a w drugim osnowowe.



Rys. 30. Zasadnicze sploty skośne trzynitkowe

Rysunek 31 przedstawia wszystkie możliwe rozwiązania strukturalne przy raporcie siedmionitkowym. Dla pierwszego przykładu podano widok przekrojów wzdłuż trzeciej, a dla drugiego - wzdłuż czwartej nitki osnowy i wątku.



Rys. 31. Zasadnicze sploty skośne siedmionitkowe

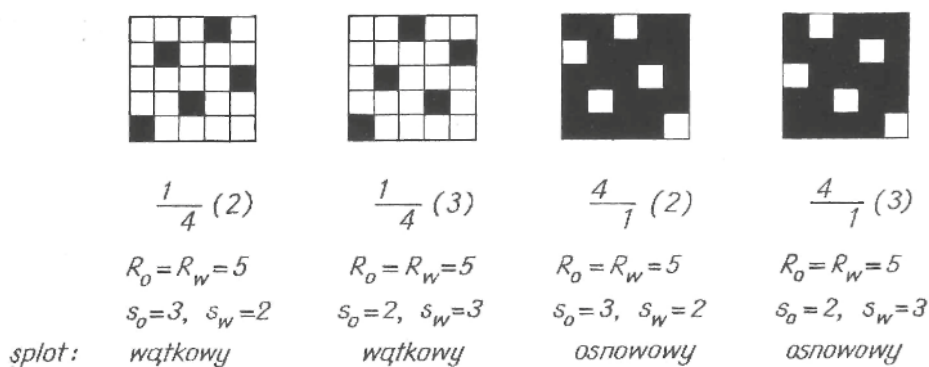
W przypadku splotów skośnych lewa strona tkaniny, będąca negatywem strony prawej, ma odmienny kierunek rzędków i oczywiście inny rodzaj pokryć będących w przewodzie. Uwaga ta jest szczególnie istotna przy splotach skośnych osnowowych, gdzie w celu poprawy warunków pracy krosna można wytwarzać tkaninę o splocie wątkowym (pozwala to na podnoszenie mniejszej liczby nicielnic).

3.2.4. Sploty atlasowe

Sploty należące do tej grupy spełniają następujące warunki:

- $R_o = R_w \geq 5$
- $1 < s_w < R - 1$
- ułamek $\frac{R}{s_w}$ jest nieskracalny.

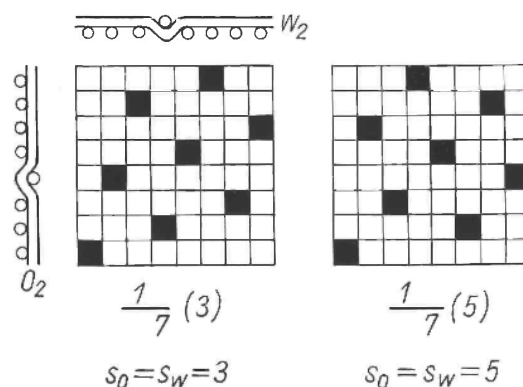
Na rysunku 32 przedstawiono wszystkie możliwe rozwiązania w zakresie najmniejszego raportu pięcionitkowego. Z drugiego warunku wynika, że wartość skoku wątkowego jest zawarta między 1 a 4, a więc może wynosić jedynie 2 lub 3. Obie liczby spełniają również trzeci warunek, bowiem $5/2$ i $5/3$ są ułamkami nieskracalnymi.



Rys. 32. Zasadnicze sploty atlasowe pięcionitkowe

Cechą charakterystyczną tych splotów jest brak punktów styczności między pokryciami występującymi w mniejszości oraz stosunkowo długie nieprzeplecione odcinki nitek. Dzięki temu powierzchnia tkanin jest równomierna i bardzo gładka. Gładkość powierzchni może być spotęgowana zastosowaniem nitek z jedwabiu naturalnego i sztucznego.

W atlasach istnieje możliwość wystąpienia takiego przypadku, gdzie wartości skoków wątkowego i osnowowego będą równe. Sploty takie otrzymują nazwę kwadratowych (np. rys. 33).



Rys. 33. Zasadnicze sploty atlasowe ośmionitkowe, kwadratowe

3.3. Sploty pochodne zasadniczych

3.3.1. Pochodne splotu płóciennego

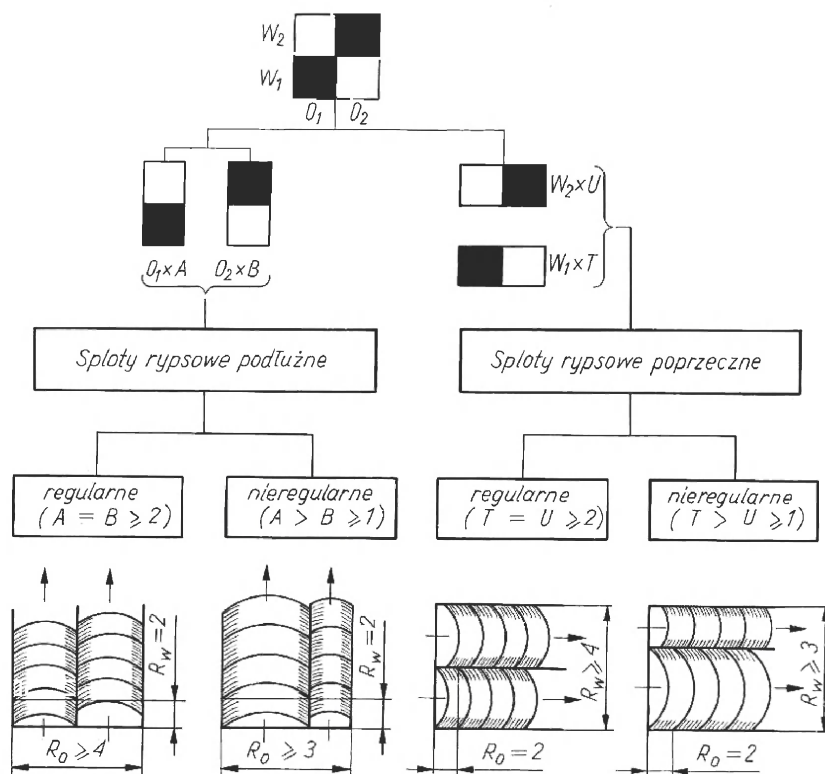
Pierwsze pochodne - sploty rypsowe

Sploty te są tworzone przez uwielokrotnienie tę samą (rypsy regularne) lub różną liczbę razy (rypsy nieregularne) obu nitek jednego z układów w raporcie splotu płóciennego. W wyniku takiego postępowania pojawiają się długie nieprzeplecione odcinki (żebra) ułożone równolegle w postaci prążków na powierzchni wyrobu. Jeżeli układem uwielokrotnionym była nitka osnowy, to rypsy noszą nazwę podłużnych, bowiem prążki mają kierunek wzdłuż tkaniny. Jeżeli układem uwielokrotnionym był wątek, powstają rypsy poprzeczne z poprzecznie usytuowanymi prążkami (rys. 34).

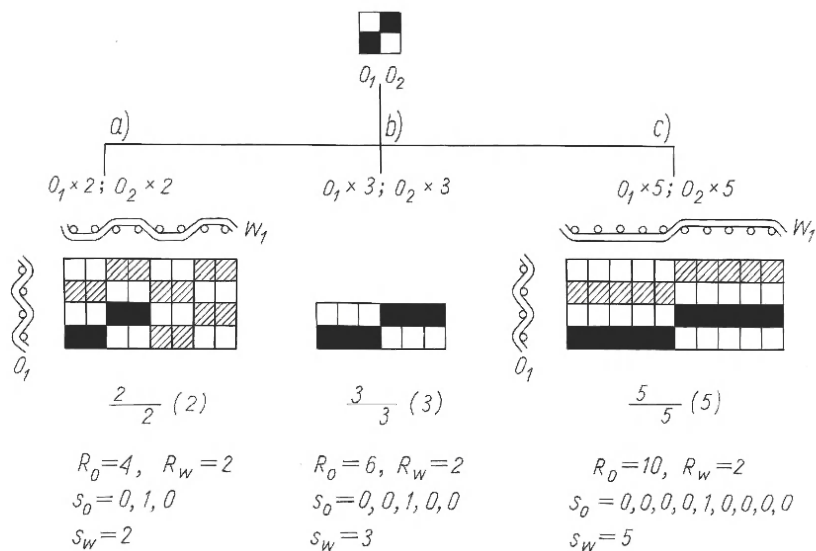
Każdy tak otrzymany splot jest dwustronny. Ponadto jeden z jego raportów (R_w lub R_o) jest zawsze równy 2, a więc sposób przeplatania jednego układu nitek jest taki sam jak w splocie płóciennym, co stanowi istotną cechę przejętą od splotu pierwotnego.

Sploty rypsowe podłużne

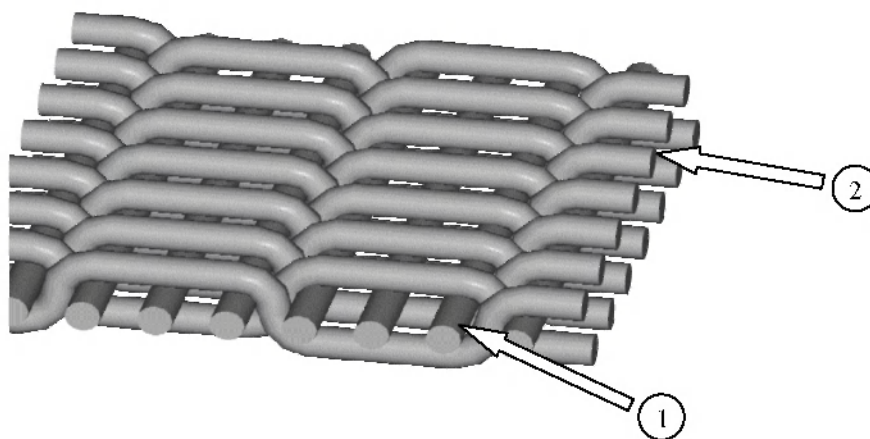
Najmniejszy raport osnowowy splotu rypsowego regularnego wynosi 4 ($R_o = 4$). Wówczas bowiem obie nitki osnowy w raporcie splotu płóciennego zostają uwielokrotnione najmniejszą liczbą razy, tj. dwa. Taki przypadek przedstawiono na rys. 35 a. W miarę zwiększania wielkości raportu osnowowego zwiększa się długość zebra tworzonego przez wątek (rys. 35 b,c).



Rys. 34. Sposób tworzenia i podział splotów rypсовych

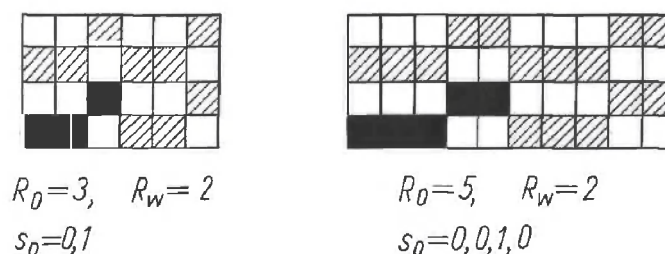


Rys. 35. Tworzenie splotów rypсовych podłużnych, regularnych:
a) czteronitkowy, b) sześcionitkowy, c) dziesięcionitkowy



Rys. 36. Wirtualny model struktury tkaniny o splocie rypсовym sześciokowym wg rysunku 30b: 1- nitki osnowy, 2 - wątki

Na rysunku 37 pokazano przykłady rypсов nieregularnych. Najmniejszy z nich ma raport osnowowy równy 3 ($R_o = 3$). Dla tych splotów nie można podać oznaczenia symbolicznego, ponieważ porządek występowania pokryć dla obu nitek wątku w raporcie jest różny.



Rys. 37. Sploty rypсовe podłużne nieregularne

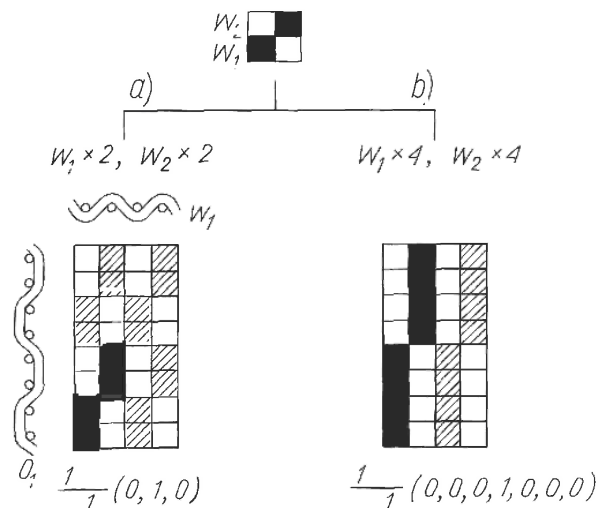
Sploty rypсовe poprzeczne

Najmniejszy raport wątkowy splotu regularnego wynosi 4 ($R_w = 4$), a raport osnowowy zawsze będzie równy 2 ($R_o = 2$) (rys. 37a). Żebra tworzą tu nitki osnowy. W miarę zwiększania raportu wątkowego powiększa się długość żebra tworzonego przez wątek (rys. 37b). Na rysunku 38 pokazano rypsy poprzeczne nieregularne.

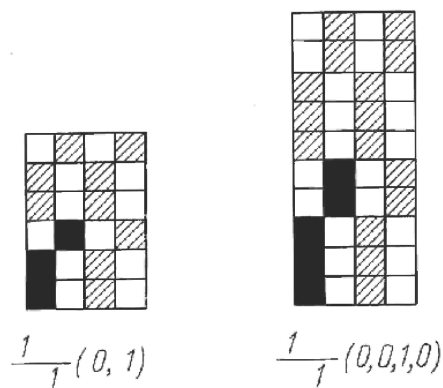
Drugie pochodne - sploty panamowe

Sploty te powstają analogicznie jak rypsy, z tym, że dla nich splotem wyjściowym, pierwotnym, jest właśnie rypс. Dlatego można je uznawać za drugie pochodne splotu płóciennego.

Na rysunku 40 a przedstawiono ryps podłużny regularny. Po uwielokrotnieniu w jego raporcie obu nitek wątku dwa razy otrzymuje się strukturę będącą przykładem najmniejszego regularnego splotu panamowego (rys. 40b). Podobnie przedstawia się sytuacja, gdy jako splot pierwotny przyjąć, znacznie większy, raport splotu rypsowego, na przykład $\frac{4}{4}$ (4) (rys. 40c).

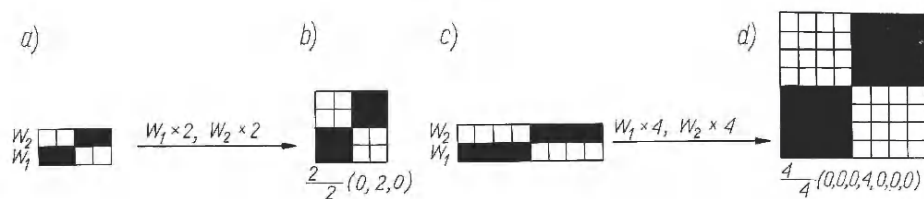


Rys. 38. Tworzenie splotów rypсовych poprzecznych regularnych:
a) czteronitkowy, b) ośmionitkowy

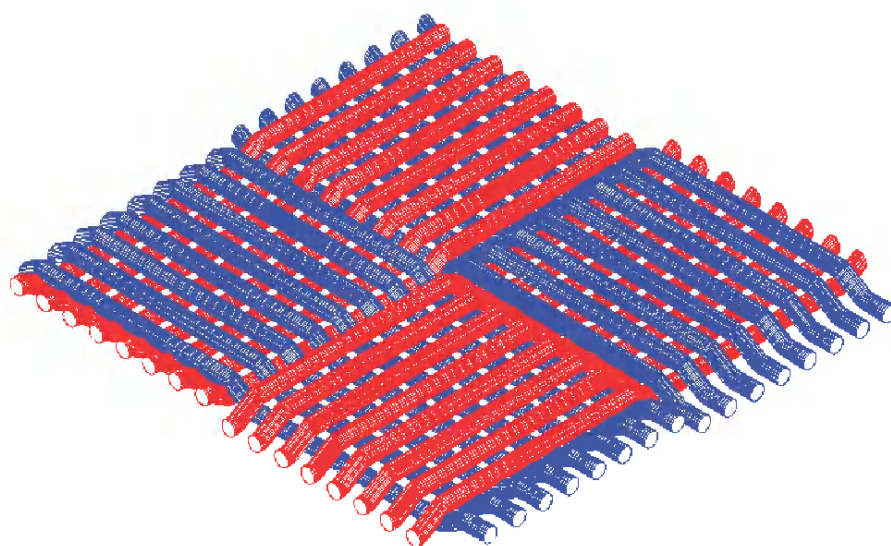


Rys. 39. Sploty rypсовe poprzeczne, nieregularne

Uwielokrotniając w jego raporcie oba wątki cztery razy otrzymuje się splot panamowy ośmionitkowy (rys. 40d). Ten sam wynik można uzyskać wychodząc z rypсов poprzecznych i uwielokrotniając nitki osnowy.

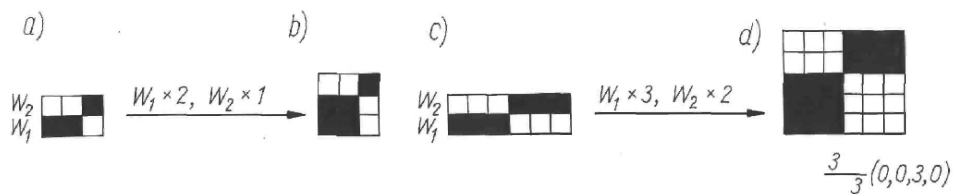


Rys. 40. Tworzenie splotów panamowych regularnych:
a) splot baza, b) czteronitkowy, c) ósmionitkowy, d) dziesięcionitkowy



Rys. 41. Wirtualny model struktury tkaniny o splotcie panamowym regularnym
szesnastonitkowym $\frac{8}{8} (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 8, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$

Uwielokrotniając w raporcie różną liczbę razy obie nitki splotu rypсового, regularnego lub nieregularnego, bądź tę samą liczbę razy splotu rypсового nieregularnego otrzymuje się sploty panamowe nieregularne (rys. 42).



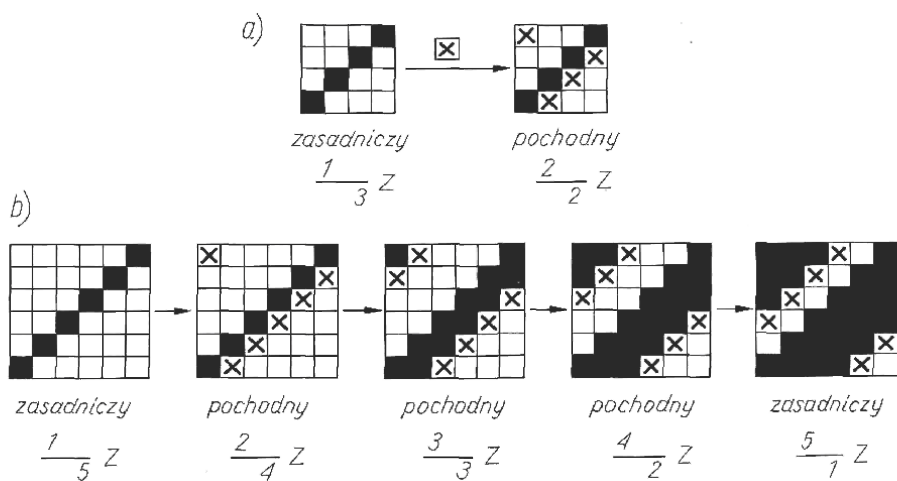
Rys. 42. Tworzenie splotów panamowych nieregularnych

3.3.2. Pochodne splotów skośnych

Istnieje wiele sposobów tworzenia splotów tej grupy. Podane niżej metody należy traktować jako częściej stosowane, a nie jedyne. Przy tworzeniu pochodnych splotów należy zwracać uwagę, aby charakter pierwotnego - skośnie biegnące rzędkie - był cały czas zachowany.

Metoda I. Dodawanie pokryć

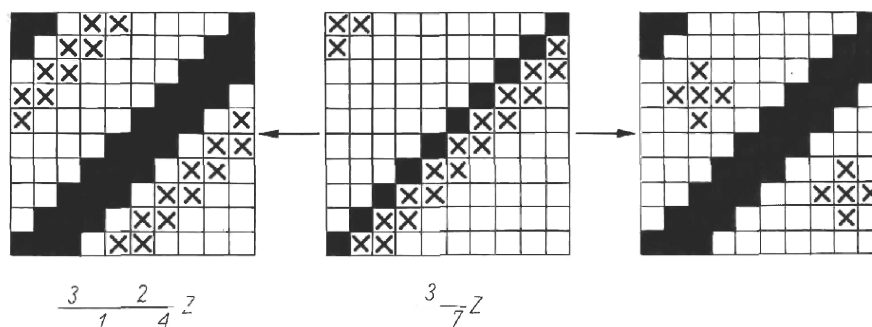
Najprostsze postępowanie sprowadza się do dodania stycznie do istniejących już pokryć, np. ośrowowych, dalszych tego rodzaju. Najmniejszy raport splotu pochodnego, tą metodą utworzonego, jest czteronitkowy, a jego wyróżnik przyjmuje postać $\frac{2}{2}Z$ (rys. 43a). Splot taki nosi nazwę wzmocnionego. Na rysunku 43b pokazano kolejne stadia „wzmacniania” splotu $\frac{1}{5}Z$. Po trzech splotach pochodnych dochodzi się ponownie do splotu zasadniczego, lecz już ciężkiego, ośrowowego $\frac{5}{1}Z$.



Rys. 43. Tworzenie splotów skośnych wzmocnionych

Dodawanie pokryć może przebiegać również inaczej (rys. 44). W środkowej części rysunku jest splot pochodny $\frac{3}{7}Z$. Po lewej stronie znajduje się również splot pochodny powstały w wyniku naniesienia dalszych pokryć ośrowowych, jednak już w pewnej odległości od poprzednich. Dzięki temu wystąpiło drugie pasmo pokryć ośrowowych, a nowy splot ma symbol

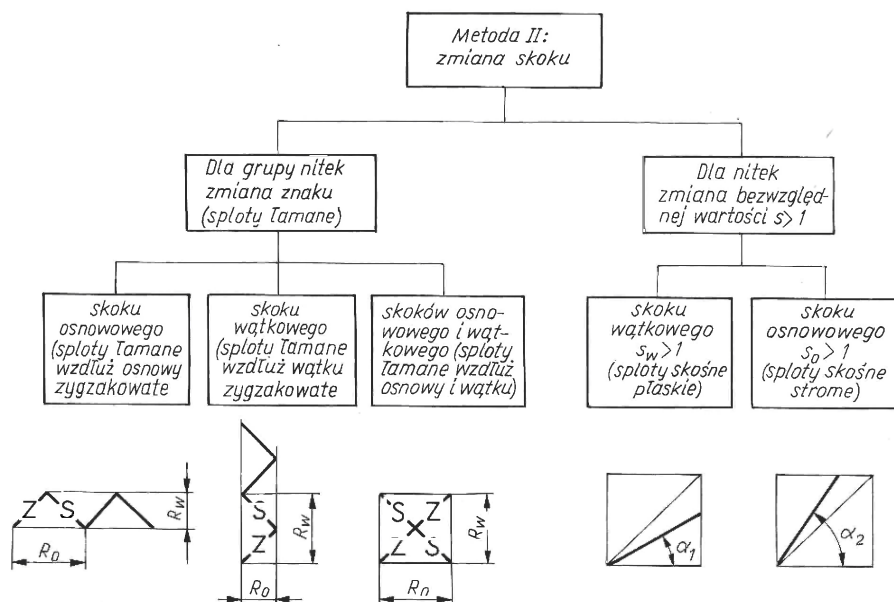
$\frac{3}{1} \frac{2}{4} Z$. Splot taki nazwano wielorządkowym. Po prawej stronie pokazano rysunek splotu pochodnego, gdzie dodatkowe pokrycia osnowowe tworzą pewne skupienia, nie naruszając jednak ogólnego charakteru splotu skośnego. Takie rozwiązania noszą nazwę splotów skośnych ozdobnych.



Rys. 44. Tworzenie splotów skośnych wielorządkowych i ozdobnych

Metoda II. Zmiana skoku

Sploty otrzymane tą metodą stanowią najliczniejszą grupę wśród splotów pochodnych splotu skośnego. Wyróżnia się dwie zasadnicze odmiany tej metody (rys. 45).



Rys. 45. Sposoby tworzenia splotów pochodnych skośnych przez zmianę skoku

Okresowa zmiana znaku skoku dla grupy nitki

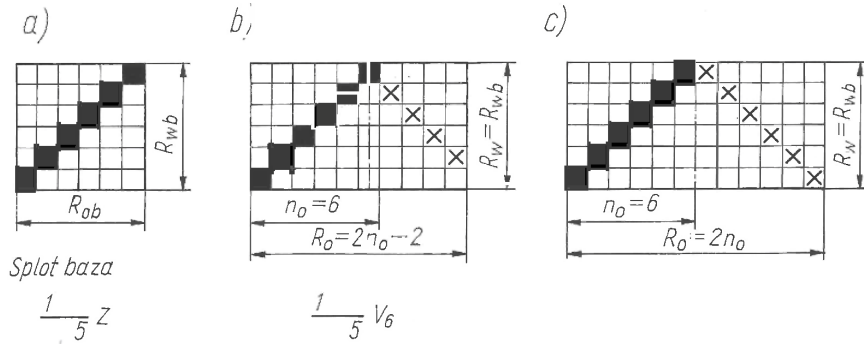
Pierwsza podgrupa splotów pochodnych powstaje przez okresową zmianę znaku skoku osnowowego (rys. 46b, c). Przy projektowaniu przede wszystkim przyjmuje się splot skośny podstawowy (bazę) o raportach R_{ob} , R_{wb} (rys. 46a). Z kolei po n nitkach osnowy zmienia się znak skoku osnowowego z $+1$ na -1 , a więc i kierunek rzędów z Z na S.

Nowy splot ma raporty

$$R_o = 2n_o - N \quad (35)$$

$$R_w = R_{wb}$$

Gdy N przyjmuje wartości 2 lub 0 powstają sploty łamane wzdłuż osnowy. Dla $N=2$ (rys. 39b) uzyskuje się wzór bardziej agresywny o ostrych wierzchołkach. Wyróżnik tego splotu łamanego wzdłuż osnowy określa splot bazy, a za nim stawia się symbol V z indeksem liczbowym równym n_o . Dla $N=0$ (rys. 46c) wierzchołki są „tępe”.



Rys. 46. Tworzenie splotów skośnych łamanych wzdłuż osnowy

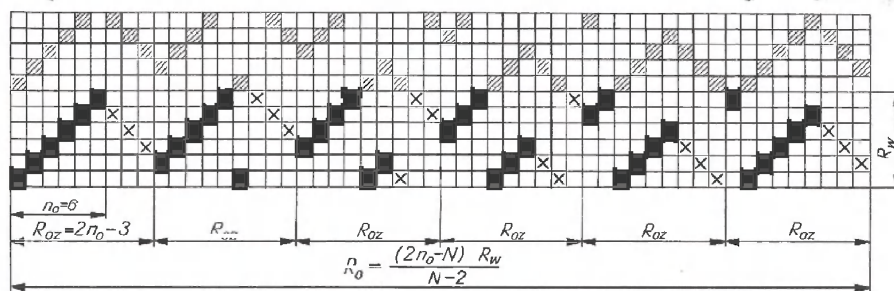
Gdy $N > 3$, powstają sploty zagzakowe. Jeden z nich pokazano na rysunku 47, gdzie $N=3$. Ponieważ powinna wystąpić ciągłość zgrupowań pokryw osnowy, więc nie należy poprzestać na jednym tak otrzymanym „raporcie” R_{oz} , ale kontynuować rysowanie splotu, aż do chwili powtórzenia się sposobu przeplatania. Ma to miejsce po 54 nitkach. Wartość tę otrzymuje się wg zależności

$$R_o = R_{oz} \frac{R_w}{N-2} \quad (36a)$$

a ponieważ $R_{oz} = 2n_o - N$, więc ostatecznie

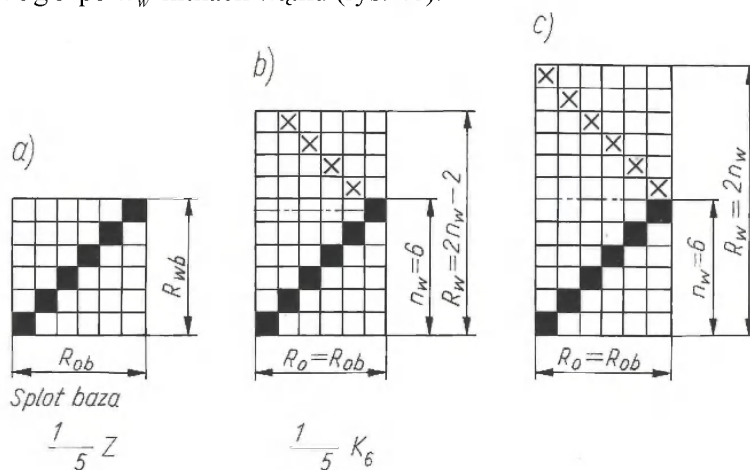
$$R_o = \frac{(2n_o - N)R_w}{N-2} \quad (36b)$$

Cechą charakterystyczną tych splotów jest wznoszący się wierzchołek linii łamanej.



Rys. 47. Tworzenie splotu skośnego zygzakowego

Podobnie przedstawia się sytuacja przy zmianie znaku skoku wątkowego po n_w nitkach wątku (rys. 48).



Rys. 48. Tworzenie splotów skośnych łamanych wzdłuż wątku

Nie zmieniony w stosunku do bazy pozostaje raport osnovowy, natomiast raport wątkowy wyznacza się z zależności

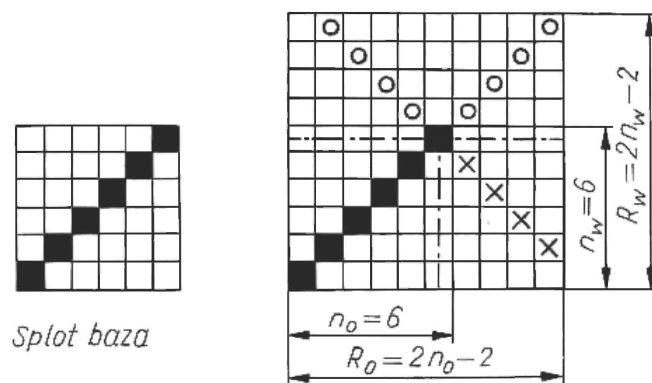
$$R_w = 2n_w - N \quad (37)$$

Dla splotów łamanych wzdłuż wątku, gdy $N=2$ (rys. 48b) za wyróżnikiem dla splotu bazy umieszcza się symbol K z indeksem równym n_w . Jeśli wierzchołki mają być stępione, wówczas przyjmuje się $N=0$ (rys. 48c). I wreszcie, gdy $N > 2$ powstają sploty zygzakowe, w których linia łamana wzoru przebiega wzdłuż tkaniny.

Równoczesna zmiana znaku skoku osnovowego i wątkowego. Raporty dla takiego splotu oblicza się wg zależności

$$\begin{aligned} R_o &= 2n_o - N \\ R_w &= 2n_w - N \end{aligned} \quad (38)$$

Najczęściej przyjmuje się $N = 2$. Tworzenie takiego podwójnie łamanego splotu przebiega następująco. Po przyjęciu pewnego splotu jako bazy dokonuje się najpierw operacji łamania wzdłuż osnowy, a następnie wzdłuż wątku, traktując otrzymany po pierwszym łamaniu splot pochodny jako bazę. Przykład taki przedstawiono na rys.49. Bazę stanowi splot $\frac{1}{5}Z$, $n_o = 6$ oraz $n_w = 6$. Splot równocześnie łamany wzdłuż osnowy i wątku tworzy wzory rombowe.



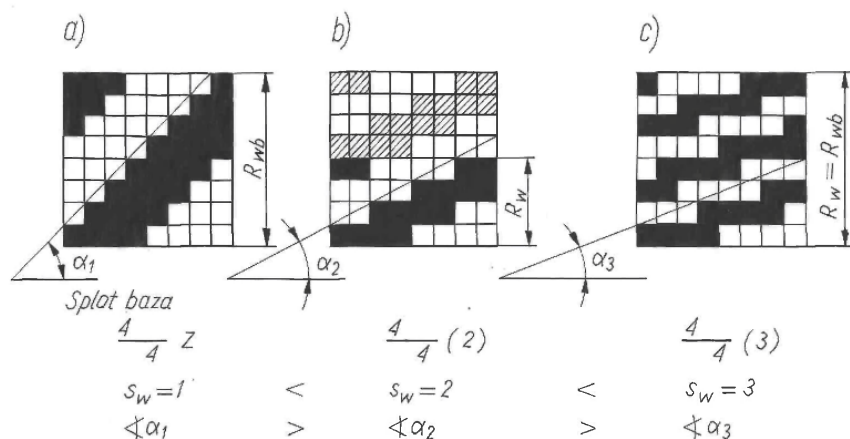
Rys. 49. Tworzenie splotów skośnych łamanych równocześnie wzdłuż osnowy i wątku

Zmiana bezwzględnej wartości skoku

Głównym celem takich modyfikacji splotów wyjściowych jest zmiana kąta nachylenia rzędów. Niewątpliwie można to uzyskać przez odpowiedni dobór liczności osnowy i wątku, ale pociąga to za sobą nieodłącznie daleko idącą zmianę własności wyrobu. Natomiast zmiana skoku ma największy wpływ na sam wygląd tkaniny.

Zmiana bezwzględnej wartości skoku wątkowego ($s_w > 1$)

Im większa jest wartość skoku wątkowego, tym bardziej płasko przebiegają rzędkie. Stąd też nazwa tych splotów – skośne płaskorzędkowe. Raport osnowowy pozostaje w stosunku do splotu bazy bez zmian. Natomiast raport wątkowy jest równy licznikowi ułamka $\frac{R_{wb}}{s_w}$, sprowadzonego do postaci nieskracalnej, gdzie R_{wb} jest raportem wątkowym splotu bazy. Na rysunku 50 pokazano wynik takich modyfikacji. Jako bazę przyjęto splot skośny wzmocniony $\frac{4}{4}Z$ (rys. 50a).



Rys. 50. Tworzenie splotów skośnych płaskorządkowych

W pierwszym przypadku (rys. 50b) nadano skokowi wątkowemu wartość $s_w = 2$. Stąd też zmiana wymiaru raportu wątkowego ($R_w = 4$). W drugim przykładzie (rys. 50c), gdy $s_w = 3$, rzędkie przebiegają jeszcze bardziej płasko, ale ponieważ ułamek $\frac{R_{w0}}{s_w}$ dla podanych wartości jest nieskracalny, to i raport wątkowy nie ulega w stosunku do bazy jakimkolwiek zmianom ($R_w = 8$).

*Zmiana bezwzględnej wartości skoku
osnowowego ($s_o > 1$)*

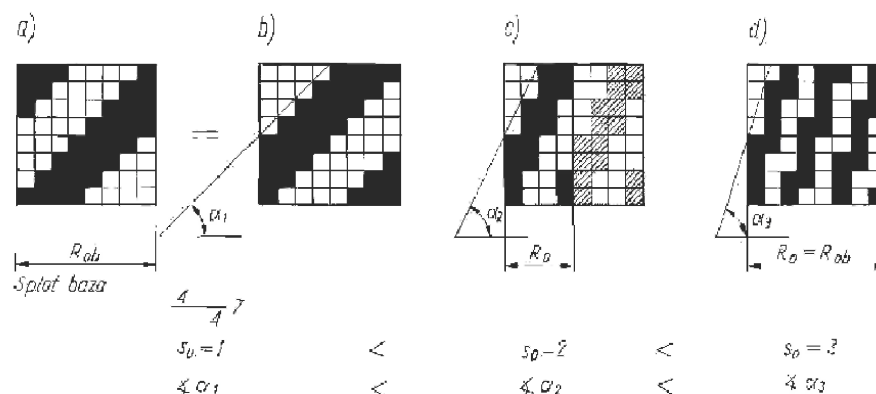
Rzędkie w takich splotach przebiegają stromo, stąd nazwa tych splotów-skośne stromorządkowe. I podobnie jak poprzednio, jeden z raportów, w tym przypadku osnowowy, może ulec zmianie, jeżeli ułamek $\frac{R_{o0}}{s_o}$ jest skracalny. Takie dwa rozwiązania przedstawiono na rys. 51.

Metoda III. Przesuwanie grup nitek

Metodę tę stosuje się najczęściej dla splotów łamanych wzdłuż osnowy. Wówczas nitka będąca osią symetrii pozostaje nieruchoma, a przesunięta zostaje część, w której nastąpiła poprzednio zmiana kierunków rzędków.

Wielkość raportów wyznacza się tak, jak dla splotów łamanych wzdłuż jednego z układów. W oznaczeniu symbolicznym podaje się wyróżnik dla splotu bazy oraz liczbę nitek, po której dokonano przesunięcia, oznaczając ją literą Y,

np. $\frac{n}{m} Y$.



Rys. 51. Tworzenie splotów stromorządkowych:

a, b) splot baza $\frac{4}{4}$ Z, który rozpoczęto rysować od czwartej nitki osnowy splotu

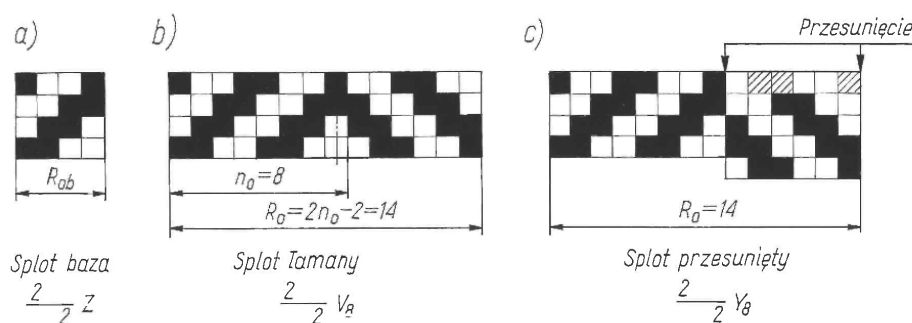
poprzedniego ($\alpha_1 = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$),

c) splot skośny stromy $s_o = 2$ ($R_o = 8$),

d) splot skośny stromy $s_o = 3$ ($R_o = 8$).

W przykładzie pokazanym na rysunku 52a jest to splot skośny $\frac{2}{2}$ Z. Po ósmej

nitce został złamany wzdłuż osnowy (rys. 52b), a następnie tę grupę nitek o skoku osnowowym ujemnym przesunięto w dół o jeden wątek (rys. 52c). Dzięki temu powstała wyraźna granica między obu grupami nitek, ponieważ pokrycia są przeciwstawne („ostry przeplot”).



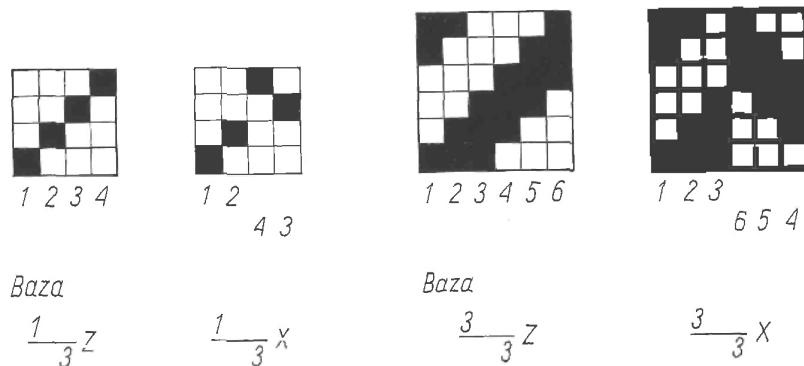
Rys. 52. Tworzenie splotów skośnych przesuniętych

Metoda IV. Przesławianie nitek

Tworzenie takich splotów pochodnych odbywa się najczęściej przez przestawianie kolejności nitek wg schematu

$$O_1, O_2, \dots, O_{0,5R}, O_R, O_{R-1}, \dots, O_{0,5R+1}$$

gdzie R oznacza raport splotu wyjściowego dobierany tak, aby był liczbą parzystą. Tak otrzymane modyfikacje noszą nazwę splotów krzyżykowych. Na rysunku 53 pokazano dwa takie przykłady i podano ich oznaczenia.



Rys. 53. Tworzenie splotów krzyżykowych

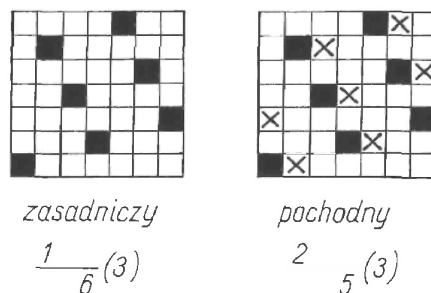
3.3.3. Pochodne splotów atlasowych

Grupa tych splotów nie jest zbyt liczna. Istnieją dwie podstawowe metody ich tworzenia.

Metoda I. Dodawanie pokryć

Metoda ta jest analogiczna do stosowanej przy tworzeniu pochodnych splotów skośnych. I tylko od charakteru ostatecznej struktury splotu zależy zaliczenie go do jednej lub drugiej grupy. Na rysunku 54 przedstawiono sposób tworzenia splotu pochodnego na bazie siedmionitkowego atlasu $\frac{1}{6}(3)$. Splot

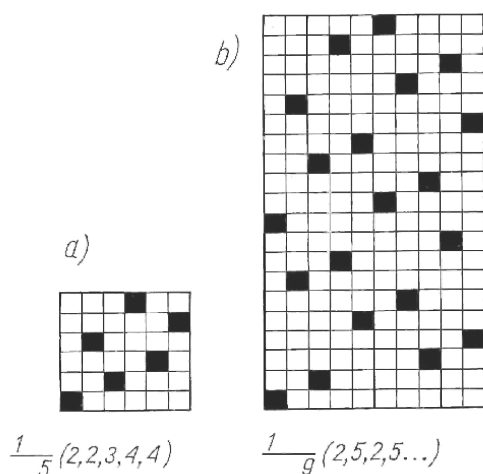
pochodny powstał w wyniku dodania pokryć osnowowych do już istniejących i nosi nazwę wzmocnionego splotu atlasowego. Należy jednak przestrzegać zasady, aby poszczególne grupy pokryć, będących w mniejszości, nie miały punktów wspólnych.



Rys. 54. Tworzenie splotów atlasowych wzmocnionych

Metoda II. Nadawanie skokowi zmiennej wartości

Przy raporcie sześciokrotnym nie ma możliwości otrzymania regularnego splotu atlasowego, gdyż brak takiej wartości skoku, która spełniałaby warunek, że $\frac{R}{s_w}$ jest ułamkiem nieskracalnym. Można jednak przy tym raporcie otrzymać charakter splotu atlasowego, jeżeli rozstawi się tak pokrycia, będące w mniejszości, aby się wzajemnie nie kontaktowały. Ma to miejsce wówczas, gdy zastosuje się różne wartości skoku, np. $s_w = 2, 2, 3, 4, 4$ (rys. 55a).



Rys. 55. Tworzenie splotów atlasowych nieregularnych

W wyniku otrzymano tzw. atlas nieregularny. Atlas nieregularny można otrzymać również w wyniku rozłożenia skoku wątkowego na dwa skoki składowe. Na rysunku 55b pokazano atlas dziesięciokrotny, którego skok może być równy 7. Rozłożono go na dwa składowe: $s_w = s_{w1} + s_{w2} = 2 + 5$ i odkładano kolejno tak przyjętymi wartościami skoki. W wyniku takiego postępowania raport wątkowy wzrósł dwukrotnie, a osnovowy pozostał bez zmian, przy czym charakter splotu pozostał atlasowy.

3.4. Sploty modyfikowane i zestawne

3.4.1. Cel stosowania

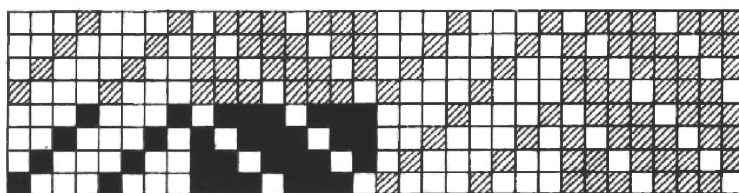
Wśród metod tworzenia splotów tej grupy świadomie dąży się do odejścia od charakteru struktury splotu wyjściowego lub zestawia się różne sploty w jedną całość. Celem tych przekształceń jest nadanie tkaninie odpowiedniego wyglądu, własności lub powierzchni o określonej fakturze.

3.4.2. Drobn- i wielkowzorzystość

Najprostsze postępowanie prowadzące do uzyskania wzorzystości tkaniny polega na zestawieniu obok siebie wzdłuż wyrobu dwóch splotów, różniących się między sobą rodzajem pokryć będących w przewadze na powierzchni lub też ich ułożeniem. Przykładem mogą być sploty skośne:

- wątkowy $\frac{1}{3}Z$,
- osnowowy $\frac{3}{1}S$.

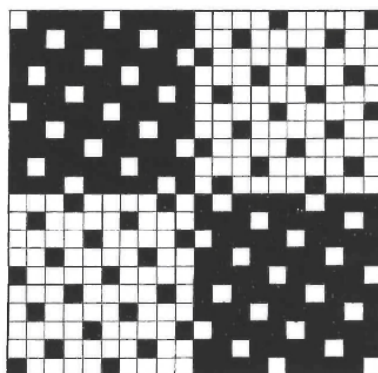
W celu spotęgowania tak powstałej pasiastości należy przestrzegać występowania przeciwnych pokryć (ostry przeplot) na granicy stykania się dwóch splotów (rys. 56).



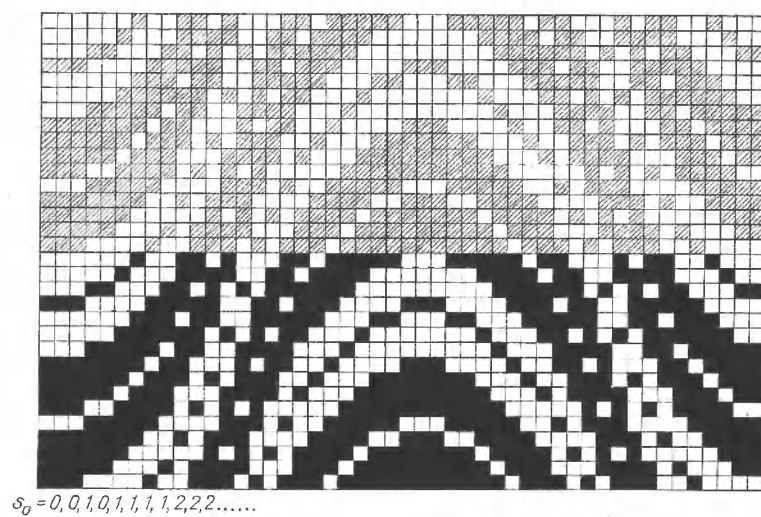
Rys. 56. Splotowy wzór pasiasty

W podobny sposób tworzy się wzory kostkowe. W celu uzyskania dużej wyrazistości krawędzi kostek powinno się wykorzystać zasadę ostrego przeplotu wzdłuż wszystkich zewnętrznych nitek grup splotów. Na rysunku 57 pokazano wzór kostkowy powstały na bazie splotów atlasowych: osnowowego $\frac{4}{1}$ (3) i

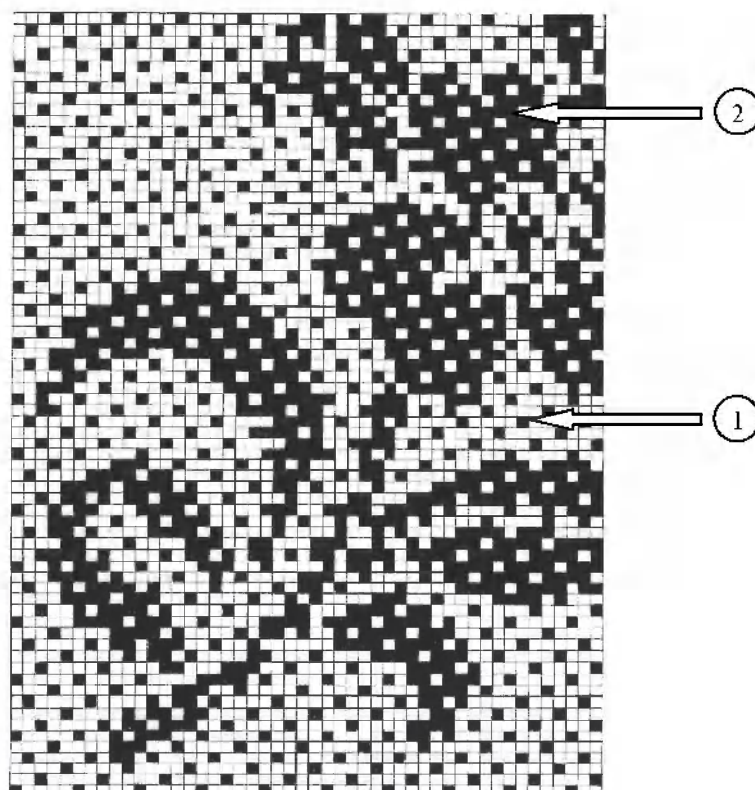
wątkowego $\frac{1}{4}$ (2) odpowiednio wzajemnie usytuowanych.



Rys. 57. Splotowy wzór kostkowy



Rys. 58. Splotowy wzór falisty



Rys. 59. Splot wielk wzorzysty:
 1 - tło o splocie atlasowym wątkowym 1/4 (2),
 2 - motyw roślinny o splocie atlasowym osnowowym 4/1(2)

Inna metoda tworzenia tkanin drobnowzorzystych polega na modyfikacji splotu, np. skośnego wielorządkowego, przez nadawanie pierwszej nitce raportu kolejno różnych wartości skoku osnowowego. Przykładem tego jest rozwiązanie pokazane na rys. 58, noszące nazwę splotowego wzoru falistego.

Do wytwarzania tkanin o omawianych wzorach wystarczają mechanizmy wzornicowe nicielnicowe, gdyż liczba różnie sterowanych nitek osnowy wynosi: dla pierwszego omawianego przypadku (rys. 56) 8, dla drugiego (rys. 57) 10, a dla trzeciego (rys. 58) nie więcej niż raport wątkowy, tj. 16. Ale spotyka się często tkaniny ze znacznie bardziej rozbudowanym wzorem (wielkowzorzyste), gdzie liczba nitek osnowy różnie sterowanych osiąga wartość powyżej 100, dochodząc do 2000, a niekiedy i więcej. Tkaniny takie wykonuje się mechanizmami Żakarda. Na rysunku 59 przedstawiono jeden z prostszych przykładów wzoru żakardowego. Na tle wykonanym wątkowym splotem

atlasowym $\frac{1}{4}$ (2) jest widoczny motyw w splocie przeciwnym

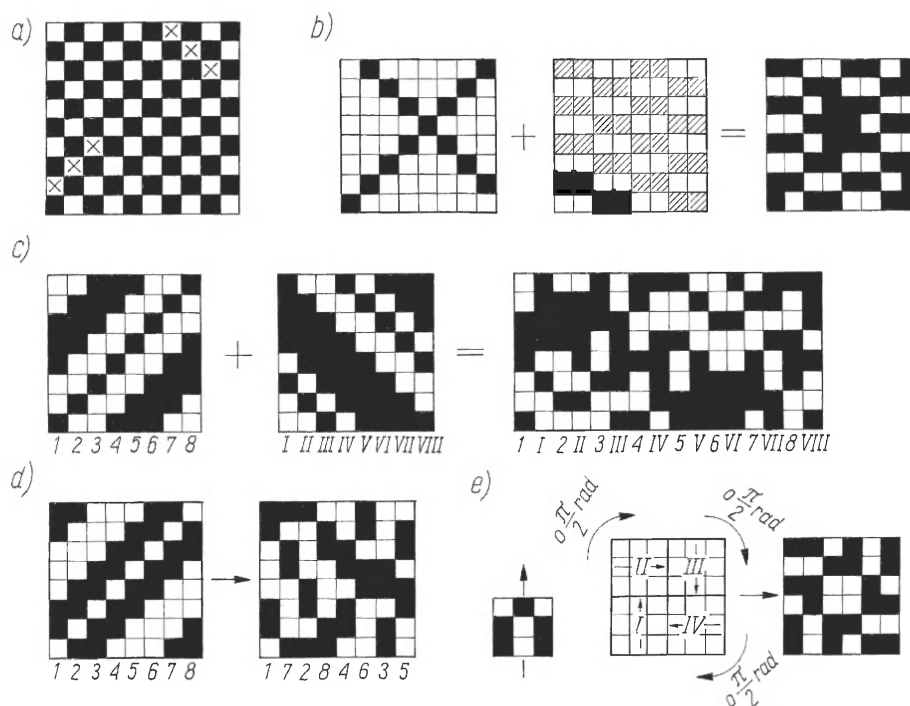
osnowowym $\frac{4}{1}$ (2).

3.4.3. Relief

Wśród wyrobów włókienniczych odzieżowych dość często spotyka się tzw. krepę. Pod nazwą tą rozumie się tkaninę, na powierzchni której są wyczuwalne stosunkowo małe grudki - dość nieregularnie rozłożone (tzw. ziarnistość powierzchni). Taką fakturę tkaniny uzyskuje się w wyniku stosowania nitek o znacznym natężeniu skrętów, powyżej wartości krytycznej lub w wyniku odpowiednio dobranego splotu. W tym ostatnim przypadku istnieje kilka metod tworzenia takich struktur. Jedną z nich polega na zakłóceniu określonego porządku w występowaniu pokryw w splocie wyjściowym zasadniczym lub pochodnym. Dodając na przykład na pewnej powierzchni splotu płóciennego dalsze pokrycia osnowowe tak, aby ich nowe skupiska miały na przemian przeciwny kierunek ułożenia, otrzyma się splot krepowy (rys. 60a).

Inna metoda sprowadza się do nałożenia na splot skośny o wyraźnych rządach (rys. 60b), innego o całkiem odmiennym charakterze, np. rypсового. Skupiska pokryw są rozłożone dość przypadkowo, bez żadnej określonej regularności. Można również między nitki jednego raportu splotu skośnego Z wsunąć drugi o kierunku rzędów S. Ścieranie się tych tendencji kierunkowych daje znów pożądane zakłócenie regularności (rys. 60c). Jeszcze inna metoda polega na przestawieniu nitek w splotach skośnych, ale nie tak, jak przy tworzeniu splotów krzyżkowych, lecz przypadkowo (rys. 60d). Splot krepowy

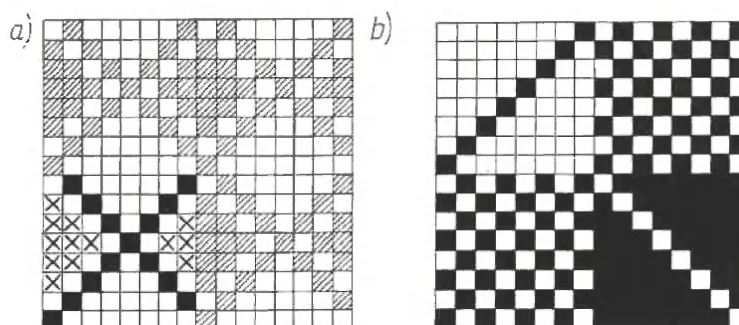
można również uzyskać obracając kolejno pewien raport wyjściowy o $\frac{\pi}{2}$ rad i zestawiając jego obrazy w czterech ćwiartkach kwadratu (rys. 60e).



Rys. 60. Tworzenie splotów krepowych:

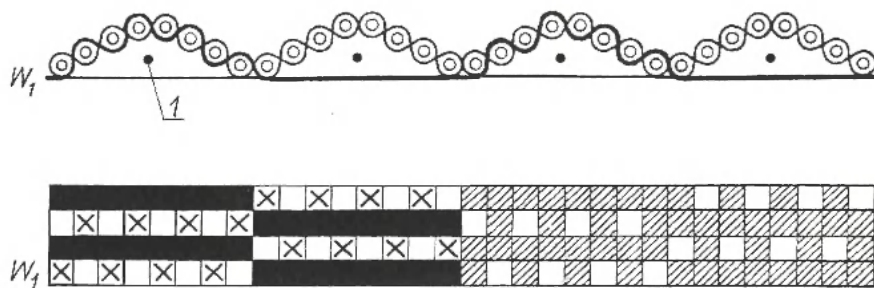
- a) dodawanie dodatkowych pokryć, b) nakładanie splotów,
c) wzajemne wsuwanie splotów, d) przestawianie nitek, e) obrót elementu splotowego

Bardzo typowym reprezentantem splotów tkanin z reliefem jest splot waflowy. Jako bazę do jego otrzymania przyjmuje się najczęściej splot skośny łamany wzdłuż osnowy i wątku, do którego dokłada się po bokach raportu dalsze pokrycia osnowowe (rys. 61a). Na skutek tego tkanina po zdjęciu z krosna zbiega się, tworząc na powierzchni wgłębienia i wypukłości, upodabniające ją do powierzchni wafla. Stąd też nazwa tego splotu. Podobny skutek uzyskuje się zestawiając obok siebie sploty $\frac{1}{7}Z$, $\frac{7}{1}S$, $\frac{1}{1}$ co pokazano na rysunku 61b.

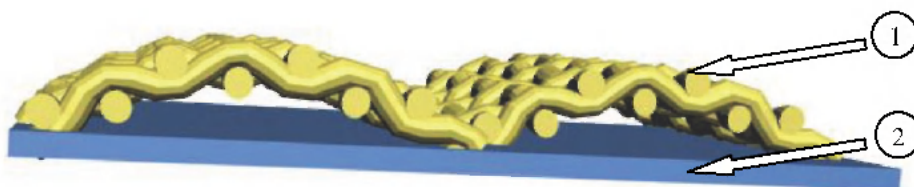


Rys. 61. Sploty waflowe

Dość znaczne wyoblenie tkaniny można osiągnąć, jeżeli zestawia się kolejno w odpowiednim stosunku nitki wątku o splotach: płóciennym i rypsowym podłużnym (rys. 62). Gdy liczność osnowy jest dostatecznie duża, wówczas w płaszczyźnie wyrobu nie może wystąpić przeplot płócienny i w wyniku mają miejsce właśnie owe wyoblenia wyrobu, tworzące podłużne, wypukłe prążki. Tkanina taka nosi nazwę sztruksu podłużnego (rys. 62, 63).



Rys. 62. Splot sztruksu podłużnego: W_1 - wątki, 1- nitki osnowy wypełniające



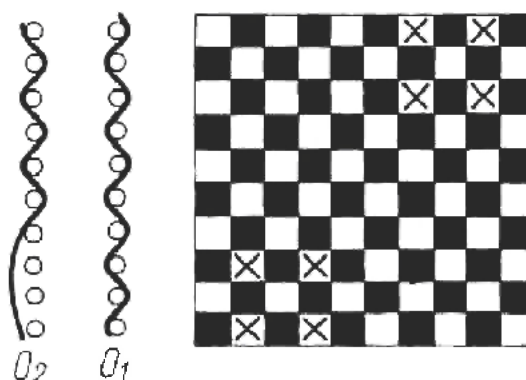
Rys. 63. Wirtualny model uproszczonej struktury sztruksu podłużnego:
1 - żebra z przeplecionych nitek osnowy i wątku,
2 - warstwa nieprzeplecionych wątków

Do utrwalenia uzyskanej wypukłości stosuje się nitki wypełniające. Leżą one swobodnie między odcinkami napiętych wątków i drugą ich grupą przeplecioną z osnową. Istnieją również analogiczne rozwiązania w kierunku prostym, noszące nazwę sztruksu poprzecznego. Obok walorów plastycznych tego rodzaju formowanie tkanin pozwala na ich wykorzystanie do tworzenia elementów konstrukcyjnych.

3.4.4. Okrywa pętlowa i włókienna

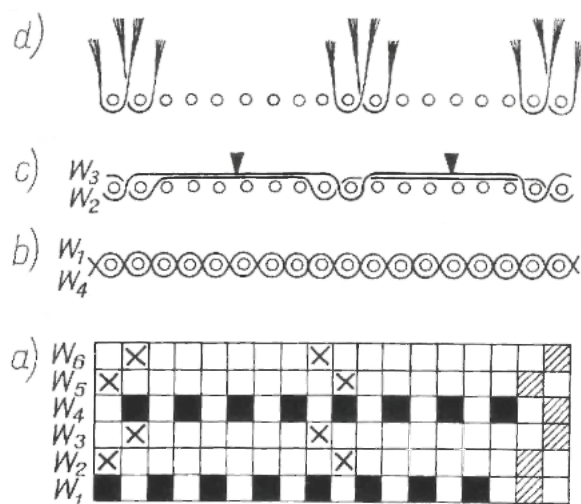
Okrywę pętlową uzyskuje się, gdy na pewnym obszarze splotu płóciennego dołoży się pokrycia osnowowe, ale tak, aby tylko niektóre nitki osnowy miały długie nieprzeplecione odcinki. Wówczas wystąpią one niejako w nadmiarze na powierzchni tkaniny, gdyż zasilanie całej osnowy odbywa się według zapotrzebowania dla splotu płóciennego, w przewidywaniu dużego

wrobienia nitek. Takie rozwiązanie pokazano na rys. 64. Tkanina taka imituje tkaninę frottową i nadaje się np. na ręczniki.

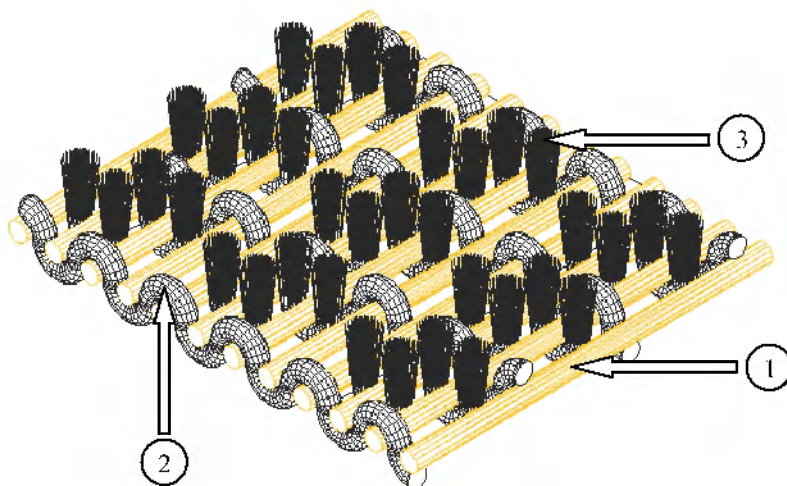


Rys. 64. Splot tkaniny imitującej frottową:
 O_1 , O_2 – nitki osnowy wzdłuż których wykonano przekroje tkaniny

Tkaniny z okrywą włókienną uzyskuje się w wyniku zestawienia obok siebie, podobnie jak przy sztruksach, splotów płóciennego i np. nieregularnego rysu, ale przy dużej liczności wątków. Po zdjęciu z krosna, długie nieprzeplecione odcinki wątku zostają przecięte na krajance i po wielu procesach wykończalniczych zaczesane, tworząc podłużnie rozmieszczone prążki okrywy włókiennej. Wyroby takie ogólnie noszą nazwę pluszów wątkowych lub welwetów. Na rysunku 2.55 pokazano splot takiej tkaniny o nazwie genuacord.



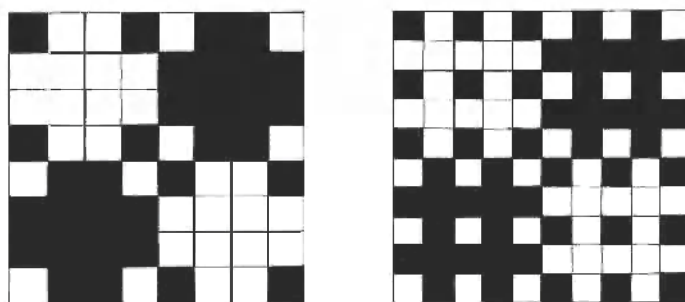
Rys. 65. Plusz wątkowy wzdłużnie waskoprażkowany (genuacord):
a) splot, b) przeplatanie wątków tworzących konstrukcję nośną tkaniny,
c) przeplatanie wątków, które po przecięciu będą tworzyły okrywę włókienną,
d) widok wątków tworzących okrywę w postaci pędzelków włókiennych



Rys. 66. Wirtualny model pluszu wątkowego:
 1 - nitki osnowy, 2 - wątki tworzące z osnową konstrukcję nośną tkaniny,
 3 – wątki po przecięciu tworzące okrywę wątkową (Zoła K.)

3.4.5. Ażurowość

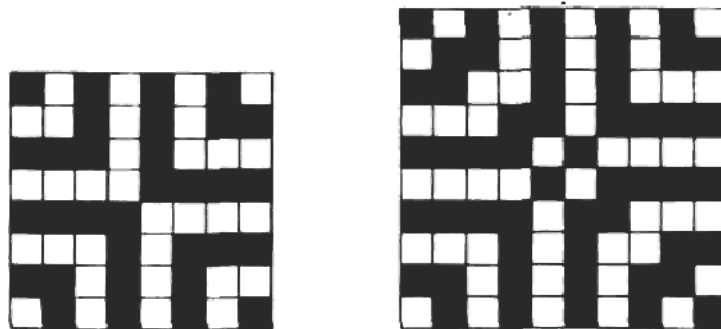
Mała liczność w tkaninie jednego lub obu układów nitek prowadzi do powstania ażurowości wyrobu. Ale miejscowe rozrzedzenie tkaniny sprzyjające przewiewności, przy ogólnie dość ścisłej, a więc i mechanicznie wytrzymałej strukturze można uzyskać stosując odpowiednie sploty. Taki splót pokazano na rysunku 67. W miejscu zaznaczonym kreską tworzy się miejscowy prześwit, a wyroby takie noszą nazwę tkanin kanwowych lub imitujących gazejskie.



Rys. 67. Sploty kanwowe

3.4.6. Elastyczność

Z punktu widzenia budowy spłoty te charakteryzują się występowaniem długich nieprzeplecionych odcinków nitek zarówno osnowowych, jak i wątkowych, które krzyżując się w środku raportu tworzą w tej części spłot płócienny (rys. 68). Dzięki takiej konstrukcji powstają miejscowe wgłębienia sprzyjające z kolei dużej elastyczności tkaniny.



Rys. 68. Spłoty elastyczne

Cechę tę można spotęgować przez zastosowanie nitek wysokosprężystych.

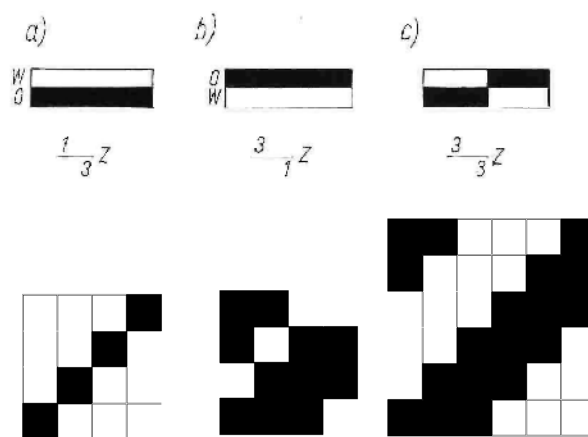
3.5. Spłoty złożone

3.5.1. Cel stosowania i symboliczny zapis

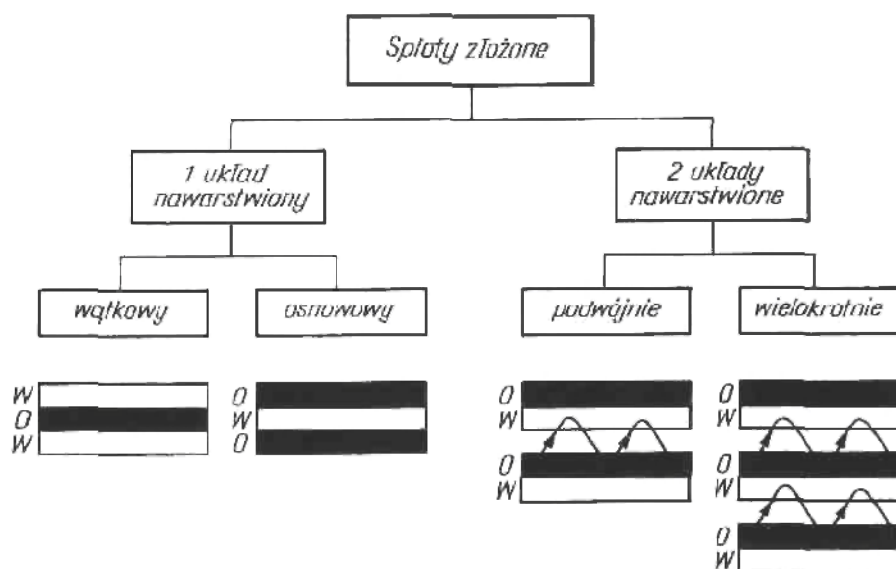
W dotychczas rozpatrywanych strukturach każdy z układów nitek występował w jednej warstwie. Symbolicznie pokazano to na rys. 69. Rysunek 69a przedstawia tkaninę o splocie wątkowym, np. $\frac{1}{3}Z$, gdzie na stronie wierzchniej występuje przewaga pokryw wątkowych, rys. 69b tkaninę o splocie osnowowym, np. $\frac{3}{1}Z$, a rys. 69c - tkaninę o splocie dwustronnym, np.

$$\frac{3}{3}Z.$$

W wielu przypadkach rozwiązania z układami nitek rozłożonymi w jednej warstwie uniemożliwiają uzyskanie pożądanej grubości lub izolacyjności cieplnej wyrobu oraz niezależności wyglądu prawej i lewej strony tkaniny. Aby osiągnąć te cele trzeba stworzyć takie tkaniny, w których jeden lub oba układy nitek są nawarstwione podwójnie lub wielokrotnie (rys. 70).



Rys. 69. Symboliczne przedstawienie struktur tkanin pojedynczych:
a) sploty wątkowe, b) sploty osnowowe, c) sploty dwustronne



Rys. 70. Podział splotów złożonych

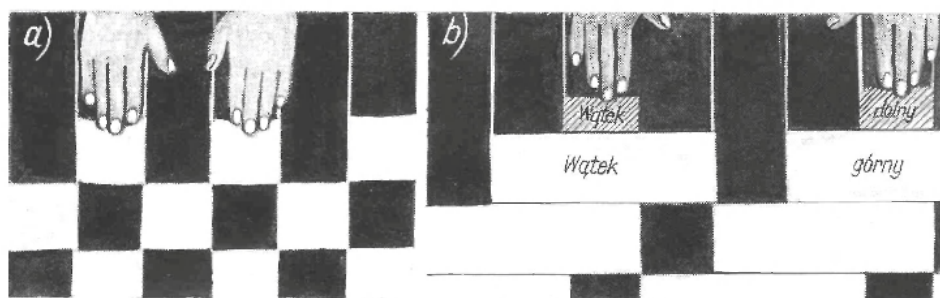
3.5.2. Nawarstwianie jednego z układów

Sploty tkanin z nawarstwowym układem wątkowym

Bardzo poglądowym sposobem przedstawiania tworzenia tkaniny pojedynczej jest przeplatanie scalonego układu pasków papierowych imitujących osnowę - drugim ich układem, prostopadłym do poprzedniego. W przypadku splotu płóciennego (rys.71a) próby zagęszczenia paskami

wątkowymi kończą się w chwili ich wzajemnego zetknięcia. Dalsze wywieranie siły na nowo wprowadzony pasek powoduje tylko odkształcenie modelu. Ale wystarczy poszczególnym paskom nadawać kolejno różne sposoby przeplatania (rys.71b), aby doprowadzić do wsunięcia na przykład parzystych pod nieparzyste. Ma to miejsce wówczas, gdy sploty pasków górnych są lekkie, wątkowe, a dolnych ciężkie, osnowowe. Uogólniając te spostrzeżenia można stwierdzić, że nawarstwianie wątków jest możliwe po spełnieniu dwóch warunków:

- splot wątków warstwy górnej powinien być lekki, a dolnej ciężki,
- wypełnienie powierzchniowe tkaniny obu układami wątków powinno być większe niż 100%.



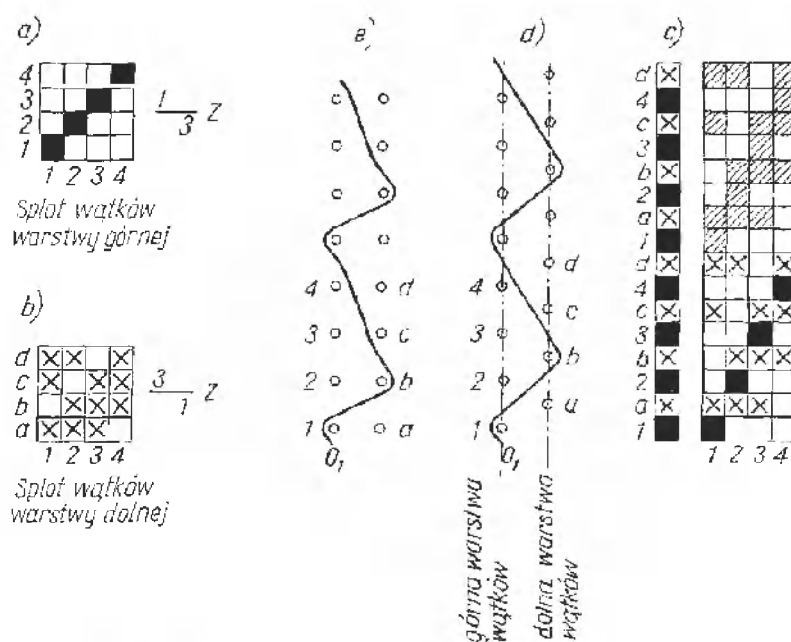
Rys. 71. Próby zagęszczania tkanin:

a) splot płócienny, b) sploty kolejnych wątków $\frac{1}{3} Z$ i $\frac{3}{1} Z$

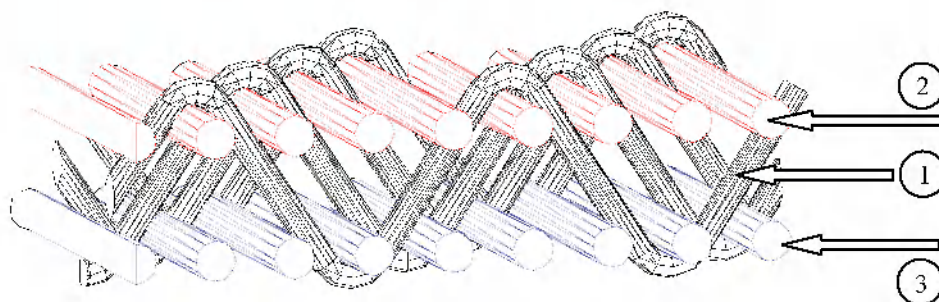
Sposób tworzenia tkaniny z nawarstwionym wątkiem pokazano na rysunku 72.

Dla wątków warstwy górnej przyjęto splot $\frac{1}{3} Z$ (rys. 72a) a dolnych $\frac{3}{1} Z$

(rys. 72b) oraz stosunek ich występowania 1:1. Stąd raporty nowo utworzonego splotu złożonego, z nawarstwionym układem wątkowym, wyniosą: $R_o = 4$, $R_w = 2 \cdot 4 = 8$. Sposób rysowania takiej struktury oddaje kolejność wprowadzania wątków do przesmyku (rys. 72c). Stąd rysunek tkacki takiego splotu jest taki, jak dla tkanin pojedynczych. Ma to jednak uzasadnienie, na tym bowiem etapie jest spełniony tylko pierwszy warunek tworzenia tkaniny z nawarstwionym układem wątkowym. A dopiero od przyjęcia odpowiedniej liczności wątków w warstwach zależy ukształtowanie właściwej struktury tkaniny. Dla przejrzystości rysunku pokrycia osnowowe dla wątków obu warstw są zaznaczone różnie oraz wymienia się po lewej stronie raportu kolejność występowania wątków tymi samymi symbolami cyfrowymi i literowymi jak sploty wyjściowych. Ponadto zamieszcza się przekrój, który w takim układzie jest tylko symboliczny (rys. 72d). Obok przedstawiono rzeczywisty obraz przekroju dokonanego wzdłuż osnowy (rys. 72e).



Rys. 72. Tworzenie splotu tkaniny z nawarstwionym wątkiem:
a) splot wątków warstwy górnej, b) splot wątków warstwy dolnej,
c) splot tkaniny z dwiema warstwami wątków,
d) umowny przekrój tkaniny z nawarstwionym wątkiem,
e) rzeczywisty przekrój tkaniny z nawarstwionym i wątkami

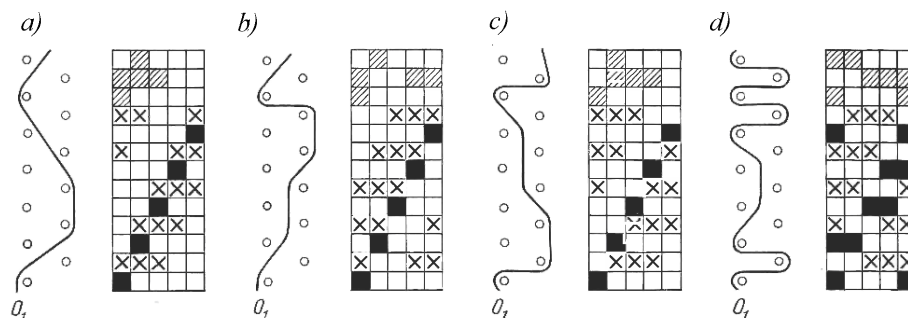


Rys. 73. Wirtualny model struktury tkaniny z nawarstwionym jednym układem – wątkowym:
1 - nitki osnowy, 2 - wątki warstwy górnej, 3 - wątki warstwy dolnej

Tkaniny tak wykonane noszą nazwę wzmocnionych wątkiem. Dość często stosuje się je na koce, kocyki, kolderki. Należy zaznaczyć, że wydajność (w m/h) krosna produkującego tego rodzaju wyroby jest mała ze względu na bardzo dużą licznosc wątków rozpatrywanych jako całość.

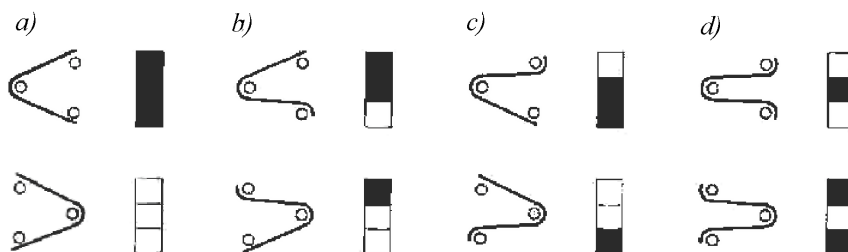
W przypadkach splotów z nawarstwionym układem wątkowym należy zwracać szczególną uwagę na przebieg osnowy. Najbardziej ogólnie można to

wyrazić żądaniem ułożenia jej bez żadnych gwałtownych zmian kierunku. Rysunki 74a, b, c, d przedstawiają przykłady tkanin z nawarstwionym wątkiem o takich samych splotach dla warstw górnej i dolnej, ale różnie względem siebie przesuniętych. Dowodzą one, że spełnienie warunku odnośnie doboru właściwych splotów dla obu warstw jest konieczne, ale może okazać się niewystarczające. Istnieje bowiem jeszcze potrzeba ich prawidłowego wzajemnego usytuowania. Czwarty przykład (rys. 74d) nie powinien w ogóle mieć miejsca. Obok bowiem dużych napięć dynamicznych osnowy prowadzi do wydobycia na prawą stronę dolnego wątku, co z punktu widzenia rozwiązań kolorystycznych czy też splotowych jest nie do przyjęcia.



Rys. 74. Przebiegi osnowy w tkaninach z nawarstwionym wątkiem:
a) najlepsze rozwiązanie, b) dobre, c) nie zalecane, d) złe

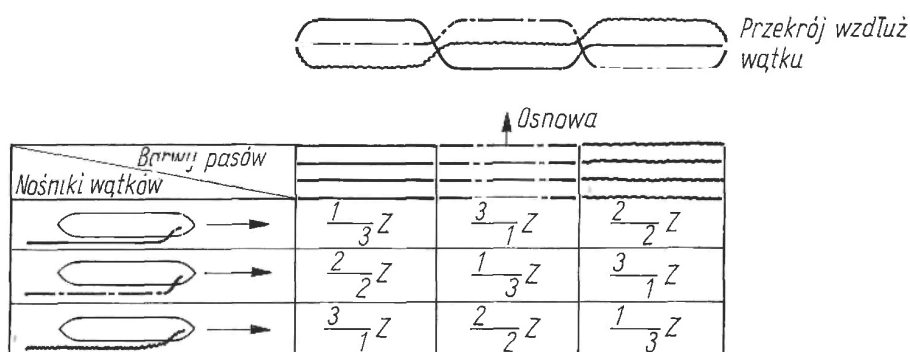
W celu łatwiejszego i szybszego sprawdzenia poprawności przebiegu osnowy, zamiast posługiwać się czasochłonnymi przekrojami, można śledzić pokrycia wzdłuż jednej nitki osnowy dla kolejnych trzech wątków. W przypadku przebiegu osnowy ponad wątkiem warstwy górnej, co często nosi nazwę nadwiąz, powinny wystąpić dla wątków dolnych, poprzedzającego i następującego, pokrycia osnowowe, a więc w sumie co najmniej trzy kolejne pokrycia osnowowe (rys. 75a). Gdy natomiast osnowa przechodzi pod wątkiem warstwy dolnej (podwiąz) powinny wystąpić trzy kolejne pokrycia wątkowe. Z tej analizy wynika również, że przykład pokazany na rysunku 75b jest gorszy od poprzedniego, a dalsze dwa (rys. 75c, d) nie zalecane lub wręcz złe.



Rys. 75. Przykłady nad- i podwiazów:
a) najlepsze rozwiązanie, b) dobre, c) nie zalecane, d) złe

Istnieje również inny sposób przedstawiania splotów tkanin z nawarstwionym wątkiem, nawiązujący do rzeczywistego widoku wyrobu. Wówczas na pokrycia dla warstwy górnej nanosi się pokrycia dla wątków warstwy dolnej zaznaczone w sposób odmienny od poprzednich. Jeżeli wystąpi nałożenie się dwóch identycznych pokryć na siebie, to obowiązuje dla obu warstw sytuacja taka, jak dla warstwy górnej, co wynika z warunków pokazanych na rysunku 75a.

W przypadku występowania trzech warstw wątku, dla górnych wątków stosuje się splot lekki, dla środkowych dwustronny, a dla dolnych ciężki. W celu zwiększenia możliwości kolorystycznych, doprowadza się niekiedy do wzajemnej wymiany położenia poszczególnych warstw wątków. Dzięki temu mogą powstać na tkaninie barwne wzory pasiaste lub kostkowe utworzone z kolorowych wątków. Przykład tkaniny o trzech warstwach wątków z ich wymianą pokazano na rysunku 76.



Rys. 76. Schemat wymiany położenia wątków usytuowanych w trzech warstwach

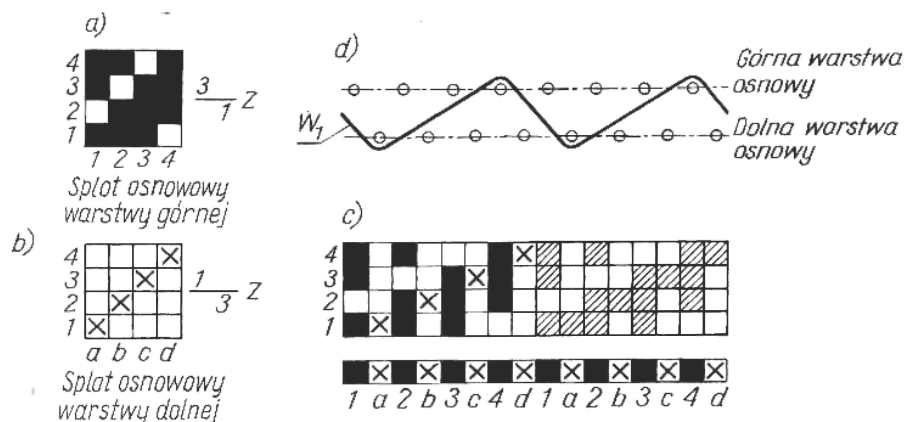
Sploty tkanin z nawarstwionym układem osnowowym

Wszystkie uwagi podane odnośnie nawarstwiania wątku dadzą się w pełni zastosować do nawarstwiania osnowy (oczywiście po zmianie w nich słowa wątek na osnowę). Jedyną różnicą tkwi w przygotowaniu osnowy. Osnowa trafiając na krosno ma już dużą licznosc, niezbędną do powstania takich struktur, a utrzymywaną przez odpowiednio dobrany grzebień (płochę) tkwiący w bidle. Na rysunku 77 przedstawiono przykład splotu tkaniny z nawarstwionym układem osnowy przy przyjętym stosunku nitek warstwy górnej do dolnej 1:1.

3.5.3. Nawarstwianie dwóch układów

Ograniczono się przede wszystkim do omówienia najprostszych rozwiązań, gdy osnowa i wątek występują tylko w dwóch warstwach. Każda z nich stanowi na pewnym etapie niezależny twór, będący wynikiem przeplatania oddzielnej osnowy z wątkami. Istnieją różne możliwości łączenia tak rozpatrywanych tkanin pojedynczych. A więc za pomocą klejenia,

przeszywania, zgrzewania i wreszcie sposobem tkackim, gdzie przeplata się układy wzajemnie prostopadłe, a więc osnowę i wątek, ale należące do dwóch różnych warstw.



Rys. 77. Tworzenie splotu tkaniny z nawarstwionymi dwoma układami osnowy:

- a) splot osnowy warstwy górnej, b) splot osnowy warstwy dolnej,
- c) splot tkaniny z nawarstwionymi dwoma układami nitek osnowy,
- d) umowny przekrój takiej tkaniny

Wyróżnić można kilka metod ich łączenia. Zestawiono je na rysunku 78, gdzie posłużono się symbolicznymi wyobrażeniami podanymi na początku rozdziału o splotach złożonych. W pierwszym przypadku jako sploty obu warstw przyjęto osnowowe (rys. 78a). Układami do siebie najbardziej zbliżonymi są: osnowa warstwy dolnej i wątek warstwy górnej. Ponieważ są one wzajemnie prostopadłe mogą być więc przeplecione. Taki sposób łączenia nosi nazwę nadwiąz. Rysunek 78b ilustruje metodę łączenia podwiązem, ponieważ w obu warstwach o splotach wątkowych układami najbardziej do siebie zbliżonymi są: osnowa górna i wątek dolny.

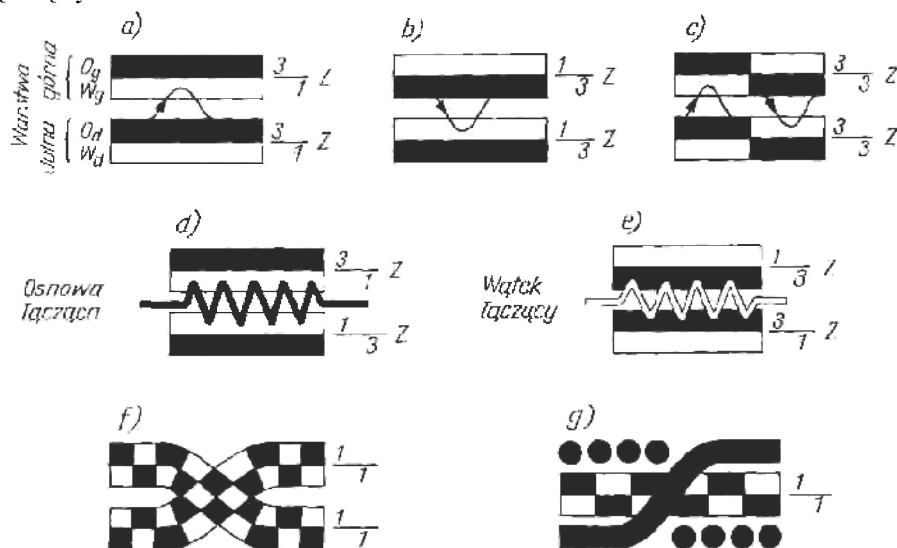
Trzeci przypadek (rys. 72c), gdzie występują sploty dwustronne, stwarza trojaki możliwości łączenia warstw:

- tylko nadwiązem;
- tylko podwiązem;
- nadwiązem i podwiązem równocześnie.

Im większa jest liczba łączy warstw tkaniny podwójnej, tym silniejsze ich zespolenie i większa sztywność wyrobu. Dlatego rozwiązania o dużej liczbie łączy stosuje się głównie w tkaninach technicznych, np. na taśmy przenośnikowe, podczas gdy w tkaninach podwójnych, odzieżowych liczba łączy jest niewielka.

Jeżeli splot warstwy górnej jest osnowowy (ciężki), a dolnej wątkowy (lekki, rys. 78d), to układami najbardziej do siebie zbliżonymi są: wątki górne i dolne. Jako wzajemnie równoległe nie mogą być splatane i dlatego do ich połączenia, a więc zespolenia obu warstw, stosuje się dodatkową osnowę

łączącą. Analogicznie postępuje się, gdy sploty warstw są: górnej - wątkowy, a dolnej - osnowowy (rys. 78e). Wówczas w celu połączenia nitek osnowy jako najbardziej do siebie zbliżonych układów, stosuje się dodatkowy wątek łączący.



Rys. 78. Metody łączenia warstw tkanin podwójnych:
a) nadwiaz, b) podwiaz, c) nadwiaz, podwiaz lub obie metody łącznie,
d) łączenie dodatkową osnową, e) łączenie dodatkowym wątkiem,
f) pełna wymiana warstw, g) wymiana położenia jednej warstwy (spinięcie)

Podobnie jak w przypadku wymiany wątków można dokonać wymiany położenia całych warstw lub ich części. Przykładami tego mogą być rozwiązania pokazane na rysunkach 78f i g. W pierwszym przypadku po pewnej liczbie wątków obie warstwy przenikają się wzajemnie, co równocześnie powoduje ich wzajemne zespolenie. W drugim - jedna z warstw o splotcie płóciennym pozostaje niezmienniona. Natomiast układy drugiej są w ciągłej separacji. Jeśli osnowa przechodzi do dołu, to wątki należące do tego układu przenikają warstwę środkową, dążąc ponad jej powierzchnię. Ten ostatni przypadek nosi nazwę spinięcia.

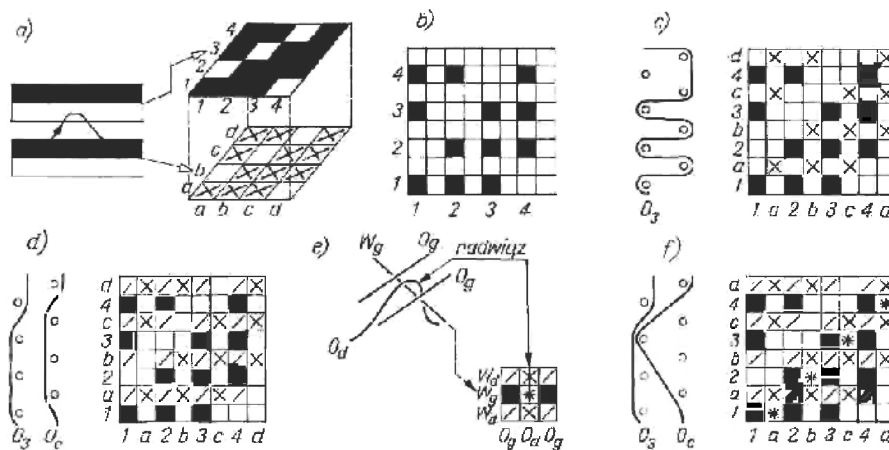
Na rysunku 79 przedstawiono rysunek splotu tkaniny podwójnej, której warstwy łączono metodą nadwiazu. Przyjmuje się następujący sposób postępowania. Dobiera się sploty dla obu warstw. Zgodnie z podanymi uwagami powinny być one dwustronne albo osnowowe. Przyjęto to ostatnie rozwiązanie, a

więc sploty osnowowe $\frac{3}{1}Z$ (rys. 79a), a stosunek ilościowy nitek obu

warstw osnów: $O_g : O_d = 1:1$; wątków: $W_g : W_d = 1:1$ (indeksy g, d odnoszą się odpowiednio do warstwy górnej i dolnej). Wielkości raportów wyniosą więc

$$R_o = 2 \cdot 4 = 8; \quad R_w = 2 \cdot 4 = 8;$$

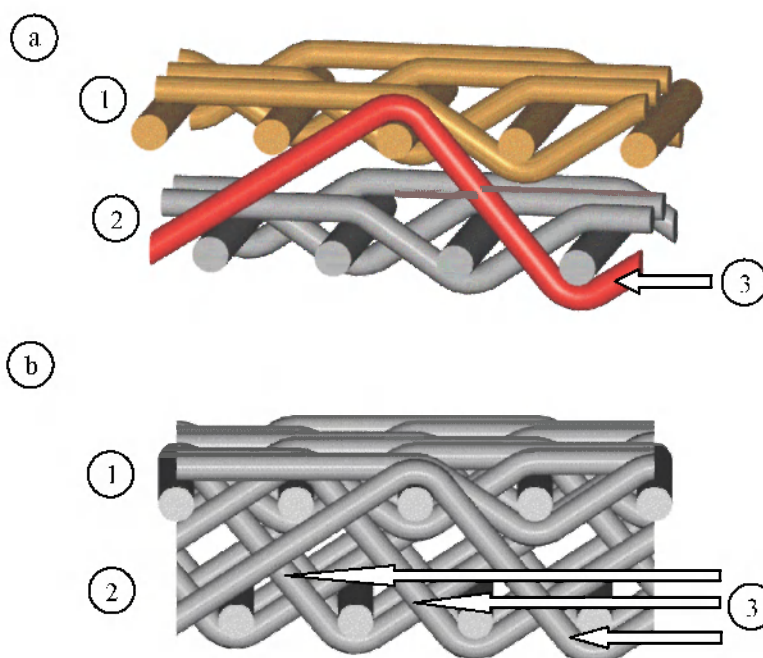
Sposób rysowania przyjęto taki jak dla tkanin z nawarstwionym układem wątkowym czy osnowowym. Tak więc należy rozsunąć nitki obu splotów i nanieść najpierw pokrycia osnowowe splotu warstwy górnej (rys. 79b), a następnie dolnej (rys. 79c). Postępowanie takie okazuje się jednak niewystarczające - wskazuje na to zamieszczony przykładowo przekrój wzdłuż trzeciej nitki osnowy warstwy górnej. Widać wyraźnie niezamierzone łączenie warstw. Okoliczność ta zaistniała, ponieważ nie dochowano warunku sytuowania górnej osnowy zawsze nad wątkami dolnym, co widać wyraźnie na rys. 79a przedstawiającym symbolicznie tkaninę podwójną. W celu wykluczenia takich nieprawidłowych zespołów należy skrzyżowania nitek osnowy warstwy górnej z wątkami dolnymi oznaczyć symbolem pokrycia osnowowego np. (rys. 79d). Wówczas sporządzony przekrój wykazuje występowanie dwóch tkanin niczym ze sobą nie połączonych. Teraz następuje ostatnia czynność - naniesienie punktów łączeń obu warstw. Na rysunku 79a przedstawiono obraz nadwiąz, a obok wynikający z niego warunek występowania pokryć. Nitka dolnej osnowy O_d ma przed nadwiązem pokrycia osnowowe w stosunku do obu wątków dolnych W_d . Powinna ona przebiegać łagodnie (rys. 74), ale i tak, aby nie była widoczna na prawej stronie tkaniny. I dlatego obie nitki osnowy warstwy górnej O_g mają w stosunku do wątku górnego W_g pokrycia osnowowe. Jeżeli dodać do tego wymaganie przechodzenia nitek osnowy warstwy dolnej do górnej (rys. 79a) można wskazać, że podane warunki nadwiąz będą spełnione na skrzyżowaniu z pierwszym i czwartym wątkiem górnym. Wybrano pierwszą propozycję (rys. 79f). Druga nitka osnowy dolnej może przepleść się z pierwszymi i drugimi wątkami górnymi itd. Miejsca nadwiąz przyjęto oznaczać gwiazdką *.



Rys. 79. Tworzenie splotu tkaniny podwójnej:

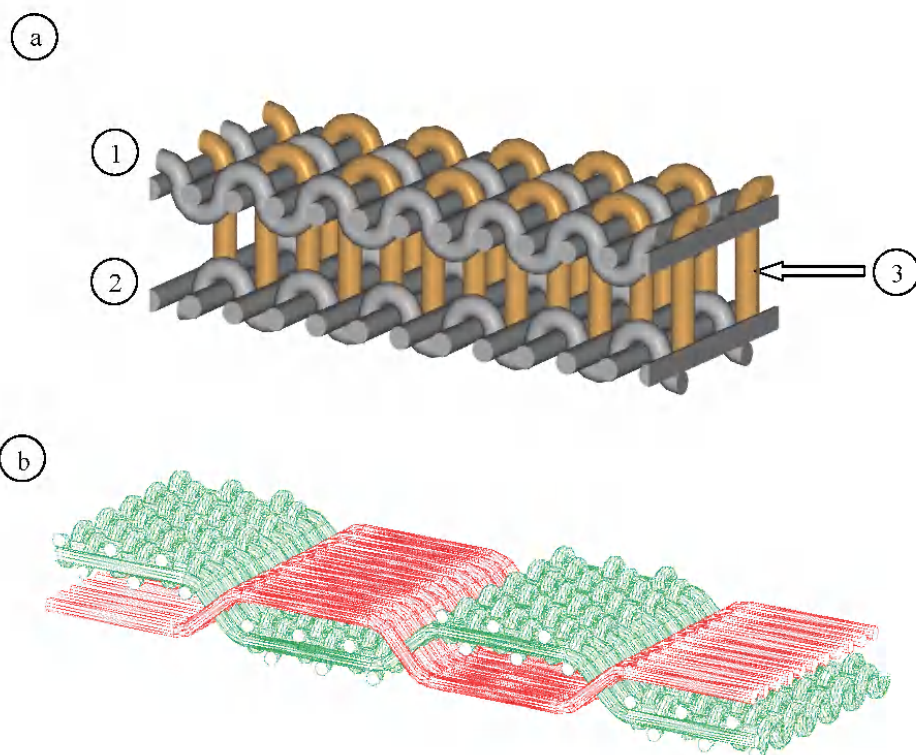
- a) sploty warstw górnej i dolnej, b) naniesienie splotu warstwy górnej,
- c) naniesienie splotu warstwy dolnej, d) naniesienie dodatkowych pokryć dla osnowy warstwy górnej, e) klasyczny nadwiaz, f) splot tkaniny podwójnej z naniesionymi oznaczeniami nadwiazów

Na rysunku 80 przedstawiono dwa wirtualne modele struktur tkanin, których warstwy są połączone metodą nadwiazu. W pierwszym przypadku (rys.80a) punkty nadwiazu będą bardzo nieliczne. Zapewni to wyrobowi miękkość. Natomiast w drugim przypadku (rys. 80b) wszystkie nitki osnowy warstwy dolnej przeplatają z wątkami warstwy górnej, co w konsekwencji daje bardzo dużą liczbę nadwiazów. Takie rozwiązania są typowe dla tkanin technicznych, aby otrzymać wyrób o dużej spójności całej konstrukcji tekstylnej.

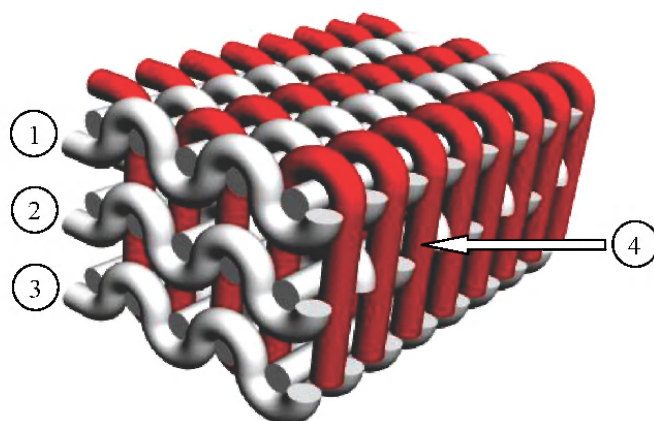


Rys. 80. Wirtualne modele fragmentów struktur tkanin podwójnych, których warstwy łączone są metodą nadwiazu:
1- warstwa górna, 2 - warstwa dolna,
3 - nitki osnowy warstwy dolnej przeplatające z wątkami warstwy górnej (nadwiaz)

Przykład tkaniny podwójnej, której obie warstwy o splocie podstawowym płóciennym są łączone osnową dodatkową, przedstawia rysunku 81. Takie rozwiązania stosowane są do wyrobów technicznych jak i przy wytwarzaniu tkanin z okrywą - typu plusz. Na tej samej zasadzie powstał kolejny przykład – tkaniny potrójnej, której warstwy połączone osnową dodatkową (rys. 82).



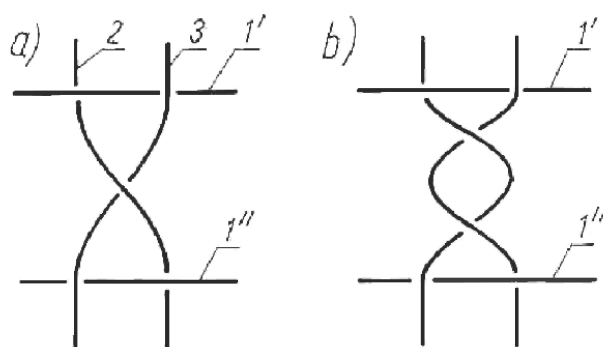
Rys. 81. Wirtualne modele struktur tkanin podwójnych, których warstwy łączone:
a) metodą osnowy dodatkowej: 1 - warstwa górna, 2 - warstwa dolna,
3 – dodatkowa osnowa łącząca;
b) metodą wymiany warstw (dla przejrzystości rysunku jedną z warstw o barwie czerwonej ograniczono do osnowy) (**Zoła K.**)



Rys. 82. Wirtualny model tkaniny potrójnej – złączeniem warstw osnową dodatkową:
1, 2, 3 – warstwy – górna, środkowa, dolna, 4 – dodatkowa osnowa łącząca

3.6. Sploty gazejskie

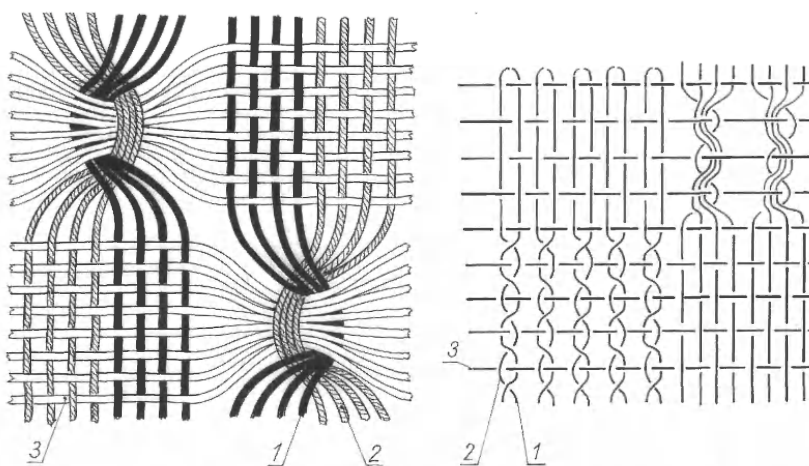
Sploty gazejskie stosuje się przede wszystkim w celu zapobieżenia przesuwaniu nitek w tkaninach ażurowych o małym wypełnieniu. Cechą charakterystyczną tych splotów są wzajemnie okręcone sąsiednie nitki osnowy, czy też nawet ich grupy. Stopień tego okręcania stanowi podstawę podziału. Wyróżnia się sploty gazejskie (rys. 83): półokręty i całokręty. W pierwszym przypadku między kolejnymi nitkami wątków może wystąpić tylko jedno skrzyżowanie (okręcenie) nitki osnowy, a w drugim co najmniej dwa.



Rys. 83. Podstawowe sploty gazejskie:

a) półokręt, b) całokręt; 1', 1'' – wątki, 2, 3 – nitki osnowy: stojąca, okręcająca

Sploty gazejskie stwarzają możliwości uzyskania dużej różnorodności strukturalnej i bogactwo wzornicze. Dwa takie przykłady prezentuje rysunek 84.



Rys. 84. Przykłady tkanin ażurowych, wzorzystych wykonanych przy pomocy splotów gazejskich: 1, 2 – nitki osnowy stojące, okręcające, 3 – wątki

Przegląd ograniczono do prezentacji podstawowych grup strukturalnych. Aspekty technologii przywoływano jedynie w celu wyjaśnienia ich budowy.

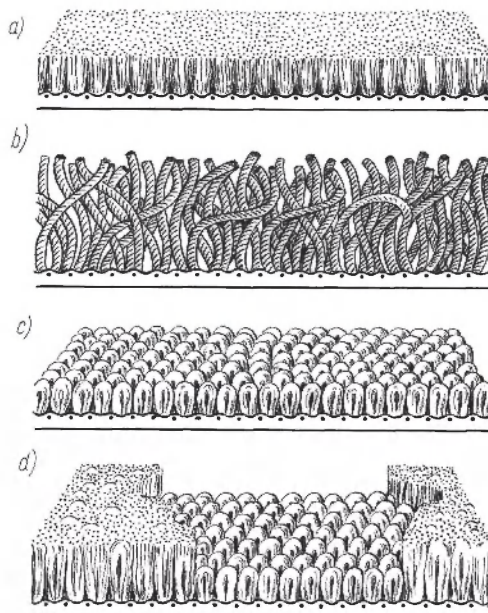
4. ASORTYMENT STRUKTUR TKANINOWYCH

4.1. Tkaniny z okrywą

4.1.1. Rodzaje okryw

W zależności od obrazu powierzchni tkaniny dzieli się na gładkie i z okrywą. W tym ostatnim przypadku nad powierzchnią wyrobu występują:

- końce pojedynczych włókien tkwiące w nitkach, lub rozwłóknione końce nitek, wydobytych nad powierzchnię tkaniny - dające okrywę włókienną (rys. 85a),
- nierozwłóknione końce nitek – dające okrywę nitkową, sznurkową (rys. 85b),
- pętle nitek – dające okrywę pętlową (rys. 85c),
- lub kombinacje tych okryw – dające okrywę mieszaną (rys. 85d).

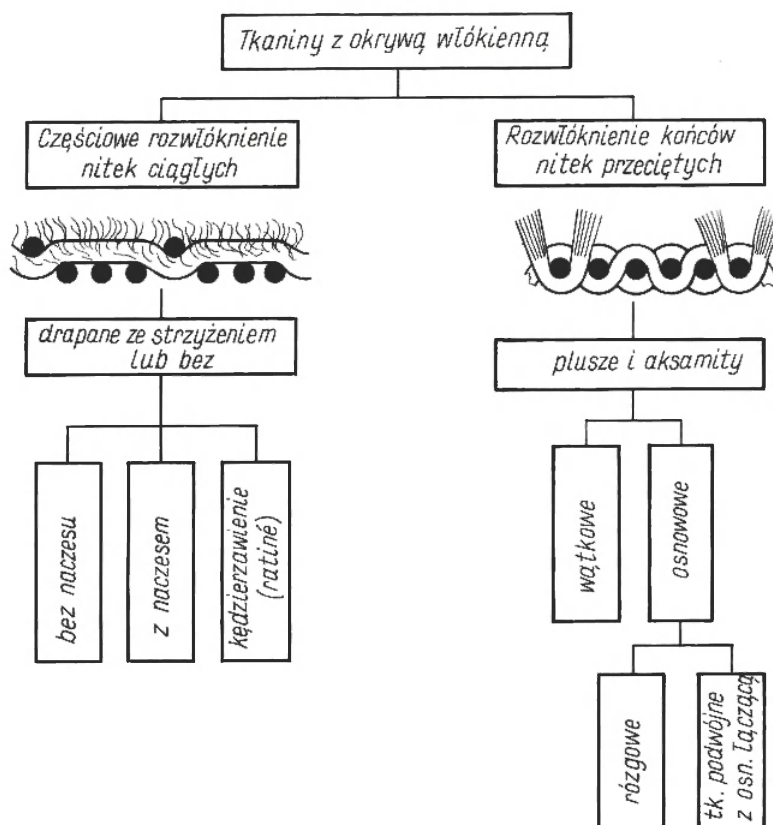


Rys. 85. Obrazy widoków różnych okryw tkanin:
a) włókienna, b) nitkowa, sznurkowa, c) pętlowa,
d) mieszana: pętlowo-włókienna

4.1.2. Tkaniny z okrywą włókienną

Okrywa włókienna może być tworzona dwojako (rys. 86):

- w wyniku częściowego rozwłóknienia nitek, w większości wątków, bez utraty ich ciągłości. Układ, którego strukturę celowo narusza się, powinien charakteryzować się niedużym natężeniem skrętów ;
- w wyniku rozwłókniania końców, uprzednio przeciętych, niektórych nitek jednego z układów w tkaninie.

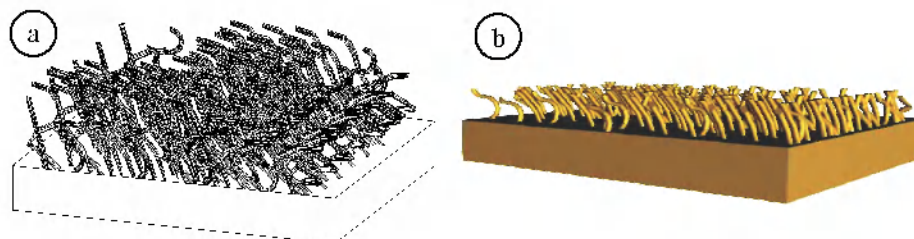


Rys. 86. Podział tkanin z okrywą włókienną

Tkaniny drapane

W pierwszym przypadku wykorzystuje się do częściowego rozwłókniania nitek jeden z procesów wykończalniczych, jakim jest *d r a p a n i e*. Wydobyte tym sposobem nad powierzchnię tkaniny fragmenty nitek z ich końcami zostawia się w tej postaci (rys. 87a) po lewej stronie niektórych tkanin, na przykład flanelowych koszulowych czy piżamowych. Dalsze sposoby kształtowania okrywy włókiennej, to jej strzyżenie (rys. 87b), lub zaczesywanie.

Ta operacja, przeprowadzona najczęściej wzdłuż osnowy, pozwala uzyskać, obok efektu wzorniczego (naces), własności redukowania przepuszczalności wody, która splywa po włóknach. Przykładem mogą być tkaniny bawełniane - loden na wiosenne czy też jesienne płaszcze (rys.88). Ostatnia możliwość to mechaniczne zwijanie grupy włókien okrywy i ukształtowanie ich w spiralnie skręcone kosmyki (ratiné - kędzierzawienie). Zaprezentowana cała grupa takich tkanin nosi nazwę d r a p a n y c h.



Rys. 87. Okrywa włókienna: a) po drapaniu powierzchni tkaniny, b) po przystrzyżeniu



Rys. 88. Widok tkaniny typu loden

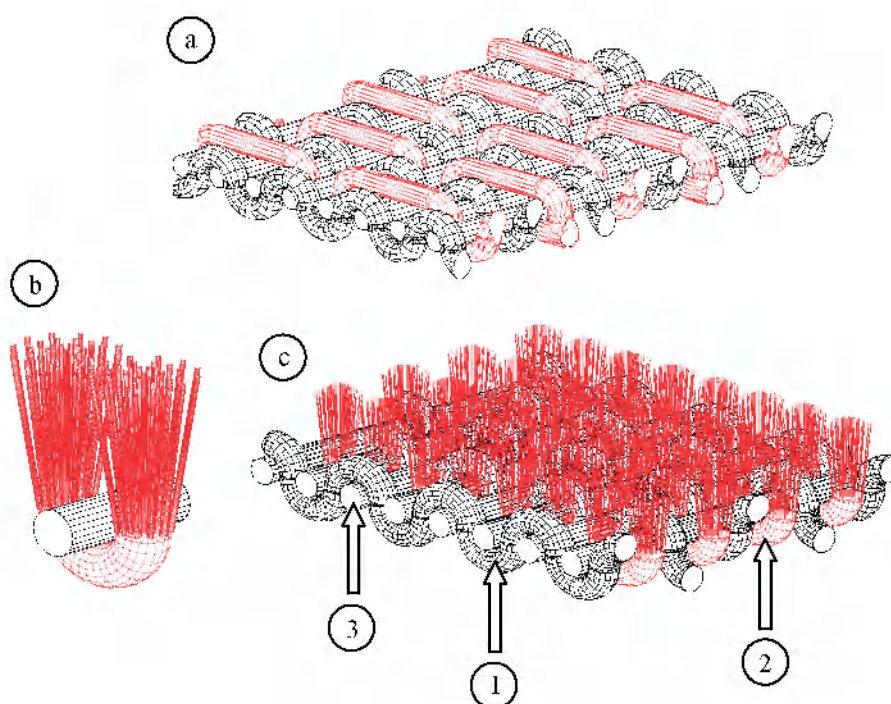
Plusze

W drugiej grupie tkanin okrywę włókienną tworzą rozwlóknione końce przeciętych części nitek wydobytych nad powierzchnię wyrobów, które noszą nazwę p l u s z ó w. W zależności od tego z którego układu pochodzą przecinane nitki – tkaniny otrzymują nazwę odpowiednio pluszów wátkowych lub osnowowych.

Plusze wątkowe

Strukturę i technikę ich tworzenia przedstawiono w rozdziale 3.4.4. Poniżej (rys. 89) zaprezentowano modele wirtualne dwóch etapów formowania pluszów wątkowych podłużnie prążkowanych. Sytuowanie na nitkach osnowy zamocowań wątków, tworzących w następnym etapie pędzelki włókienne, warunkuje:

- wymiary ich ramion,
- rozłożenie okrywy na powierzchni tkaniny: równomierne, w prążkach lub w postaci wzorów.

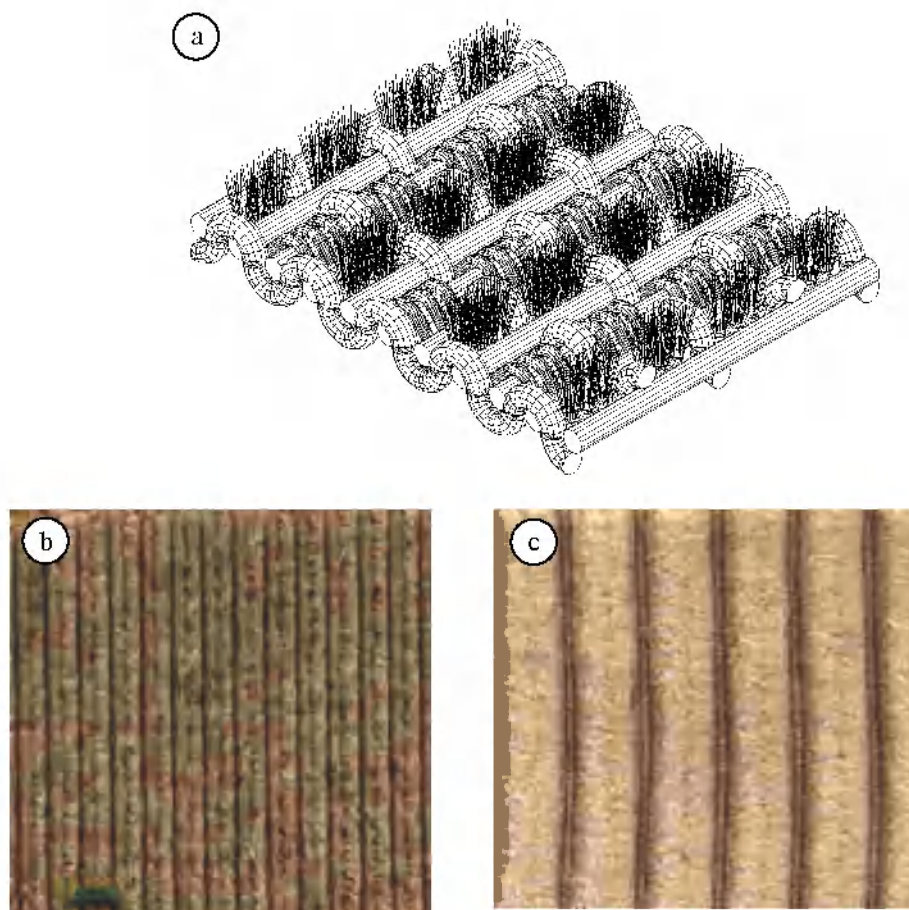


Rys. 89. Plusz wątkowy:

a) formowanie tkaniny pluszowej na krośnie, b) uformowany pędzelek włókienny utworzony z przeciętego wątku, c) plusz wątkowy, 1 - wątki zasadnicze, 2 - wątki okrywy po przecięciu, 3 - osnowa

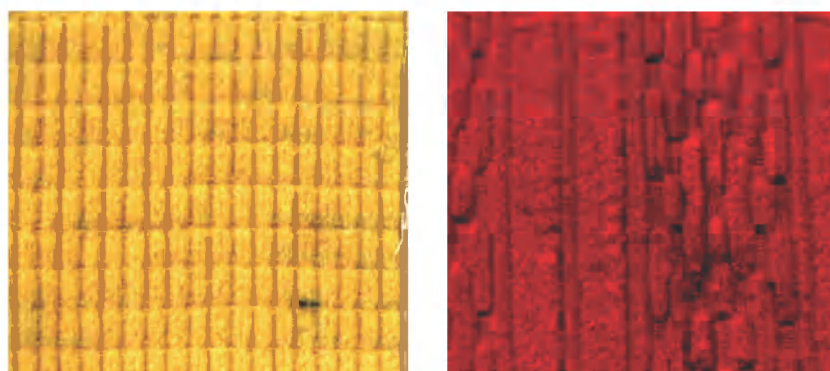
Po przecięciu wątków okrywy plusz poddany jest wielu zabiegom i operacjom wykończalniczym. Dzięki nim ramiona pędzelków zostają usytuowane pionowo, ich końce rozwłóknione, a cała tkanina podklejona. Przeploty wątków okrywy z osnową mogą być rozłożone:

- równomiernie na całej powierzchni tkaniny,
- wzdłuż tkaniny - na blisko siebie położonych grupach nitek osnowy – co tworzy odmianę pluszów wątkowych prążkowych: z wąskimi prążkami - genua-cord, z szerokimi – manchester (rys. 90),



Rys. 90. Plusze wątkowe wzdłużnie prążkowane:

- a) model wirtualny pluszu wątkowego wąsko prążkowych typu genua – cord (Zola K.)
- b) fotogram powierzchni pluszu wątkowego wąsko prążkowych genua - cord,
- c) fotogram powierzchni pluszu wątkowego szeroko prążkowych – Manchester



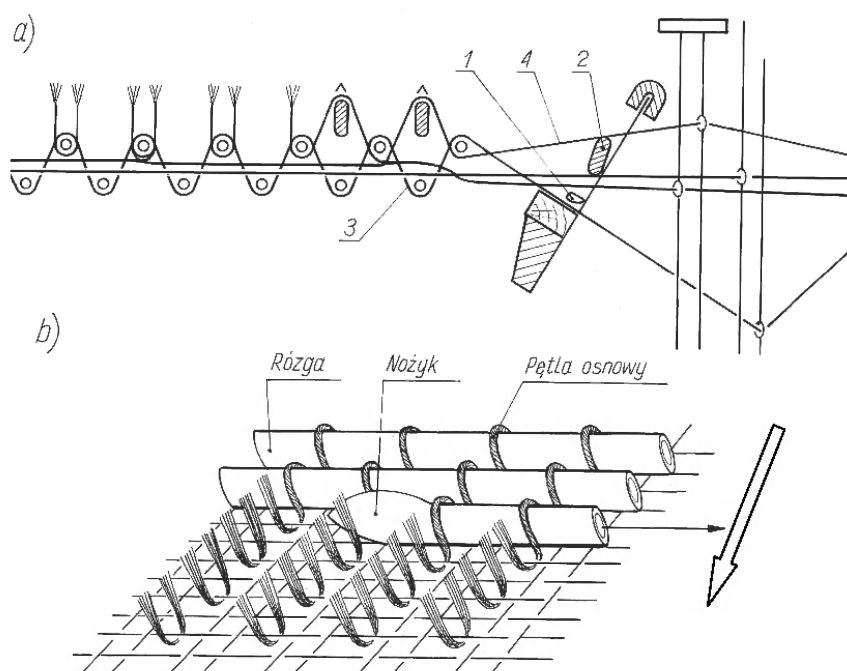
Rys. 91. Fotogramy powierzchni pluszów wątkowych wąsko prążkowanych, wzorzystych

- według innych zasad, pozwalających na wypadanie podczas przecinania wątków okrywy pewnych ich fragmentów, w konsekwencji powstaje kolejna odmiana pluszów wątkowych - wzorzyste (rys. 91).

Od dawna plusze wątkowe (welwety) są powszechnie szeroko stosowanymi tkaninami na odzież zewnętrzną oraz w tapicerstwie.

Plusze osnowowe

Ten rodzaj tkanin można wytwarzać dwojako. Pierwsza technika, zwana różgową, polega na okresowym wprowadzaniu do przesmyku, po pewnej liczbie wątków, pręta (różgi) (rys. 92). Część nitek osnowy wyniesiona oplata go i tak zostaje on wrobiony w nowo utworzony element tkaniny. Po pewnym czasie różga zostaje wyciągnięta, a umieszczony na jej końcu nożyk przecina poprzednio ukształtowane pętle. Wysokość okrywy ustala się odległością zamocowań nitek okrywy na wątkach i wymiarem poprzecznym różgi.

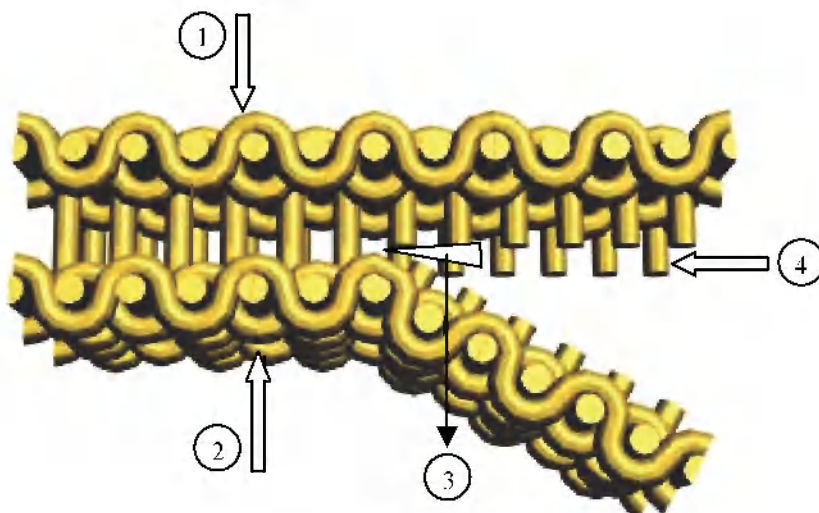


Rys. 92. Tworzenie pluszu osnowowego metodą różgową:

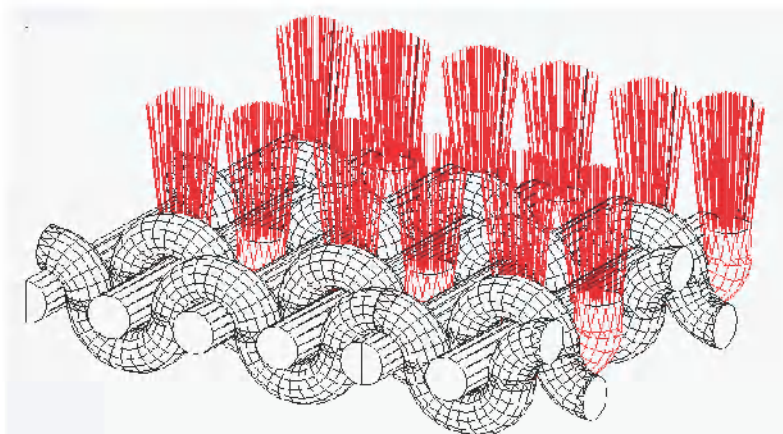
- a) widok z boku krosna pluszowego: 1 – nośnik wątku, 2 - różga, 3 - osnowa zasadnicza, 4 - osnowa okrywy, b) tworzenie okrywy – wyciągana różga nożykiem przecina pętle – powstają końce nitek, które zostaną poddane rozwlóknieniu dla uzyskania pędzelka włókiennego

Drugi sposób formowania pluszów osnowowych jest analogiczny do wytwarzania tkanin podwójnych, których warstwy łączone są osnową dodatkową. Zostaje ona na krośnie przecięta po powstaniu pewnego odcinka

wyrobu. W wyniku tego powstają dwie niezależne tkaniny, każda z okrywą włókienną (rys. 93). Wysokość okrywy ustala się odległością w pionie i poziomie zamocowań osnowy dodatkowej na wątkach.

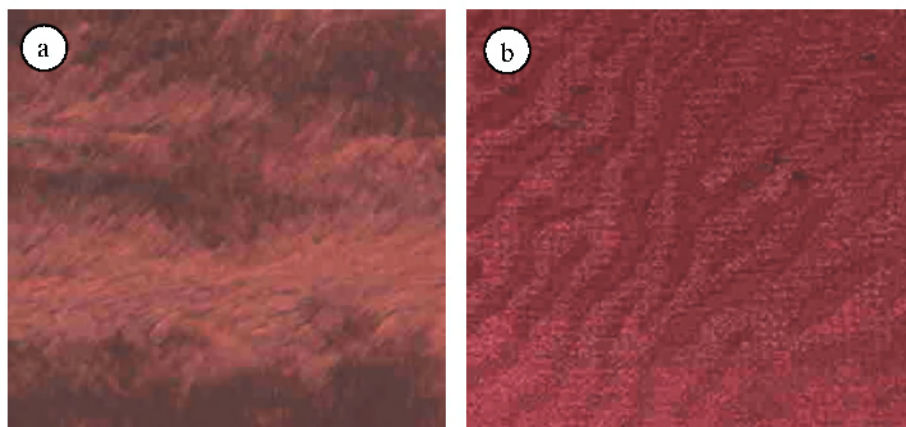


Rys. 93. Wirtualny model formowania pluszów osnowowych przez przecinanie w podwójnej tkaninie osnowy dodatkowej, łączącej obie warstwy:
1 - warstwa górna, 2 - warstwa dolna, 3 – przecięta osnowa łącząca warstwy,
4 – nóż przecinający osnowę łączącą



Rys. 94. Wirtualny model warstwy dolnej tkaniny podwójnej po rozwłóknieniu końców przeciętej osnowy dodatkowej łączącej obie warstwy tkaniny podwójnej

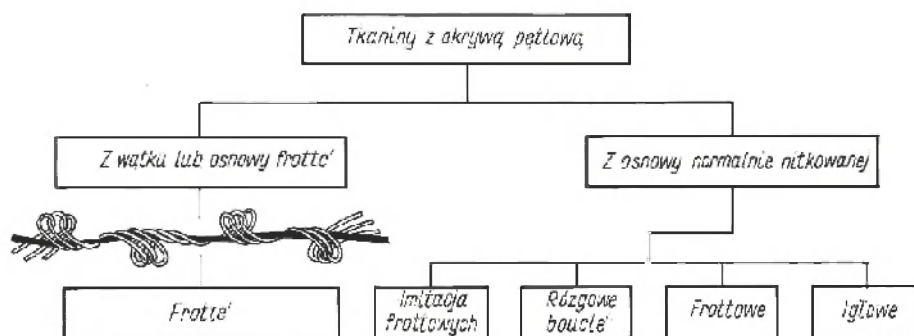
Wyroby tej grupy o wysokości okrywy do 3 mm noszą nazwę aksamitów, a powyżej tej wartości – pluszów. Znajdują liczne zastosowania w odzieżownictwie, a zwłaszcza jako podbicia kurtek, sztuczne futra i w tapicerstwie.



Rys. 95. Fotogramy powierzchni pluszów osnowowych:
a) gładki z wysoką okrywą, b) wzorzysty z niską okrywą

4.1.3. Tkaniny z okrywą pętlową

Rysunek 96 przedstawia podział tkanin z okrywą pętlową. Pierwszą grupę stanowią wyroby z wątkami, lub tylko w szczególnych przypadkach osnowy, z nitkami ozdobnymi typu frotté. Dzięki nim po obu stronach na powierzchniach tkaniny, o nazwie frotté, występują dość równomiernie rozłożone pętle.

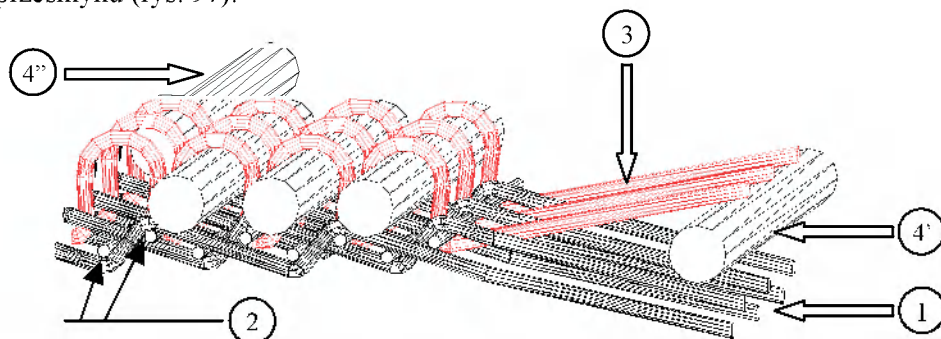


Rys. 96. Podział tkanin z okrywą pętlową

W drugiej grupie okrywa powstaje wyłącznie z osnowy, z której tworzy się pętle. Najprostsze rozwiązanie uzyskuje się stosując określoną grupę splotów modyfikowanych - dających wyrób imitujący tkaninę frottową z relatywnie niewielkiej wysokości pętlami (rys. 64).

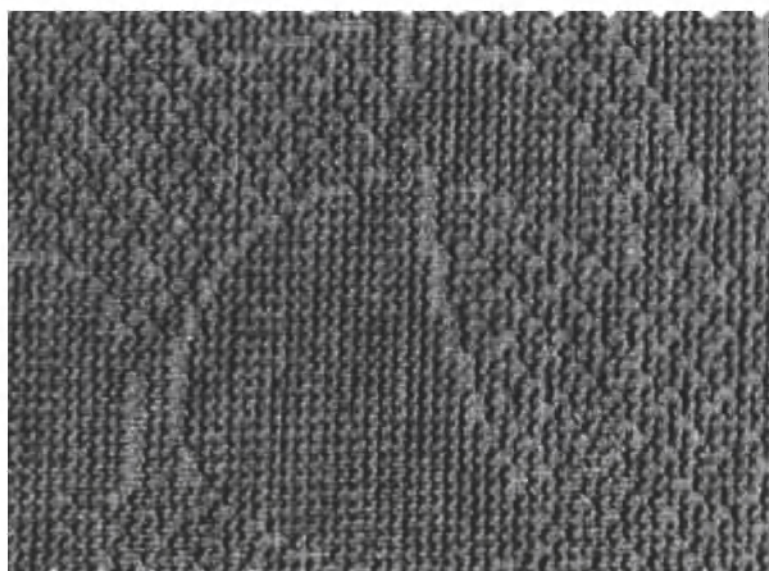
Znacznie lepsze wyniki uzyskuje się stosując technikę różgową lub grupowego dobijania wątków. Pierwsza z nich jest podobna do omówionej przy pluszach osnowowych (rys. 92). Różnica dotyczy budowy i funkcji różgi, którą

wprowadza się do przesmyku. Jest ona na całej długości gładka bez nożyka. Po wetkaniu kilku takich prętów skrajny wyciągany na zewnątrz pozostawia uformowane na nim poprzednio pętle i kierowany jest do nowo utworzonego przesmyku (rys. 97).



Rys. 97. Tworzenie tkaniny pętlowej na krośnie różgowym:
1 - osnowa zasadnicza, 2 - wątki, 3 - osnowa okrywy, 4 - różgi : 4' - wprowadzanie różgi do przesmyku, 4'' - wyciąganie różgi z utworzonych pętli z nitki okrywy

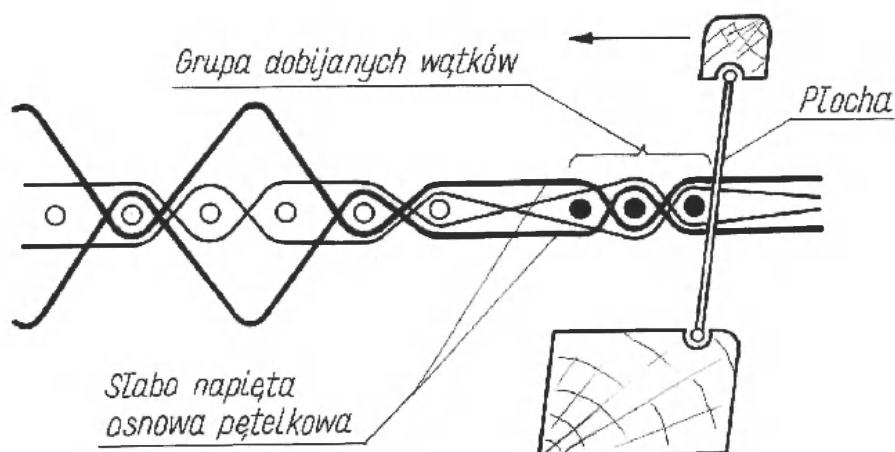
Typowym przykładem są tkaniny typu bouclé stosowane głównie na obicia w meblarstwie (epingle) (rys. 98), jako chodniki, dywany oraz wyroby dekoracyjne.



Rys. 98. Tkanina z okrywą pętlową, różgowa, wzorzysta (epingle)

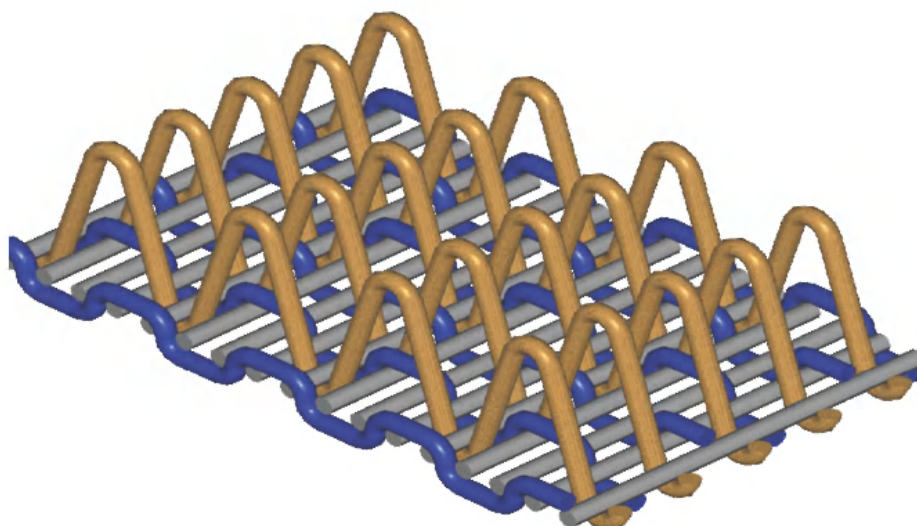
W kolejnym rozwiązaniu zmienia się na krośnie w programie formowania tkaniny sekwencję dobijania dopiero po wprowadzeniu do kolejnych formowanych przesmyków trzech a niekiedy czterech wątków. Wymaga to

zastosowanie w krośnie specjalnego sterowanego dobijania. Wówczas część nitek osnowy, którym celowo nadano małe napięcie wstępne, zostaje zakleszczona tą grupą trzech, czterech wątków i nimi w czasie dobijania przesunięta do krawędzi tkaniny (rys. 99). Jej nadmiar długości wystąpi w postaci pętli, w zależności od przyjętego splotu ponad lub pod powierzchnią wyrobu.



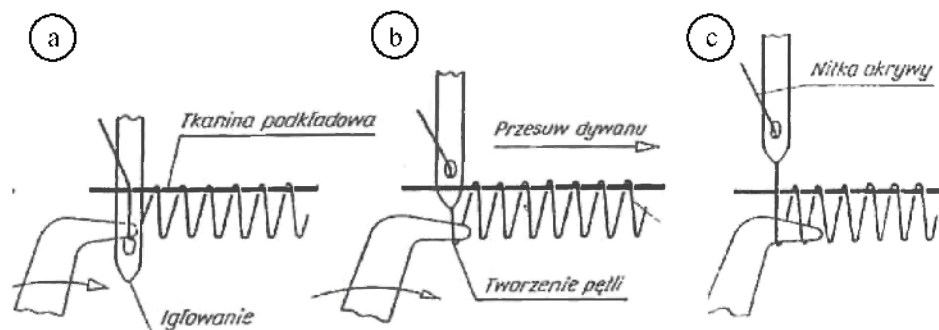
Rys. 99. Tworzenie tkaniny frotowej

Natomiast pozostałe nitki osnowy, zwane zasadniczymi, silnie napięte (na rysunku oznaczone cieńszą linią) stanowią dla grupy dobijanych wątków prowadnice. Tak otrzymywane tkaniny noszą nazwę frotto *w y c h*.



Rys. 100. Wirtualny model tkaniny frotowej z grupą 3 wątków – równocześnie dobijanych (Zoła K.)

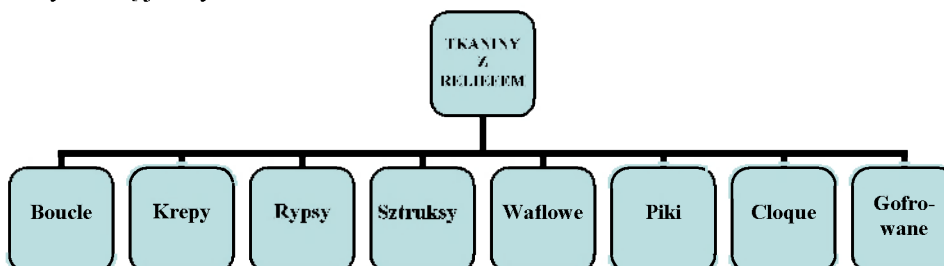
Ostatnia grupa metod tworzenia okrywy pętlowej polega na zastosowaniu techniki podobnej jak przy produkcji dywanów przetykanych (igłowych). Różnica tkwi jedynie w braku operacji przecinania formowanej pętli (rys. 101).



Rys. 101. Fazy formowania metodą igłowania dywanu z okrywą pętlową:
a) igła po przebicciu tkaniny podkładowej wprowadza pętlę nitki w obszar działania płaszczki,
b) płaszczka przytrzymuje pętlę nitki umożliwiając wycofywanie się igły,
c) igła i płaszczka osiągają swoje skrajne położenia

4.2. Tkaniny z reliefem

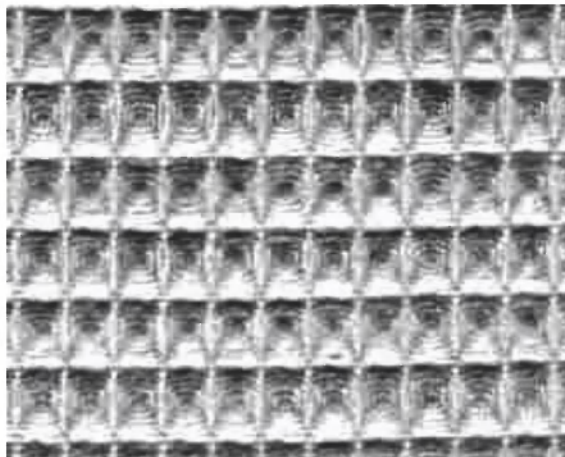
Tkaniny tej grupy charakteryzują się występowaniem na ich powierzchni wypukłości i wklęśnięć, a więc odznaczają się znaczną plastyką. Ogólnie nazywa się je wyrobami z reliefem.



Rys. 102. Podział tkanin z reliefem

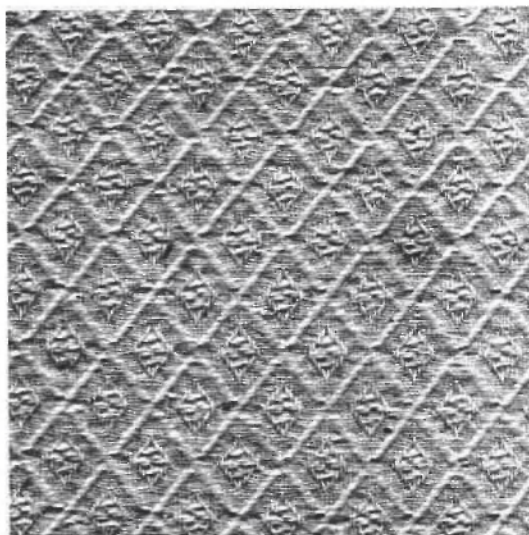
Najprostsze rozwiązania uzyskuje się stosując przędze ozdobnie nitkowane typu bouclé – o programowo zróżnicowanej grubości w sąsiednich grupach nitek lub na ich długości. Świadomie, z uwagi na przeznaczenie, nikły relief występuje w krepach. Znacznie większą plastykę dają sploty rypso-we. Ich wypukłe żebra, ułożone wzdłużnie lub poprzecznie do całości tkaniny, są tworzone przez dłuższe nieprzeplecione odcinki nitki osnowy lub wątków. Natomiast sztruksy mają wypukłości usytuowane też wzdłużnie lub

poprzecznie jak rypsy ale utworzone przez zębra z przeplecionych grup nitek osnowy z wątkami. Sploty waflowe tworzą obramowane czworoboczne wgłębienia – ujawniające się w tkaninie po jej zdjęciu z krosna.



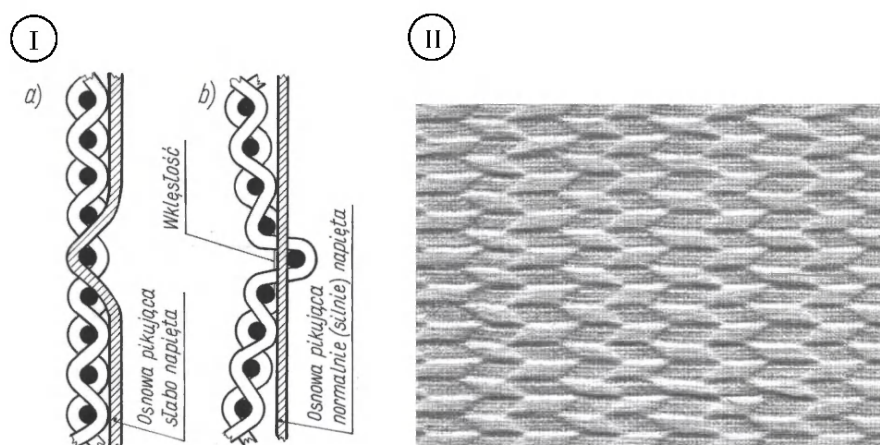
Rys. 103. Tkanina o splotie waflowym

Do bardzo typowych reprezentantów tkanin z reliefem należą bez wątpienia piki. Na ich powierzchni widoczne są miejscowe wyoblenia. Wyróżnia się imitacje i piki prawdziwe. W tych pierwszych występujące na powierzchni pojedynczej tkaniny o splotie płóciennym, niewielkie wypukłości utworzone są ze zgrupowanych, miejscowo dłuższych, nieprzeplecionych odcinków osnowy lub wątków formujących wzór geometryczny.



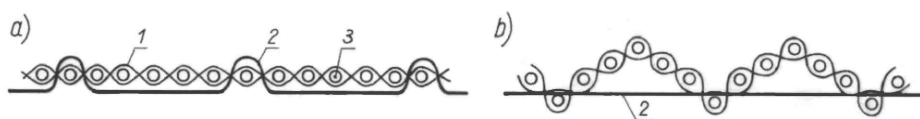
Rys. 104. Imitacja piki

Natomiast piki prawdziwe są wyrobami z nawarstwionymi nitkami osnowy. Jedna, liczniejsza ich warstwa tworzy z wątkiem splot płócienny. Natomiast dolna, zwana pikującą, ma pokrycia osnowowe (nadwiazę) tylko w miejscach, które stanowią we wzorze granice motywu. Realizacja tych zamierzeń wymaga nadania jej większego wstępnego napięcia. Wtedy dla miejsc nadwiazu następuje przesunięcie wątków przeplatanych z osnową pikującą do dołu, co daje pożądane zagłębienie wokół motywu.



Rys. 105. Pika prawdziwa: I – formowanie, II – widok

Inny sposób kształtowania powierzchni tkaniny polega na zastosowaniu wątków o różnych właściwościach. Metoda ta zyskała obecnie duże znaczenie, gdy do dyspozycji jest wiele różnorodnych włókien chemicznych. Grupa takich tkanin nosi nazwę *cloqué*.



Rys. 106. Tworzenie tkaniny *cloqué*:

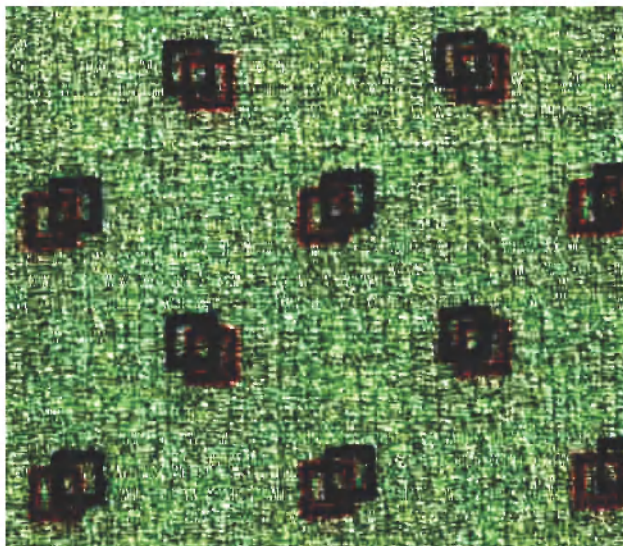
a) struktura po utkaniu i zdjęciu z krosna, b) struktura po zamoczeniu;
1,3 – osnowa, wątki niekurcziwe po zamoczeniu, 2- wątek kurcziwy

Przykładem uzyskiwania tą metodą znacznej plastyki jest wyrób (rys.106), gdzie:

- do kolejnych przesmyków zostają wprowadzone, przeplatające się z osnową splotem płóciennym, wątki o małej kurczliwości po zamoczeniu,
- a następnie wprowadza się wątki o dużej kurczliwości po zamoczeniu, które mają pokrycia wątkowe w miejscach określonych konturami tworzonego motywu wzoru.

Po zamoczeniu wyrobu wątki tej drugiej grupy kurczą się znacznie i ściągają tkaninę nadając jej powierzchni określoną rzeźbę.

Jako inną własność, różnicującą zachowanie się wątków w wyniku obróbki po tkaniu, można wymienić przykładowo termokurczliwość.



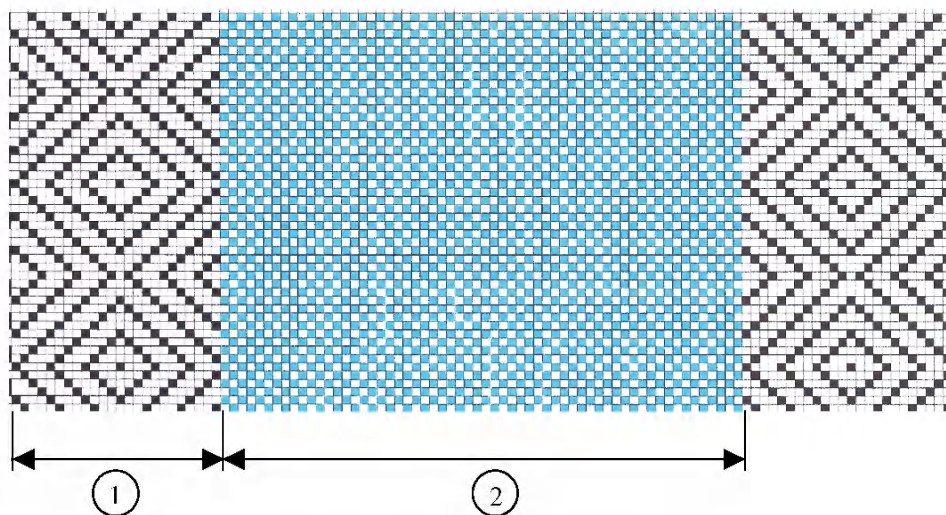
Rys. 107. Tkanina typu cloqué

Do formowania tkanin typu cloqué można również wykorzystać osnowę. Przykładem jest postępowanie, gdzie nadaje się niektórym nitkom o większej sprężystości z kolei większe napięcie. Po zdjęciu z krosna w wyniku relaksacji te ostatnie ściągają odpowiednie fragmenty tkaniny dając pożądany efekt reliefu.

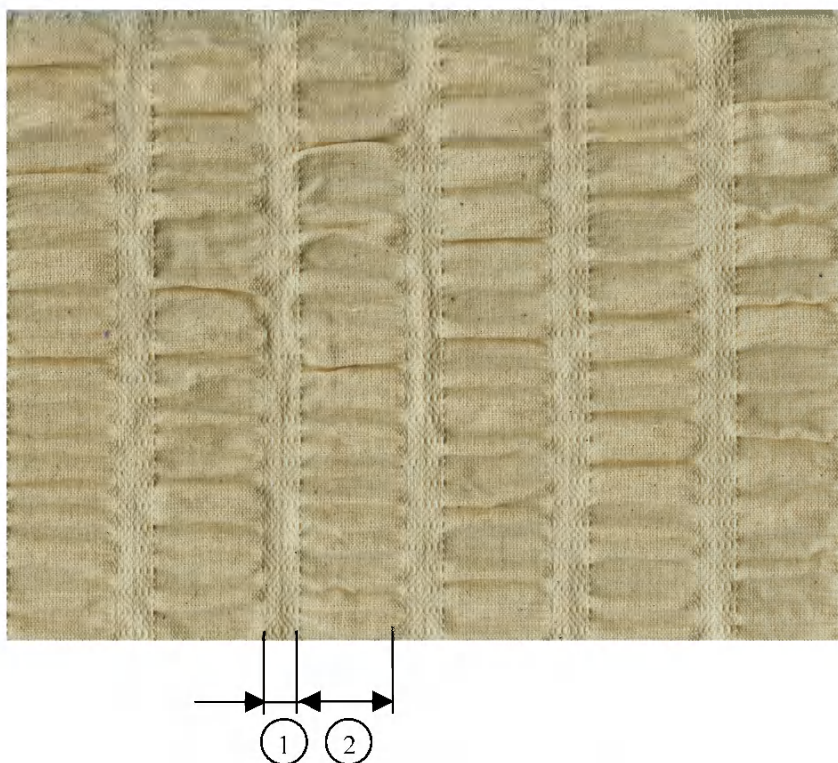
Kolejna grupa struktur tkanych o nazwie gofr znaczną plastykę powierzchni uzyskuje dwojako:

- techniką tkacką,
- techniką wykończalniczą.

W pierwszym przypadku w sąsiednich pasach usytuowanych wzdłuż osnowy występują kolejno dwie grupy splotów zróżnicowanych liczbą przeplotów na jednostce długości wyrobu (rys.102). I tak w części z lewej strony rysunku zastosowano splot z długimi nieprzeplecionymi odcinkami osnowy, o małej liczbie przeplotów na jednostce długości tkaniny – a więc o małym wrobieniu nitek. Natomiast w części, gdzie ma wystąpić duża plastyka wyrobu jest splot płócienny - o bardzo dużej liczbie przeplotów i dużym wrobieniu osnowy. Powoduje to wypiętrzenie tkaniny w tej części – dając pożądaną plastykę wyrobu. Tak budowane tkaniny znajdują szerokie zastosowanie szczególnie w bieliznie pościelowej i odzieży. Obok możliwego do uzyskania interesującego efektu plastycznego na podkreślenie zasługuje fakt, że wyroby takie po praniu nie wymagają prasowania, co obok wygody daje znaczną obniżkę kosztów użytkowania.

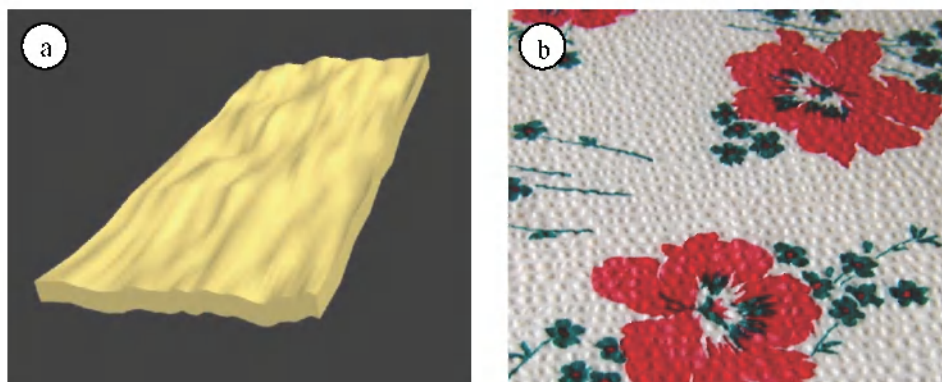


Rys. 108. Gofra tkacka – rysunek splotu:
1 – część gładka, 2 – część z dużą plastyką wyrobu. Autor projektu: E.Wilk

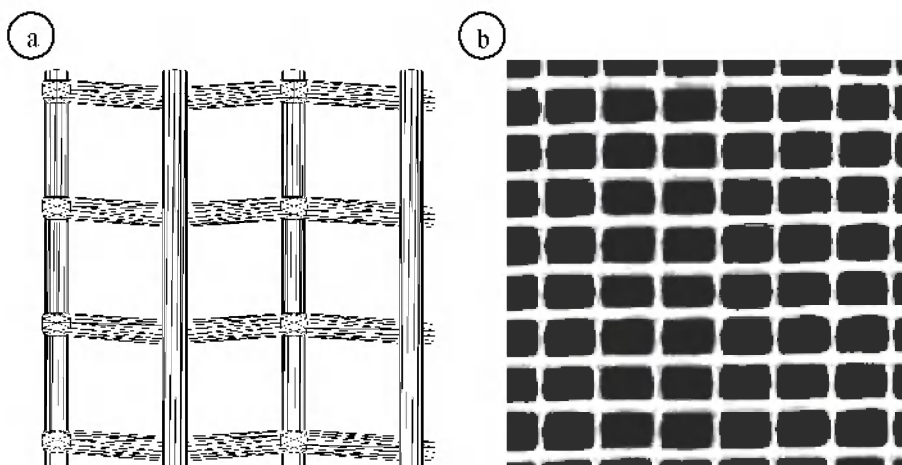


Rys. 109. Tkanina – gofra tkacka wg. projektu z rys.108

Ostatnia technika nadania znacznej plastyki należy do obróbki w procesach wykończalniczych. Polega na wytłaczaniu, w odpowiednich warunkach (działanie chemiczne i cieplne), ukształtowanymi walcami, na powierzchni tkaniny wzorów i z kolei ich utrwalanie. Wyroby takie noszą nazwę **gofrowanych**.



Rys. 110. Tkaniny gofrowane:
a) jeden z wirtualnych modeli ukształtowania powierzchni,
b) tkanina z drobnym wzorem „groszkowym”

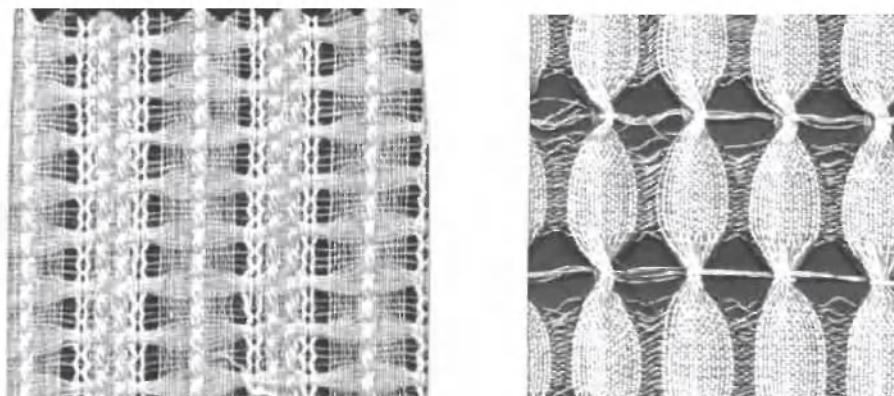


Rys. 111. Tkaniny siatkowe:
a) w splocie klasycznym płóciennym, b) w splocie gazejskim – półkręcie

4.3. Tkaniny ażurowe

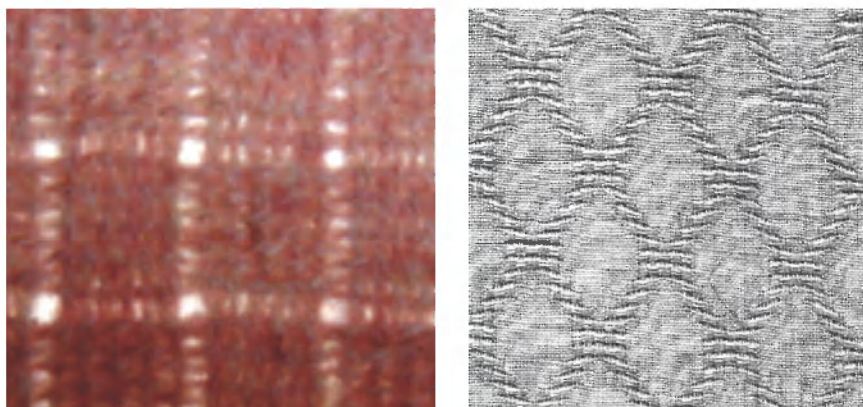
Tę grupę tkanin cechuje występowanie prześwitów. Mogą być one wymiarowo równe lub różne, równomiernie lub według innych zasad rozmieszczone na tkaninie. Najprostszą odmianą wyrobów ażurowych są siatki,

których zapelnienie zarówno osnową jak i wątkiem jest relatywnie niewielkie (rys.111). Takie rozwiązanie może sprzyjać jednak przesuwalności nitek, co z racji powstawania nierównomierności struktury jest niepożądane. Zapobiega się takim przypadkom stosując sploty gazejskie – najczęściej półkręty. Przykładami bardzo licznych zastosowań takich tkanin mogą być: siatki natynkowe, gazy: młyńska i opatrunkowa, niektóre tkaniny filtracyjne oraz krajki, zwłaszcza tkanin produkowanych na krosnach beczólenkowych dyszowych i rapierowych oraz wielotorowo. Ta stabilizacja rzadkich struktur tkanin przez sploty gazejskie została wykorzystana do formowania bardzo ciekawych wzorniczo tkanin (rys.112).



Rys. 112. Tkaniny wzorzyste o splocie gazejskim - półkręcie

Jednak techniczne trudności oraz znaczna praco- i czasochłonność technologii tkanin o rozbudowanych splotach gazejskich ograniczyły ich stosowanie w wyrobach odzieżowych i dekoracyjnych.



Rys. 113. Tkaniny ażurowe na bazie splotów kanwowych

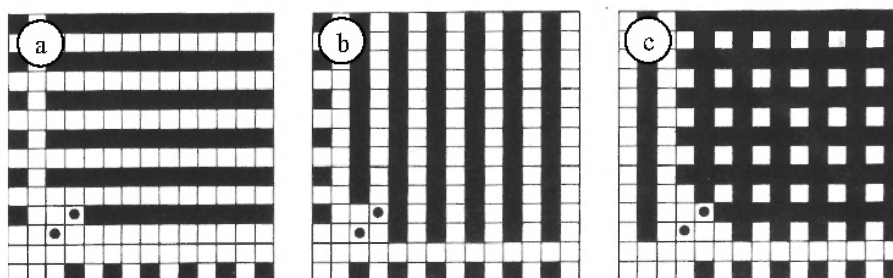
Miejscową ażurowość uzyskuje się stosując sploty modyfikowane i zestawne. Typowymi reprezentantami są sploty kanwowe (rys.113).

4.4. Tkaniny wzorzyste

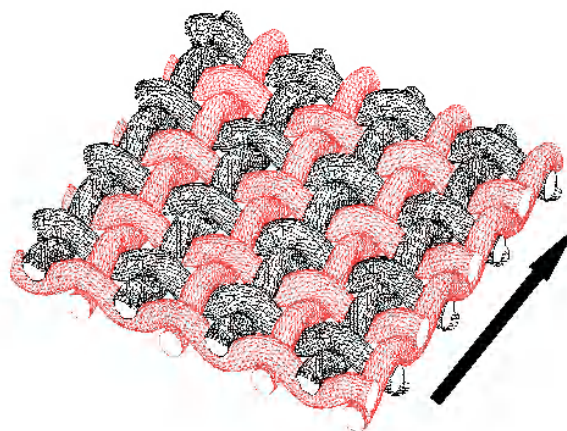
Wzorzystość tkanin uzyskuje się stosując:

- odpowiednie rozwiązania strukturalne,
- programowe rozmieszczenie na widocznej powierzchni tkaniny barw stosowanych nitek,
- równoczesne oba wyżej wymienione postępowania.

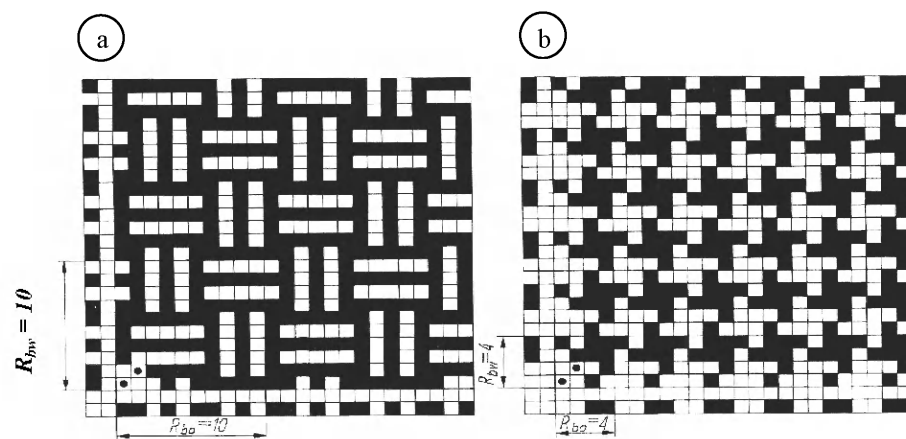
Pierwszy z przypadków omówiono w części poświęconej splotom modyfikowanym i zestawnym. Obecnie zaprezentowane zostaną rozwiązania, w których efekt wzorzystości ma swoje źródła w operowaniu splotem i barwą zastosowanych nitek. Najprostszymi przykładami mogą być wzory jednonitkowe. Na rysunku 114 przedstawiono trzy przypadki tkanin – wszystkie o splotcie płóciennym. Dzięki przyjętej kolejności dwóch barw nitek zarówno osnowy jak i wątków uzyskano zgrupowanie pokryw założonej barwy. I tak w pierwszych dwóch przypadkach widoczne stają się kolejno ciągłe zgrupowania czarnych a następnie białych pokryw osnowowych i wątkowych wzdłuż linii poziomych (rys.114a) lub pionowych (rys.114b). W trzecim widoczny jest wzór kratki. Rysunek 115 jest wirtualnym modelem tkaniny z wzorem liniowym podłużnym.



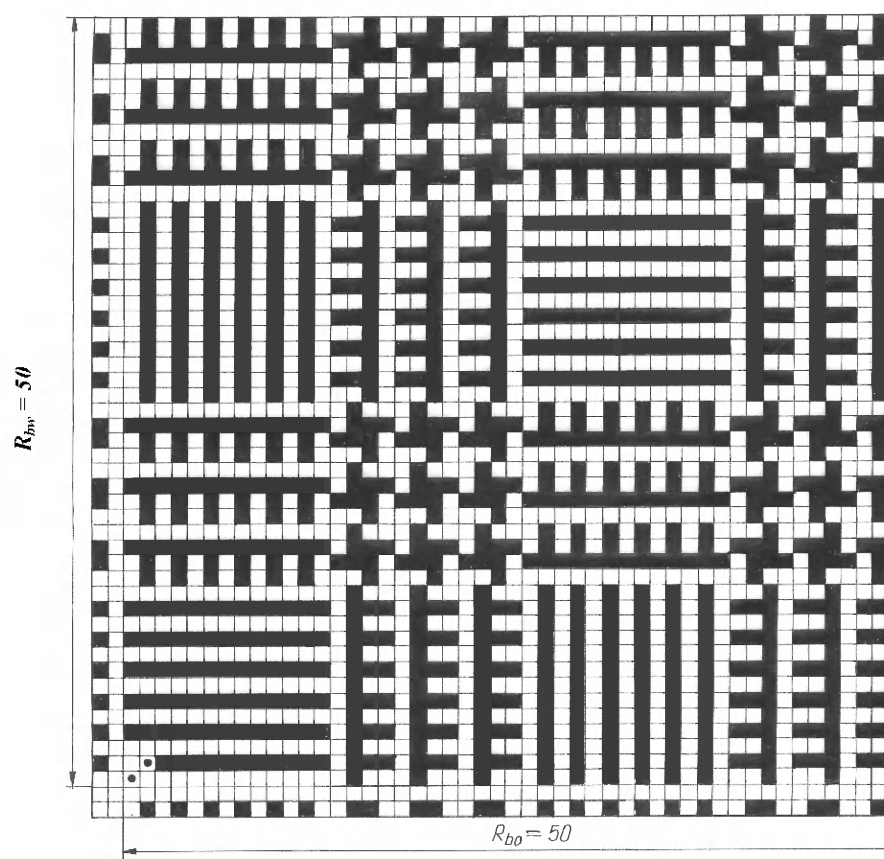
Rys. 114. Na bazie splotu płóciennego uzyskane barwne wzory liniowe:
a) poprzeczne, b) podłużne, c) kratka



Rys. 115. Widok wirtualnego modelu tkaniny o splotcie płóciennym z jednonitkowym wzorem barwnym wzdłuż osnowy – przypadek z rysunku 114b (strzałka pokazuje kierunek nitek osnowy)



Rys. 116. Na bazie splotu płóciennego uzyskane barwne wzory:
a) „plecionka”, b) pepita; R_{bo} , R_{bw} - raporty barw nitek osnowy, wątków



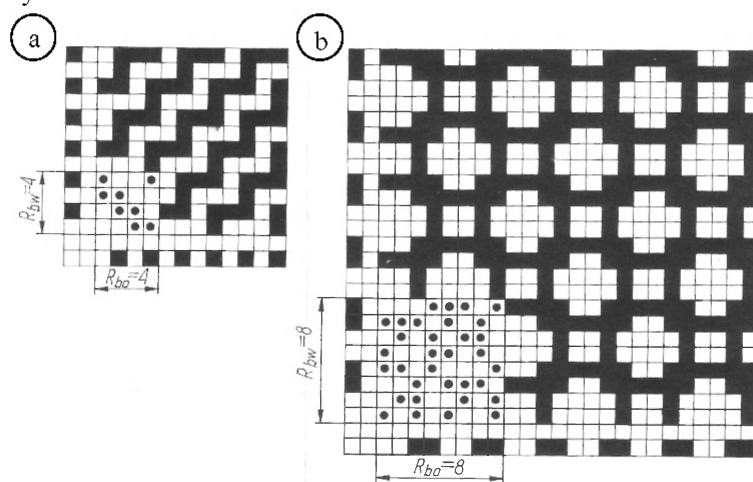
Rys. 117. Na bazie splotu płóciennego uzyskany barwny wzór Prince de Galle

Kolejne przykłady (rys.116, 117) ukazują dalsze możliwości wzbogacenia wzornictwa tkanin - nadal o najprostszym splocie płóciennym. I tak na rysunku 116a przyjęto raporty barw nitki osnowy i wątków, równe 10, w kolejności:

2 czarne, 1 biała, 1 czarna, 1 biała, 2 czarne, 1 biała, 1 czarna, 1 biała

Przez odpowiednie usytuowanie barwnych nitki względem spłotu płóciennego uzyskano wzór przypominający plecionkę. Na rysunku 116b raporty barw obu układów wynoszą 4 i kolejno występują nitki: 2 białe i 2 czarne. Powstały wzór nosi nazwę pepity.

Kolejny przykład (rys. 117) jest bardzo rozbudowanym wzorem barwnym, również na bazie spłotu płóciennego. Obok pepity jest bardzo często stosowanym w tkaninach odzieżowych. Na rysunku 118 przedstawiono przykłady barwnych wzorów otrzymanych na bazie innych spłotów niż płócienny.



Rys. 118. Wzory barwne uzyskane na bazie spłotów:
a) skośnego 2/2 S - fil á fil, b) modyfikowanego – pawie oczko

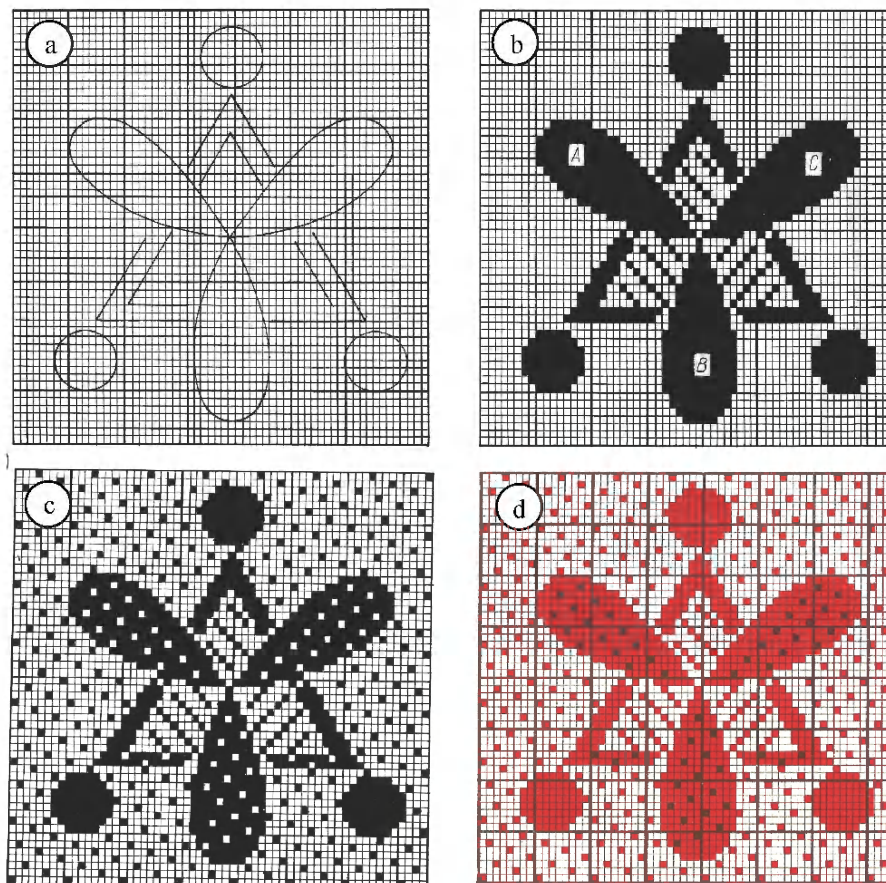
Klasycznym jednak przykładem tej grupy są tkaniny wykonywane przy pomocy mechanizmów Żakarda. Ta technika umożliwia niezależne sterowanie poszczególnymi nitkami osnowy i to w zakresie ich liczby do 2000 a nawet krotności tej wartości. Na rys.119 przedstawiono postępowanie przy projektowaniu takich tkanin. Na założonej powierzchni zaznacza się kontury motywów (rys119a):

jednego trójkąta, jednego trójklistka i trzech motywów kolistych.

Z kolei na tak wyodrębnionych obszarach nanosi się spłoty. I tak powierzchnie:

- wewnątrz motywu trójkątnego wypełniono spłotami skośnymi lekkimi, wątkowymi 1/3 o kierunkach rzędów S i Z (rys.119b),
- motywy trójklistków (A, B, C) pokryto spłotami atlasowymi ciężkimi, osnowowymi 7/1 (4),
- a w trzech motywach kolistych nie wprowadzono spłotów.

Dla powierzchni tła zastosowano jednolity splot atlasowy lekki, wątkowy 1/7 (5). Te powierzchnie, zróżnicowane splotowo, kontrastują ze sobą, co pozwala silniej zaakcentować przyjęty wzór. Ten efekt może zostać zwiększony przez zastosowania w obrębie samego motywu barwnych nitek osnowy (rys. 119d).



Rys. 119. Projektowanie wielk wzorzystej tkaniny żakardowej:
a) zarys motywów, b) wyodrębnienie splotem motywu trójkątnego, c) całość rozwiązania splotowego, d) zastosowanie barwnych nitek osnowy w obrębie motywów

Dalszymi przykładami wyrobów o bardzo rozbudowanym wzornictwie są kilimy, gobeliny, dywany i znaczna część tkanin artystycznych. Z uwagi na specyfikę ich wytwarzania zostały omówione w dalszych rozdziałach.

4.5. Tkaniny artystyczne

Tym pojęciem obejmuje się unikatowe - wykonane w jednym egzemplarzu - tkaniny z rozbudowanym wzornictwem splotowym,

strukturalnym i barwą - osiągnięte różnymi technikami, głównie rękodzielniczymi.

Historycznie pierwszymi były kilimy, sumaki a przede wszystkim arrasy i gobeliny (staropol. haras; inaczej opona, tapiseria, szpaler). Pierwsza z nazw wywodzi się od francuskiego miasta Arras (ośrodek wyrobu XIV - XV w.), a drugi termin używany do 2 poł. XVII w., pochodzi od rodziny Gobelin.



Rys. 120. Gobelin - wojna kalmarska

Arrasy należą do tapiserii figuratywnych. Ich osnowę stanowią cienkie nici wełniane często z dodatkiem nici jedwabnych i złotych. Wzór tworzą wielobarwne wątki, które w obrębie danej plamy barwnej mają nad osnową długie nieprzeplecione pokrycia. W Polsce najwięcej arrasów posiadał Zygmunt II August, który zebrał 350 tkanin o tematyce biblijnej, heraldycznej, zwierzęcej i roślinnej. Zostały wykonane w najlepszych brukselskich warsztatach, a projektowali je znakomici flamandzcy malarze: Michał Coxcie i Willem Tons. Do dziś zachowały się tylko 142 tkaniny. Największa kolekcja Arrasów jest na Wawelu.

Obecnie obserwuje się znaczący rozwój tkanin artystycznych, ale opartych na innych przesłankach. W Polsce wybitnym prekursorem tej dziedziny twórczości jest Magdalena Abakanowicz - w latach 1965-1990 profesor w Państwowej Wyższej Szkole Sztuk Plastycznych w Poznaniu. Ponad 100 wystaw indywidualnych na całym świecie. Laureatka licznych doktoratów

honoris causa. Światową sławę zdobyła cyklem tkanin będących monumentalną kompozycją przestrzenną zbliżoną do rzeźby. Cykl takich kompozycji, tworzonych z różnych rodzajów włókien (m.in. sizalu, końskiego włosia, sznurów rozmaitej grubości) i wysoce ekspresyjnych w charakterze, przyniósł Abakanowicz w roku 1965 główną nagrodę na biennale w Sao Paulo.

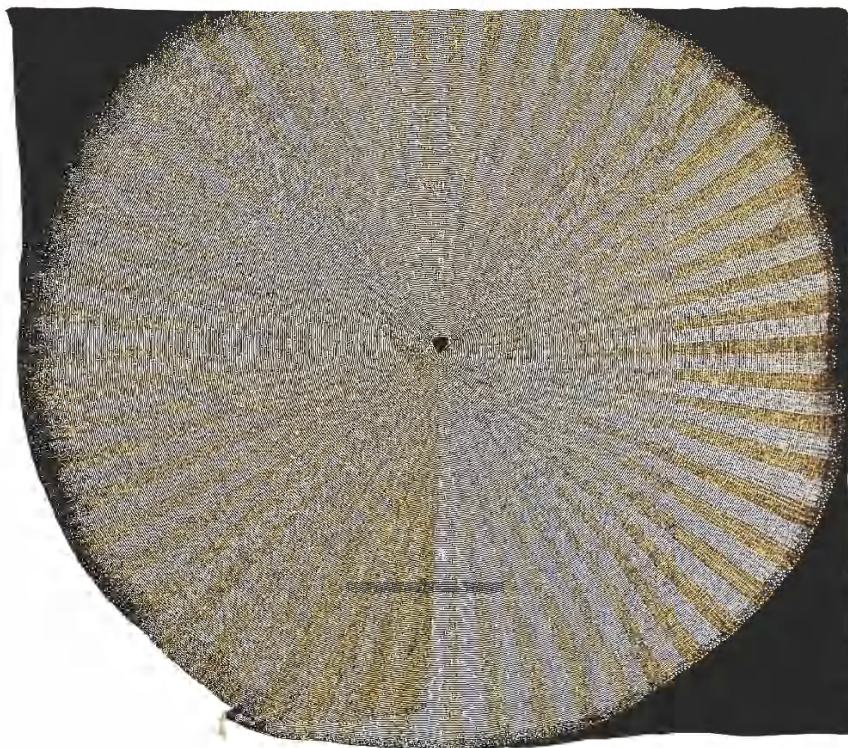


Rys. 121. Arras wawelski

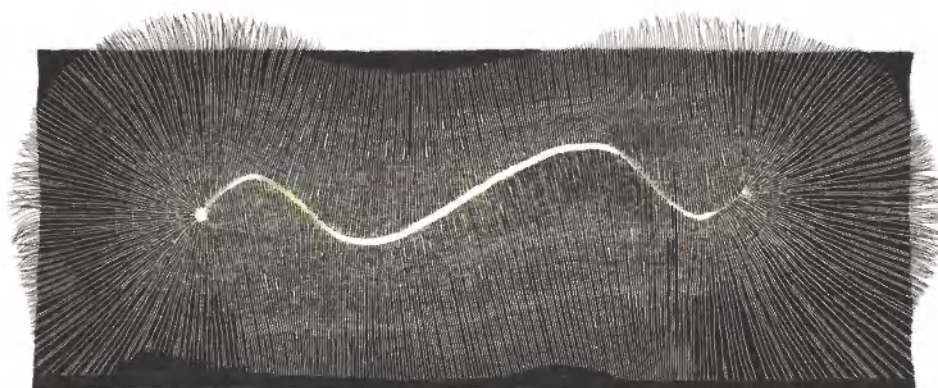
Znaczące osiągnięcia w zakresie tkanin artystycznych mają plastycy z Instytutu Architektury Tekstyliów Politechniki Łódzkiej. Na rysunkach 123, 124 zaprezentowano dwa przykłady autorstwa Włodzimierza Cygana. Artysta w swojej twórczości odchodząc od ortogonalnego kanonu klasycznych rozwiązań nadaje osnowie lub obu układom nitek znaczącą, niespotykaną dynamikę.



Rys. 122. Magdalena Abakanowicz, *Biała* 1964
(reprodukcja ze zbiorów Muzeum Włókiennictwa w Łodzi)

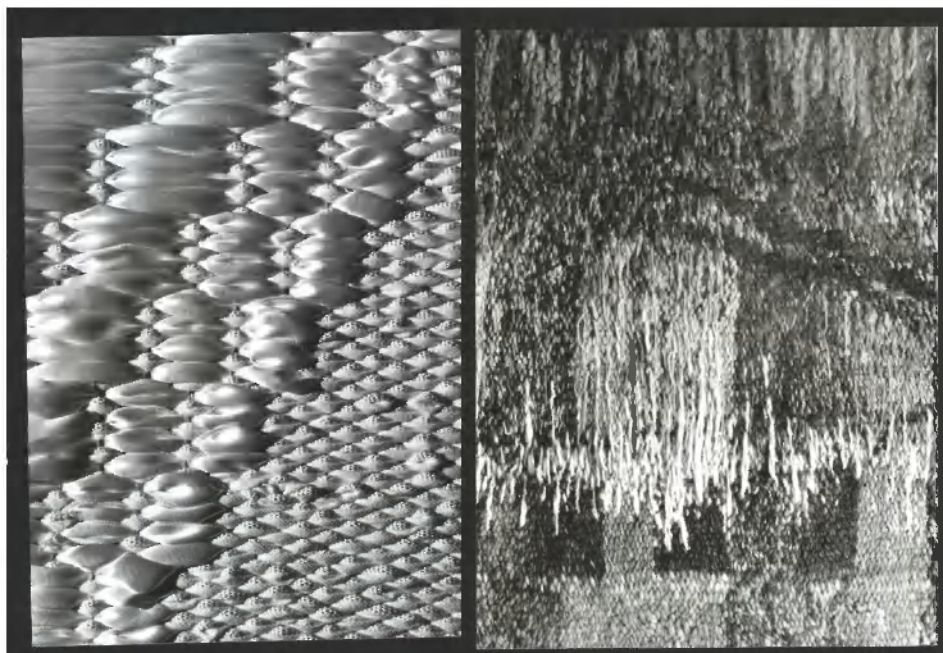


Rys. 123. Włodzimierz Cygan: *Kolo*



Rys. 124. Włodzimierz Cygan: *Orbitrek 007*

Na kolejnych obrazach (rys.125a, b) zaprezentowano dokonania artystyczne Haliny Strzechowskiej. Artystka w pierwszym przypadku operuje bardzo ciekawymi strukturalnie i materiałowo wątkami. W drugim kompozycja nawiązuje do grupy gobelinów klasycznych.



Rys. 125. Fragmenty tkanin artystycznych – Halina Strzechowska – *Inspiracje*

4.6. Dywany

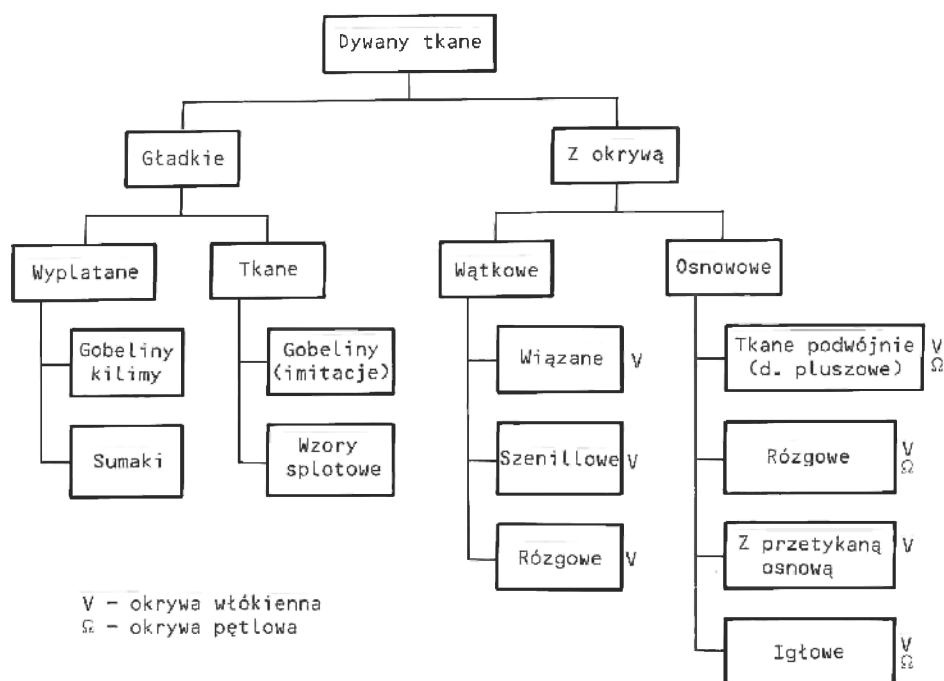
Pierwszą zasadą podziału dywanów jest stan ich powierzchni: gładki lub z okrywą (rys. 126).

4.6.1. Dywany gładkie

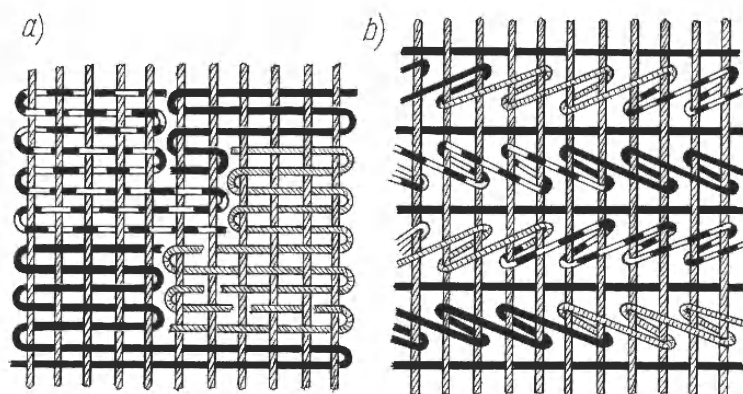
Dywany gładkie dzielą się na wyplatane ręcznie i tkane mechanicznie. Typowymi reprezentantami dywanów gładkich, historycznie najstarszymi, są kilimy i sumaki (rys. 126, 127, 128, 129). Technika ich wytwarzania jest taka sama. Wzór barwny powstaje dzięki zastosowaniu wielu barwnych wątków, którymi wyplata się prostopadłe lub skośnie osnowę. Stąd na jej szerokości na jednej linii może wystąpić nawet kilka, różnej barwy wątków.

W dywanach gładkich, tkanych mechanicznie (rys. 126, 130) wzór jest tworzony:

- barwą wątków leżących w wielu warstwach i programowo zmieniających swoje położenie,
- zastosowanym splotem i barwą osnowy oraz wątków.



Rys. 126. Podział dywanów tkanych



Rys. 127. Dywany gładkie wyplatane: a) kilim, b) sumak



Rys. 128. Taras kilim - fragment, Anatolia, wełna



Rys. 129. Kilim - dywanik kaukaski



Rys. 130. Przekrój gobelinu tkanego mechanicznie:
1 – osnowa zasadnicza, 2 – osnowa wypełniająca,
3 – dwuwarstwowo sytuowane wątki tworzące barwny wzór

4.6.2. Dywany z okrywą

Dywany tej grupy różnią się przede wszystkim układami nitek tworzącymi okrywę – są to wątki lub osnowa.

Dywany z okrywą wątkową

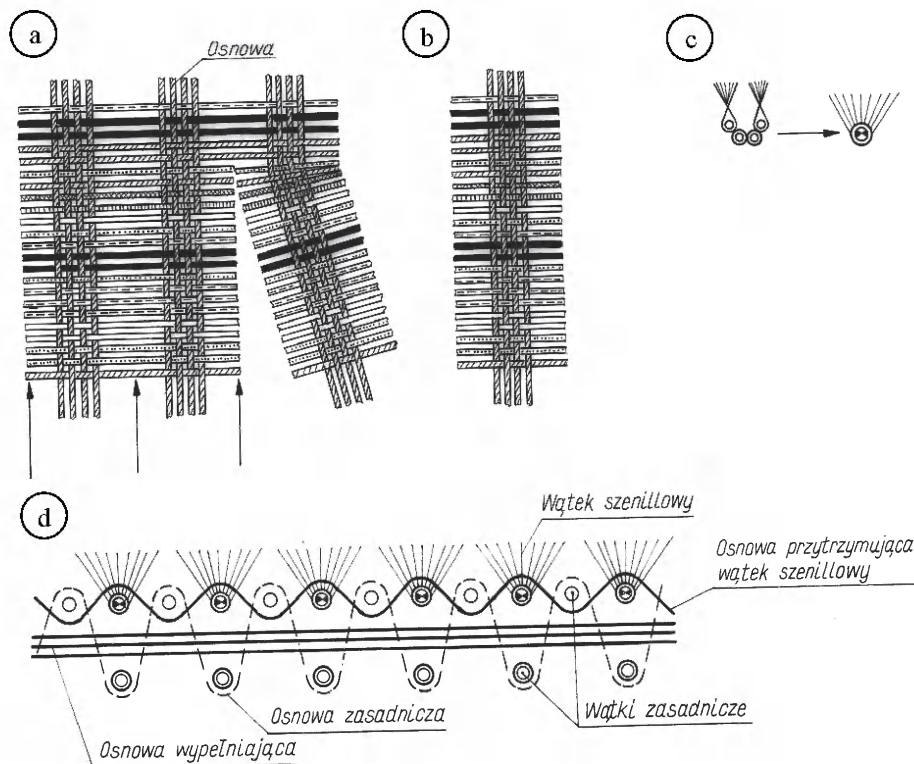
Ta grupa wyrobów wytwarzana bywa najczęściej dwoma sposobami. Pierwszy z nich jest dwuetapowy. Przede wszystkim wykonuje się tkaninę, tak zwaną szenillową, z nitkami osnowy występującymi grupami oraz z wątkami różnej barwy (rys. 131). Te ostatnie wprowadza się według pewnego programu wynikającego z kolorystyki przyszłego dywanu. Tkaninę szenillową przecina się w połowie odległości między grupami nitek osnowy. Każdy taki pasek, po ułożeniu go zygzakowo na szerokości przyszłego dywanu tworzy jego barwny wzór. Przed tym zostaje on wzdłużnie zgięty i tak zaprasowany (rys. 131c). Końce wystających końców pierwotnych wątków rozwlóknia się. Taki układ nosi nazwę szenilli (z Franc. chenille – gąsienica). Tak przygotowany wyrób liniowy staje się wątkiem tworzącym barwną okrywę dywanu, zostaje wprowadzany do kolejnych przesmyków po trzech lub czterech wątkach zwykłych, zasadniczych. Niektóre nitki osnowy, cieńsze od pozostałych, oplatają w sposób niewidoczny, takie wątki szenillowe (rys.131d) - przytrzymując je w wyrobie noszącym nazwę dywanu szenillowego.

W celu uzyskania większej grubości, sztywności, lepszej układalności stosuje się dodatkową osnowę wypełniającą – jako niewidoczną wykonaną z włókienniczych surowców odpadowych.

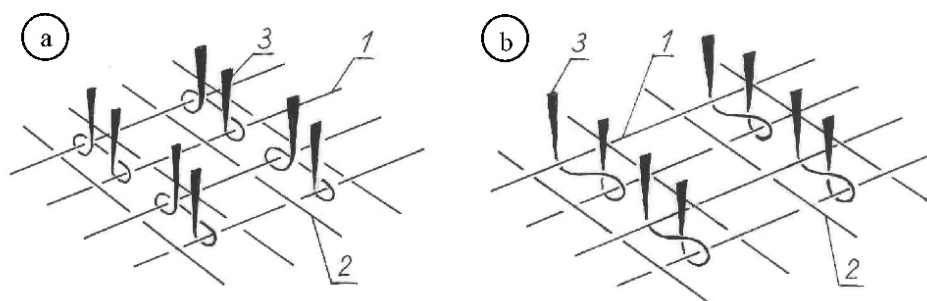
Dywany wytwarzane tą techniką, z racji trudności dokładnego sytuowania wątku szenillowego, charakteryzują się nieostrymi zarysami motywów. Nadaje to miękkość rysunkowi całego wzoru. W wyniku drugiego sposobu tworzenia okrywy włókiennej powstają dywany wiązane. Między zasadniczymi wątkami gładkimi wprowadzane elementy wątków okrywy, w postaci krótkich odcinków grubych przędzy, są owiazywane wokół nitek osnowy zasadniczej. Barwa tych węzłów tworzy odpowiedni wzór.

W zależności od sposobu owiazywania nitek osnowy rozróżnia się dwa rodzaje węzłów (rys.132). Ich nazwy wynikają z geograficznego obszaru ich

pierwotnego zastosowania, a więc są to węzły: smyrneńskie i perskie. Te pierwsze określane też są jako gordyjskie. A z uwagi na geometrię węzłów stosuje się też nazwy odpowiednio: symetryczne i asymetryczne.



Rys. 131. Dywan szenillowy: a) tworzenie tkaniny szenillowej i jej cięcie wzdłuż osnowy, b) pasek tkaniny szenillowej, c) kształtowanie wątku szenillowego, d) struktura dywanu szenillowego



Rys. 132. Struktura dywanów wiązanych ręcznie:
a) węzły smyrneńskie – symetryczne, b) węzły perskie – asymetryczne:
1 - osnowa zasadnicza, 2 – wątki zasadnicze,
3 - wątki owijające osnowę tworzące okrywą włókienną



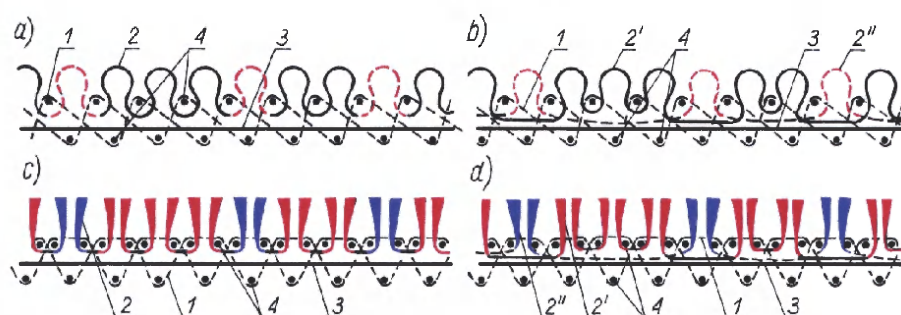
Rys. 133. Wytwarzanie dywanów wiązanych perskich (Khotan – Fabrica Alfombrass)

Jakość dywanu określa przede wszystkim liczba węzłów przypadająca na 1 m^2 wyrobu; przy niskiej (przędza okrywy gruba) ok. $150\,000 / \text{m}^2$, przy najwyższej około $750\,000 / \text{m}^2$. Notowane są dywany z okrywą włókienną z jedwabiu z liczbą węzłów dochodzącą do $1000\,000 / \text{m}^2$ (rys.133).

Dywany z okrywą osnowową

Tę grupę wyrobów wytwarza się:

- metodą formowania tkanin podwójnych, których warstwy są łączone osnową dodatkową zawierającą programowo dobrane nitki różnych barw lub struktur. I podobnie jak dla pluszów osnowowych, po przecięciu osnowy łączącej uzyskuje się dwa niezależne dywany z okrywą włókienną – noszą one nazwę dywanów typu Wilton;
- techniką różgową, w której stosowane być mogą zarówno różgi gładkie - dające okrywę pętlową, tnące - formujące okrywę włókienną lub obu rodzajów – co daje okrywę mieszaną pętlowo – włókienną.



Rys. 134. Dywany różgowe osnowowe:

- a) Tapestry – osnowa okrywy pętlowej drukowana, b) Bouclé – nitki osnowy okrywy pętlowej różnobarwne, c) Velour – nitki osnowy okrywy włókiennej drukowane, d) Tournay – nitki osnowy okrywy włókiennej różnobarwne; 1 – osnowa zasadnicza, 2, 2', 2'' – osnowa okrywy, 3 – osnowa wypełniająca, 4 – wątki

Okrywa może mieć wysokość stałą (jednopoziomowa) lub różną dla poszczególnych grup przeciętych nitek (wielopoziomowa). Na rysunku 134 przedstawiono odmiany dywanów różgowych. Górny szereg oddaje strukturę wyrobów z okrywa pętlową, a dolny z okrywą włókienną. Typy:

- Tapestry (rys. 134a) i Velour (rys. 134c) mają osnowy okrywy drukowane we wzory barwne,
- Boucle (rys. 134b) i Tournay (rys. 133d) mają wzory tworzone barwą nitek osnowy okrywy – wydobywanych w miejscach motywów na powierzchnię tkaniny.

Na rys. 153 przedstawiono fotogramy dwóch współcześnie produkowanych dywanów. Pierwszy z nich ma wzornictwo klasyczne, orientalne, a drugi modernistyczne.





Rys. 135. Kolekcja Agnella : a) Isfahan - welna
b) Mimas - kolekcja standard, polipropylen

4.7. Tkaniny nowych obszarów zastosowań

4.7.1. Kierunki zastosowań

Włókiennictwo, obok takich tradycyjnych obszarów zastosowań jak odzież, bielizna i dekoracja, w miarę upływu lat dostarcza coraz nowych, dotąd nieznanych, wysoko zaawansowanych tekstyliów. Początkowo były to pasy napędowe, transportery i wyroby zamulkowe do kopalń. Stąd nazwano te nowe, w sensie obszarów zastosowania, tkaniny - technicznymi. Jednym z prekursorów

przemysłowego wytwarzania takich wyrobów był w Polsce, w latach trzydziestych ubiegłego stulecia inż. Z. Skibicki.

W następnych latach, a zwłaszcza w drugiej połowie XX wieku, obserwuje się niezwykle szybki dalszy rozwój tych nowych, dotąd nieznanych tekstyliów, a w tym tkanin, o bardzo interesujących własnościach. Wynikało to z faktu niezwykle skutecznego sprostania przez nie wysokim wymaganiom stawianym tym wyrobom w różnych dziedzinach przemysłu, transportu ziemskiego i kosmicznego, budownictwa, inżynierii: drogowej, rolniczej, zbrojeniowej i obronnej, sportu, rekreacji, zdrowia itp. Szczególnymi przykładami mogą być:

- wielofunkcyjne skafandry załóg eksplorujących przestrzenie pozaziemskie czy też elitarnych jednostek wojskowych,
- uzyskanie zadowalającej barierowości tkanin wobec wszelkiego rodzaju promieniowania elektromagnetycznego, zapobieganie penetracji mikrociała, kulo- i odłamkoodporność,
- zapewnienie nieprzemakalności, nieprzewiewności, niezatapialności, dobrych warunków higienicznych i fizjologicznych dla użytkownika - takie jak termoregulacja, odprowadzanie potu oraz ciągłe monitorowanie stanu organizmu.

Te osiągnięcia są już i będą coraz szerzej przenoszone do odzieży sportowej, rekreacyjnej, rehabilitacyjnej, a w kolejności codziennego użytku. Tendencja wykorzystywania tekstyliów, a w tym głównie tkanin, w nowych obszarach zastosowań jest już na tyle utrwalona i silna, że obecnie około 30% produkcji włókienniczej służy tym nowym celom. Powstają więc, opatrzone symbolicznymi nazwami, coraz to nowe grupy tekstyliów. Przykładami mogą być:

- archtektystylia: zadaszenia, samodzielne budowle pneumatyczne, izolacje termiczne i akustyczne, belki konstrukcyjne,
- geotekstylia i agrotekstylia – nieodzowne dla budowy dróg, autostrad, umacniania zboczy, kultywacji roślin, hodowli,
- transtekstylia: balony, sterowce, szybowce, spadochrony, pneumatyczne jednostki pływające, żagle, transportery taśmowe,
- sporttekstylia: spadochrony, pneumatyczny sprzęt pływający, namioty, wyposażenie turystyczne,
- techtekstylia: transportery, liny, filtry, zbrojenia w kompozytach, materiały elektroizolacyjne, wyroby o własnościach elektroprzewodzących, ferromagnetycznych,
- medtekstylia: a w tym opatrunki, bandaż, protezy naczyniowe i ścięgien, siatki do operacji plastycznych, wyroby wspomagające leczenie czy też przywracające funkcje niepełnosprawnym,
- armtekstylia: skafandry i odzież użytkowane w warunkach ekstremalnych przez jednostki specjalne wojska, policji, straży, lotnictwo, kosmonautykę, nurków, ochroniarzy.

W tych nowych dziedzinach zastosowań tekstyliów istotną rolę pełnią tkaniny. Podano poniżej kilka takich przykładów.

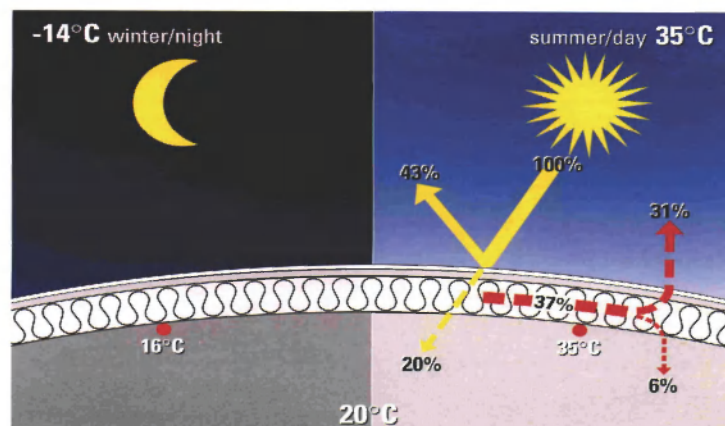
4.7.2. Przykłady zastosowań

Archtekstylia

Szklana siatka tkaninowa jest powszechnie stosowana jako ważny element konstrukcyjny w procesie ociepleń domów, ale i też do formowania złożonych kształtów tak zwanych siatkobetonów. Istotną rolę spełnia tkanina w różnych rozwiązaniach zadaszeń.



Rys. 136. Przykład zadaszenia kształtowego, tkaninowego – Centrum Columbia Baltimore



Rys. 137. Przykład tekstylnego, funkcjonalnego zadaszenia tekstylnego – zapewniającego, przy zmieniających się parametrach otoczenia, zachowanie stałych parametrów wewnątrz budynku

Z kolei tkanina pozwoliła na powstanie budowli pneumatycznych, które stosuje się szeroko od ćwierćwiecza. Zaletami takich rozwiązań są przede wszystkim względy ekonomiczne jak relatywnie małe nakłady inwestycyjne i

krótki czas montażu bez potrzeby, w wielu przypadkach, fundamentowania. Budowa sprowadza się do zamocowania podstawy czaszy i jej przestrzennego ukształtowania sprężonym powietrzem.



Rys. 138. Budowla pneumatyczna, hala sportowa MM Sopot – 2 korty tenisowe 33x32 m



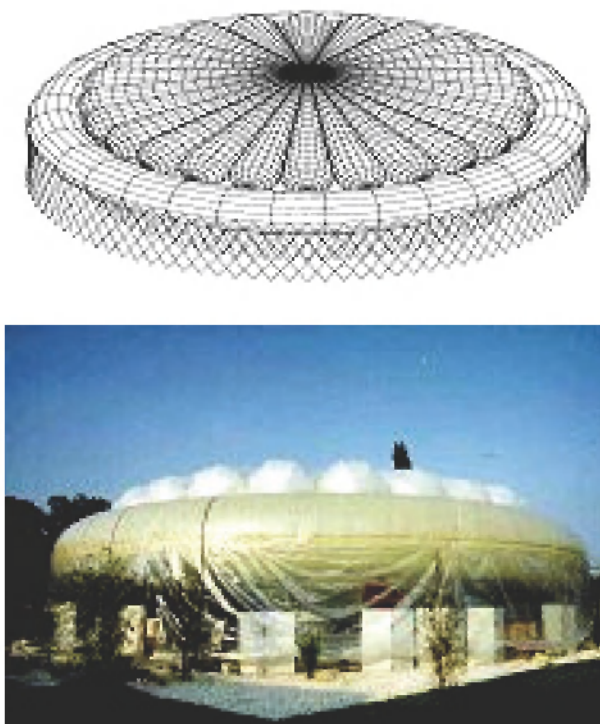
Rys. 139. Hala widowiskowo – sportowa Bayern Monachium, Allianz Arena – przykład budownictwa pneumatycznego

Zastosowania to hale sportowe, wystawiennicze, baseny do pływania, magazyny. Niektóre obiekty są użytkowane jako budownictwo stałe przez

wiele lat. Inne umożliwiają łatwy demontaż – co sprzyja mobilności budownictwa pneumatycznego. Na rysunku 138 pokazano przykład hali sportowej realizowanej przez firmę InterHall GmbH. Czasę stanowią trzy warstwy: zewnętrzna ochronna, nośna z PCV i izolacyjna.

Z kolei rysunek 139 pokazuje najbardziej spektakularny, efektowny obiekt w świecie halę widowiskowo – sportową Bayern Monachium - Allianz Arena. Tworzy ją 2874 paneli - o stałym ciśnieniu wewnątrz 350 pascali, samoczyszczących, odpornych na temperaturę i wodę. Wymiary hali 227 x 258 m, 70 000 miejsc dla widzów, powierzchnia użytkowa 335 000 m², powierzchnia stadionu 37 600 m², 10 000 miejsc parkingowych w podziemiach, czas budowy 30 miesięcy, koszt 280 milionów Euro.

Natomiast firma HELION (rys. 140) przedstawia inne rozwiązanie. W jej budowli o średnicy 30 m. tylko zadaszenie w postaci czaszy zostaje napelnione helem i linami zatwierdzone do przyziemia.



Rys. 140. Budownictwo pneumatyczne firmy HELION

Medtekstyli

Obok takich tradycyjnych wyrobów jak gaza, bandaż, opatrunki, temblaki powstaje szereg nowych. Przykładem są siatki implantowane w miejsce powstałych ubytków w organizmie, a również w wielorakich

zastosowaniach pneumatyczne elementy wspomagające leczenie czy też całe ubiory rehabilitacyjne. Podano przykład jednego z nich. Jest to strój specjalny, który zyskał w świecie bardzo wysoką ocenę, a przeznaczony dla dzieci z porażeniem mózgowym, autorstwa Izabeli Kościelny.



Rys. 141. Strój pneumatyczny dla dzieci z porażeniem mózgowym; autorstwo i realizacja (Kościelny I.)

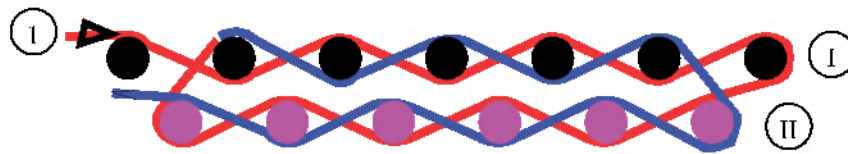
Ubiór ten daje zewnętrzną stabilizację tułowia, co umożliwia po pewnym czasie wykonywanie, przez dotąd całkowicie unieruchomione dziecko, różnych czynności – dotąd nieosiągalnych. Dzieci z porażeniem mózgowym, skazane na pozostawanie w łóżku, po kilku miesiącach przemieszczają się. Coraz częściej stosuje się odzież, głównie tkaninową, wyposażoną w czujniki monitorujące oraz rejestrujące podstawowe parametry zdrowotne użytkownika takie jak: praca serca, temperatura ciała, tętno i dalsze.

Techtekstylia

Te wyroby były początkiem nowej ery włókiennictwa, od nich przez wiele lat nazywano cały segment tekstyliów stosowanych w nowych obszarach zastosowań. Są to tkaninowe pasy, paski napędowe, przegrody w inżynierii lądowej i morskiej itp.

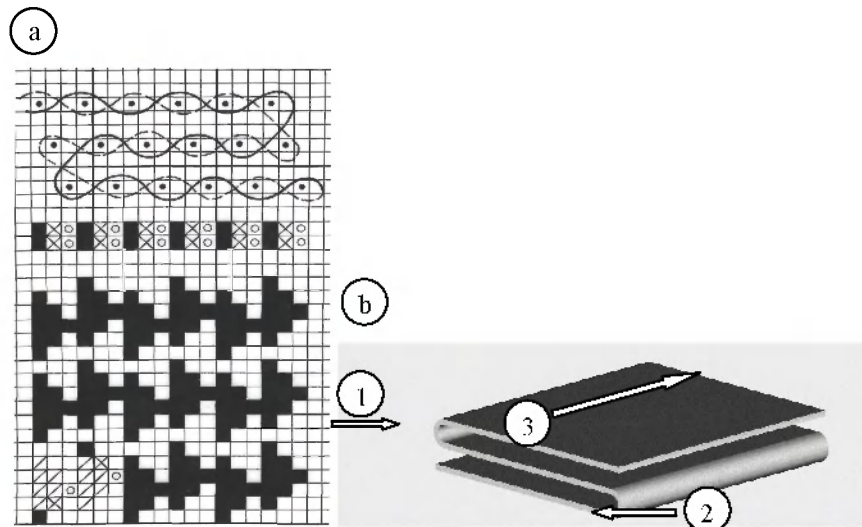
Duży udział w tej grupie wyrobów mają tkaniny węzowe, workowe. Formuje się je dwójako:

- na krosnach płaskich jako tkaniny podwójne, których warstwy łączone są tylko na ich brzegach obustronnie. Wątek 1 po przepleceniu wszystkich nitek osnowy górnej – wykonuje z kolei takie zadanie z nitkami osnowy warstwy dolnej;



Rys. 142. Formowanie tkaniny węzowej na krośnie płaskim - sytuowanie wątku w kolejnych fazach powstawania wyrobu: I, II – górna, dolna warstwa nitek osnowy, 1 - wprowadzany wątek

To brzegowe łączenie warstw tkaniny wykorzystywane jest również do wytwarzania wyrobów o znacznych szerokościach, większych niż szerokość krosna. Wtedy łączenie brzegowe odbywa się jednostronnie, kolejno dla warstw. Tak uzyskiwane wyroby używa się jako pokrycia namiotów cyrkowych, hal – ponieważ liczba połączeń jest mała, co sprzyja szczelności pokrycia.



Rys. 143. Formowanie tkaniny pojedynczej o szerokości trzykrotnie większej niż szerokość robocza krosna: a) od dołu: splot, przewlekanie przez płoczę, formowanie wyrobu, b) widok tkaniny na krośnie: 1, 2 – jednostronne łączenie brzegowe, 3 – kierunek osnowy

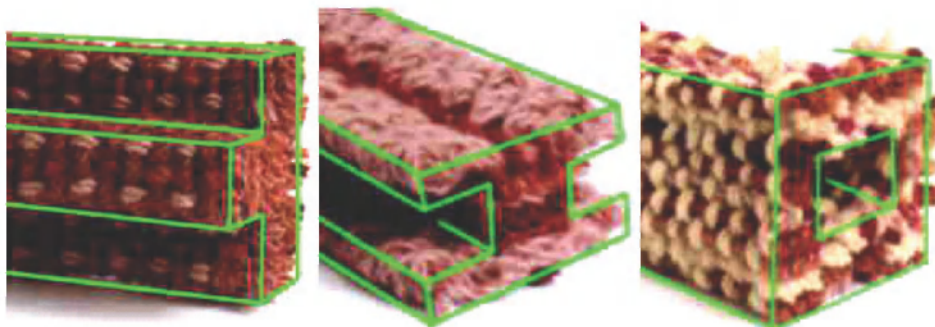
- na krosnach okrągłych - w wyniku przeplatania przez wątek po linii śrubowej kolejnych nitek osnowy usytuowanych jako tworzące walca. Według tego sposobu wytwarza się wszelkiego rodzaju worki, elementy pneumatycznego sprzętu pływającego oraz różnego rodzaju węże do transportu płynów: ssące, tłoczące. Wśród tych ostatnich znaczącą pozycję stanowią węże pożarnicze. Pierwotnie powstawały z nitek konopnych lub lnianych. Te pod wpływem transportowanej wody pęczniały – co prowadziło do pożądanego uszczelnienia przewodu

rurowego. Natomiast ich wadami były: potrzeba żmudnego suszenia po akcjach ratowniczych i niedostateczna wytrzymałość. Obecnie stosuje się powszechnie węże pożarnicze poliestrowe, wewnątrz gumowane, które znoszą ciśnienie transportowanego płynu nawet do 50 barów.



Rys. 144. Sprzęt pływający pneumatyczny utworzony z elementów tkaninowych rurowych

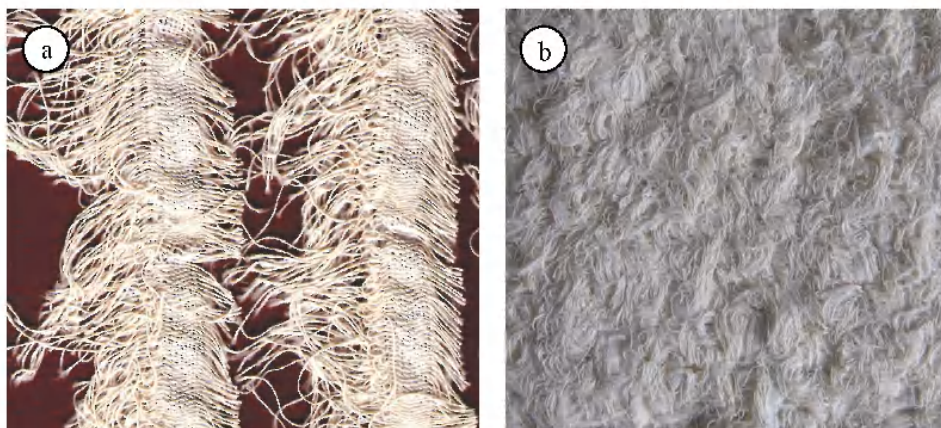
Obecnie pojawiają się dalsze, nowe rozwiązania. Bardzo interesujące są zastosowania tkanin kształtowych jako nośnych elementów konstrukcyjnych w bardzo eksponowanych obszarach: w budowie samolotów, rakiet, statków, budynków. Posiadając żądane wytrzymałości mechaniczne są kilkakrotnie lżejsze od stosowanych dotąd materiałów.



Rys. 145. Wyroby kształtowe wykonane techniką tkacką – stanowiące istotny element w konstrukcjach zwłaszcza lotniczych.
(Dźwierzynska J.), (Snycerski M., Frontczak I., Snycerska G.)

Zrealizowana w Katedrze Tkactwa, a następnie w Instytucie Architektury Tekstyliów PŁ koncepcja rotacyjnego formowania wyrobów tkanych stwarza – jak dotąd jako jedyna w świecie - wręcz nieograniczone możliwości kreowania nowych, nieznanych tkanin technicznych (Szoslant J. [41]). Przykładem

może być utylizacja bezużytecznych w pierwotnej formie odpadów tkackich – krajek pomocniczych, które bez jakiegokolwiek obróbki, bez dodatkowych operacji są bezpośrednio wykorzystywane jako „nitki” osnowy – rysunki 146, 147.



Rys. 146. Tkanina termoizolacyjna:
 a) odpad tkacki – krajka pomocnicza,
 b) widok tkaniny termoizolacyjnej z krajki pomocniczej jako osnowy
 (Masajtis J.), (Szoslant J., Kabziński A.), (Włodzimierz E.)



Rys. 147. Tkanina (lewa i prawa strona) z krajki pomocniczej z rys. 146a stanowiącej zbrojenie w laminacie z żywicy epoksydowej; Instytut Architektury Tekstyliów PŁ
 (Masajtis J.), (Szoslant J., Kabziński A.)

W pierwszym przypadku (rys. 146) uzyskano interesujący materiał do izolacji termicznej lub akustycznej w budownictwie. I tak wytworzone tkaniny z poliestrowych krajek pomocniczych posiadają konkurencyjną w stosunku do wełny mineralnej i styropianu wartość współczynnika przewodności cieplnej, przy siedmiokrotnie mniejszej grubości wyrobu. Występujące surowce

w krajkach pomocniczych w wielu przypadkach spełniają wiele wymagań takich jak :

- bardzo dobre właściwości termoizolacyjne (98% objętości materiału stanowi zamknięte między włóknami powietrze) w niskich i w wysokich temperaturach oraz w warunkach małej wilgotności,
- dobra izolacyjność akustyczna,
- dobra przepuszczalność pary wodnej,
- dobre właściwości sprężyste, większe możliwości w docieplaniu elementów złożonych architektonicznie (zakola, rotundy) dzięki ścisłemu przyleganiu tkanin, co pozwala na uniknięcie mostków termicznych,
- bardzo dobre parametry wytrzymałościowe,
- niewrażliwość na czynniki biologiczne, odporność na insekty, grzyby i mikroorganizmy.

W drugim przypadku (rys. 147) uzyskano doskonałe zbrojenie dla wyrobów laminowanych. Należy podkreślić, że produkuje się wiele odmian tkanin szklanych, przy wytwarzaniu których występująca, jako późniejszy odpad, krajka pomocnicza ma znaczące własności mechaniczne, izolacyjne, niewrażliwość na wilgoć, bakterie itd.

W obu przykładach koszt surowca dla osnowy był pomijalnie mały, a nawet mógł wynosić 0, ponieważ dla wielu tkalni takie odpady w postaci krajek pomocniczych stanowią znaczący balast. Natomiast samo formowanie prezentowanych wyrobów gotowych ograniczało się tylko do jednego procesu, relatywnie taniego – tkania.

Armtekstylia

Szczególne znaczenie, z uwagi na zagrożenie zdrowia czy nawet życia człowieka, wobec narastającej fali przemocy, mają tekstylne osłony balistyczne. W Polsce potencjalnymi użytkownikami jest około 2 000 000 osób: wojsko w misjach krajowych, a zwłaszcza zagranicznych, policja, straż: graniczna i ogniowa, brygady antyterrorystyczne i stale powiększająca się liczba formacji ochroniarzy i osób chronionych – narażonych, z racji swojej pracy oraz zajmowanych stanowisk, na przemoc.

Przełom w dziedzinie osłon balistycznych przyniosły włókna chemiczne o dużej wytrzymałości oraz wykonywane z ich zastosowaniem kompozyty. Koncern Du Pont'a opracował w 1965 roku włókna aramidowe o firmowej nazwie KEVLAR. Nieco później koncern AKZO wprowadził na rynek TWARON. Włókna te w postaci wielowarstwowych zszywanych pakietów lub płyt kompozytowych okazały się doskonałym materiałem antybalistycznym. Dalszy postęp w tej dziedzinie nastąpił po wprowadzeniu na rynek, wytwarzanego specjalnymi technikami, włókna polietylenowego o wysokim stopniu krystaliczności i liniowym ułożeniu cząsteczek, o firmowych nazwach DYNEEMA (holenderska firma DSM) oraz SPECTRA (amerykańska firma Allied Signal Corp.).

Głównym elementem tych tekstylnych ochron są kamizelki balistyczne, które mogą być kulo-, nożo- i igłoodporna. Jest to najczęściej wielowarstwowy (od 18 do 24 warstw) kompozyt tkaninowy - dla niektórych zastosowań wyposażony we wkład stalowy lub ceramiczny.

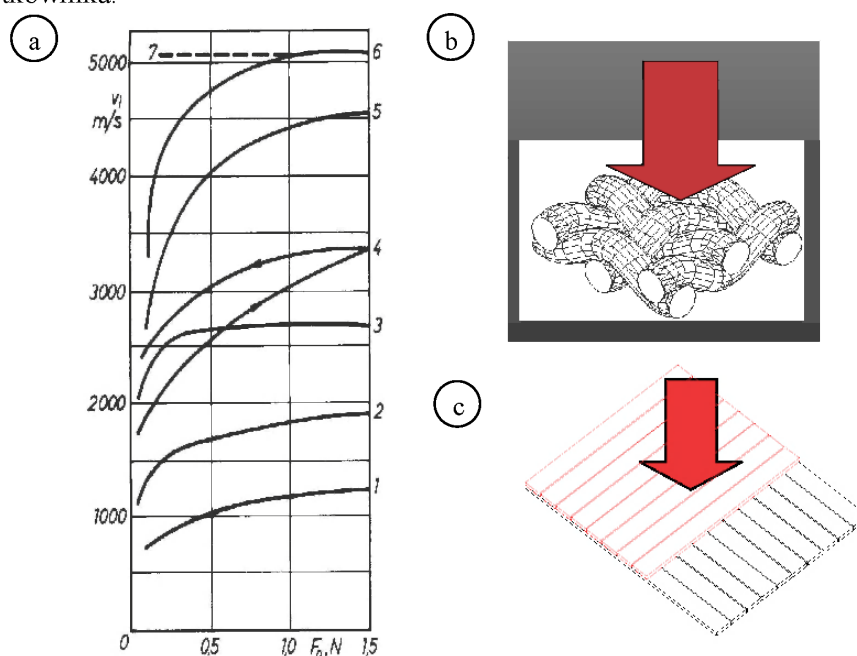
Skrócone warunki techniczne tkaniny balistycznej KEWLAR – 130 wytwarzanej przez ITWWł :

- osnowa: masa liniowa 93tex, licznosc 118/1 dcm,
- wątek: masa liniowa 93tex, licznosc 113/1dcm ,
- tkanina: splot płócienny, masa powierzchniowa 227g/m².

Kamizelka musi zapewnić:

- nieprzebite przez pocisk,
- zminimalizować wielkość uderu pocisku na korpus użytkownika.

Oba przedstawione przypadki stanowią śmiertelne zagrożenie. Obok zastosowanego surowca - decydującą rolę w wypełnianiu tych zadań ochronnych odgrywa struktura wyrobu. Stąd dąży się do takich rozwiązań, które zapewniają między innymi maksymalną prędkość propagacji fali uderzeniowej. Wtedy energię pocisku przejmuje w kolejnych odcinkach czasu duża masa wyrobu, co zmniejsza możliwość miejscowej destrukcji oraz wielkość uderu na korpus użytkownika.



Rys. 148. Aspekty uderzenia pocisku w kompozyt wielowarstwowy:

a) prędkość rozchodzenia się impulsu napięciowego w liniowych wyrobach (M. Czołczyński): 1 – wełna, 2 – elana, 3 – torlen, 4 – bawełna, 5 – len, 6 – wiskoza, 7 – stal, v_1 – prędkość rozchodzenia się impulsu napięciowego, F_0 – wstępne napięcie wyrobu liniowego b) struktura warstwy kompozytu tkaninowego, c) struktura warstw kompozytu wielopaskowego (dla przejrzystości rysunku usunięto część górnych pasów dla ukazania dolnych)

Impuls uderzenia rozprzestrzenia się wzdłuż elementów warstw tworzących odzież ochronną. Rysunek 148a przedstawia prędkości rozchodzenia się impulsu, tożsame z prędkościami rozprzestrzeniania się fali dźwiękowej, w wyizolowanych nitkach (Czołczyński M.). Widać dużą zależność od zastosowanego surowca i przyłożonego do liniowych wyrobów napięcia wstępnego.

Poniżej przedstawiono własności stosowanych włókien w obecnych materiałach balistycznych (wg firmy DSM [53]).

Rodzaj włókna	Gęstość [g/cm ³]	Wytrzymałość [N/Tex]	Moduł [N/Tex]	Wydłużenie przy zrywaniu [%]	Prędkość dźwięku [km/s]
DYNEEMA SK 60	0,97	2,8	91	3,5	9,6
DYNEEMA SK 65	0,97	3,1	90	3,6	9,8
DYNEEMA SK 66	0,97	3,3	101	3,7	10,0
Aramid	1,44	2,05	41	3,6	6,3
Aramid balistyczny	1,44	2,35	52	3,6	8,2
Poliamid HT	1,14	0,8	5	20,0	2,2
Szkło S	2,50	1,85	34	5,2	5,8

Jak wynika z wyżej przytoczonych danych, włókna Dyneema wyróżniają się spośród innych wysokowytrzymałych włókien. Prędkość rozchodzenia się fali dźwiękowej osiąga wartość 10 km/s.

Wykazano (Stempień Zb.), że w tkaninie prędkość propagacji fali uderzeniowej nie przekracza 35% wartości jakie osiąga ona w swobodnej nitce. Najmniejszy spadek notuje się dla splotu płóciennego. Obecnie od lat stosowane tkaniny aramidowe, polietylenowe (rys. 148b), zastępuje się nieprzeplecionymi, równolegle rozłożonymi paskami lub wyrobami liniowymi polietylenowymi, których kierunki w sąsiednich warstwach są wzajemnie prostopadłe (rys.148c). Na rysunku 149 pokazano nieskuteczną (a) i skuteczną (b) ochronę przed pociskiem.

I tutaj wylania się drugi aspekt wytrzymałości balistycznej. W danej grupie splotowej istnieje wpływ fazy struktury. Nawet niewielkie różnice w tym zakresie mogą przynieść bardzo istotne zmiany wytrzymałości balistycznej dwóch wyrobów (Barburski M.), (Szoslant J., Barburski M.).



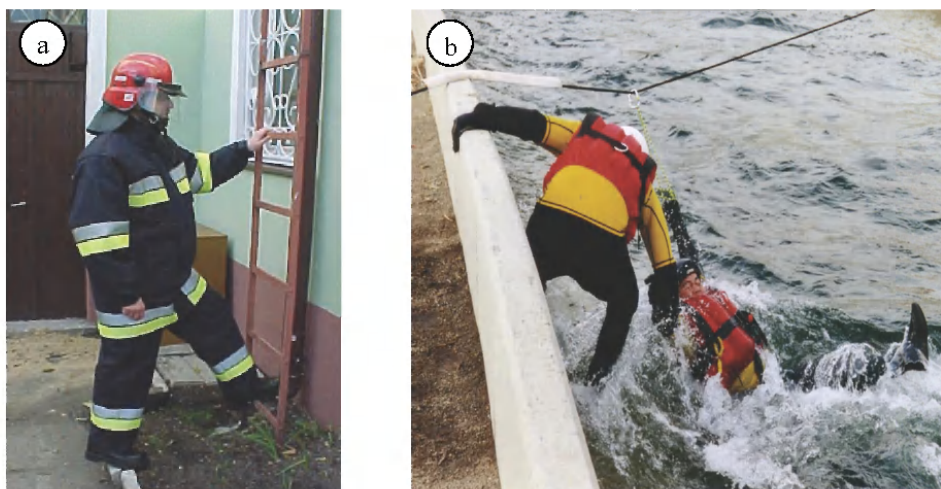
Rys. 149. Balistyczne ochrony osobiste:
 I. Aramidowe, wielowarstwowe kompozyty tkaninowe:
 a) nieskuteczne w ochronie - pełne przebicie pociskiem
 b) skuteczne w ochronie - spłaszczenie pocisku (grzybkowanie)
 (Tarkowska S., Łandwajt M.)
 II. Osobisty zestaw kuloodporny,
 projekt i realizacja pod kierunkiem E. Witczak – ITWWI

Rysunek 149 w części II prezentuje fotogram zestawu kuloodpornego, który jest rozwiązaniem osobistej ochrony ciała przeznaczonej dla funkcjonariuszy policji, straży granicznej oraz żołnierzy z grup pierwszego uderzenia, narażonych na bezpośrednie ostrzeliwanie przy zwalczaniu terrorystów i innych przestępców. Składa się on z:

- hełmu kuloodpornego,
- balistycznej ochrony tułowia i szyi,
- ochraniaczy balistycznych kończyn górnych,
- ochraniaczy balistycznych kończyn dolnych,
- balistycznych ochron stawów biodrowych,
- pasa z szelkami ramiennymi,
- asekuracyjnego układu szelkowego do ewakuacji użytkownika z miejsca zagrożenia.

Hełm kuloodporny jest wykonany z kompozytu balistycznego, którego zbrojenie stanowią wysoko wytrzymałe tkaniny paraaramidowe.

Balistyczne ochrony tułowia oraz kończyn dolnych i górnych posiadają miękkie balistyczne wkłady ochronne, które stanowią wielowarstwowe układy wykonane z arkuszy termoplastycznej folii wzmocnionej włóknami paraaramidowymi. Dla uzyskania wyższej klasy kuloodporności w obrębie tułowia, szyi, podbrzusza i bioder stosuje się wkłady balistyczne dodatkowe – w postaci płyt kompozytowych wykonanych z wysokowytrzymałego polietylenu, charakteryzujących się niską masą przy wysokiej odporności balistycznej. Poszycie zewnętrzne osobistego zestawu kuloodpornego wykonane jest z tkaniny poliestrowej o dużej wytrzymałości na rozciąganie, rozdzieranie i ścieranie posiadającej specjalne wykończenie wodo- i olejoodporne zabezpieczające przed przemakaniem i ułatwiające konserwację wyrobu.



Rys. 150. Ochronna odzież tkaninowa: a) dla strażaka (Tarkowska S., Witczak E.)
b) dla służb morskich - zapobiegająca utonięciu i nadmiernemu oziębieniu.
Projekty i realizacja pod kierunkiem E. Witczak – ITWWI

Wkłady balistyczne znajdują się w specjalnych pokrowcach wykonanych z wodoszczelnego materiału paroprzepuszczalnego o małej masie powierzchniowej. Pokrowiec zabezpiecza wkłady przed penetracją wody, a w przypadku jego mechanicznego uszkodzenia i przedostania się wody do wnętrza istnieje możliwość jej odparowania. W uzasadnionych przypadkach jako materiał balistyczny mogą być również zastosowane tkaniny wykonane z przędzy paraaramidowych lub nietkane arkusze z ciągłych włókien polietylenowych zatopionych w żywicy. Jednak w tych przypadkach masa powierzchniowa wielowarstwowego materiału dla danej klasy ochrony jest znacznie większa. Na rysunku 150 znajdują się inne przykłady odzieży specjalnej służącej bezpieczeństwu użytkownika.

W ubiorze strażaka zewnętrzny materiał zapewnia ochronę przed zapaleniem się samej odzieży przy zetknięciu się z płomieniem oraz posiada właściwości antyelektrostatyczne. Ochrony:

- przed gorącem zapewniona jest przez użycie wielowarstwowego zestawu materiałów,
- przed wnikaniem wody osiągnięto poprzez zastosowanie membrany wodoszczelnej i przepuszczającej parę wodną.



Rys. 151. Tkaniny specjalne chroniące skoczka spadochronowego przed zmiennymi warunkami otoczenia, a równocześnie warunkujące skuteczne ale i bezpieczne sprowadzenie na ziemię – niekiedy w odległości ponad 20 km od miejsca opuszczenia samolotu.

Obecnie wiele firm i ośrodków badawczych w USA, koordynowanych przez US Army Soldier Centre w Natick, pracuje nad wykreowaniem i wprowadzeniem nowego umundurowania, pod nazwą Skorpion, dla jednostek bojowych. Ma ono być wielofunkcyjne oraz interaktywne. Przede wszystkim skutecznie chronić przed pociskami, odłamkami i bronią biologiczną, a nadto zapewniać:

- niewykrywalność przed różnego rodzaju promieniowaniem elektromagnetycznym - w tym radarem i detektorami infraczerwieni,

- zmianę barwę – dostosowując ją samoczynnie do barwy otoczenia,
- monitorowanie stanu organizmu użytkownika itp.

Taka odzież, zmniejszając zagrożenie, podbudowuje psychikę żołnierza. Odzież ma zabezpieczyć nie tylko przed przemoczeniem, ale też przed zatonięciem oraz zapewnić termoregulację. W tkaninę mundurową wbudowano elektroniczne implanty służące komunikowaniu się i sygnalizowaniu. System monitorujący rejestruje ciśnienie krwi, tętno, temperaturę ciała i przekazuje te dane do pamięci mikrokomputera lub drogą satelitarną do bazy. Na rękawie wyświetlana jest wybrana mapa okolic. Właśnie dzięki nanotechnologii staje się możliwe wytworzenie tkanin:

- z właściwościami kamuflażu,
- monitorujących wiele parametrów żołnierza,
- zawierających włókna przepuszczające powietrze, lecz blokujących dostęp trujących chemikaliów i broni biologicznej itp.

W przypadku zranienia żołnierza włókna zastosowane do wytworzenia trykotu bieleżnianego kurczą się w obecności krwi, co daje samoistną opaskę uciskową, z której uwalniane są antybiotyki i środki antybólwe, a odpowiedni czujnik przekazuje radiowo informację do dowództwa o zaistniałym przypadku. Wewnętrzna antena umożliwia odbieranie poczty elektronicznej, a także przekazuje szczegółowe informacje o miejscu pobytu żołnierza. W tym procesie opanowywania przez tekstylia coraz to nowych obszarów zastosowań dużą rolę odegrały i nadal będą odgrywać materiały inteligentne, które posiadają cechy sensora, procesora i urządzenia wykonawczego. We włókiennictwie są to głównie inteligentne polimery takie jak piezoelektryczne, z pamięcią kształtu, elektroaktywne, żela polimerowe oraz kompozyty o osnowie polimerowej z wypełniaczami piezoelektrycznymi lub magnetycznymi.

4.8. Wyroby pasmanteryjne

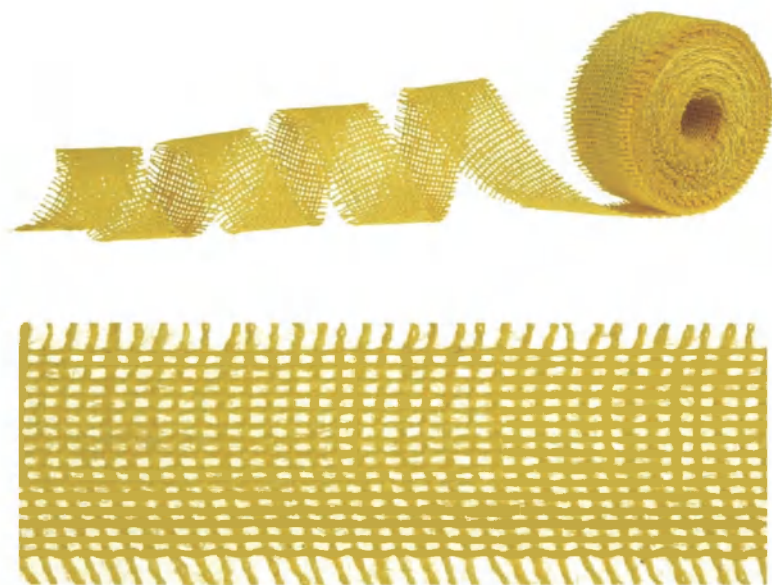
Pasmanteria (wł. passamano), inaczej wyroby pasamoniczne, szmuklerskie - obejmuje wyroby włókiennicze najczęściej w formie liniowej lub taśm. Wytwarzane są głównie technikami tkacką i plecionkarską oraz dziewiarską. Ograniczono się głównie do dwóch pierwszych.

Pasmanteria obejmuje następujące grupy wyrobów:

- wstążki,



Rys. 152. Wstążka ozdobna tkana - Zakł. Przem. Pasmant. LENORA



Rys. 153. Wstążka jutowa tkana firmy L. Jaroszek

- taśmy – tapicerskie, introligatorskie, izolacyjne, nośne, obuwiowe, ortopedyczne, dystynkcyjne, orderowe, liturgiczne, otoki



Rys. 154. Taśmy zdobnicze tkane – Zakł. Przem. Pasmant. LENORA



Rys. 155. Taśma zdobnicza falista pleciona – Zakł. Przem. Pasmant. LENORA



Rys. 156. Taśma ozdobna firmy L. Jaroszek

- taśmy elastyczne
- szarfy,
- etykiety, wszywki żakardowe,
- koronki,
- borty, krajki, galony, frędzle, sutasze, pompony , zwykłe i ozdobne,
- sznury, wisiory (chwosty),

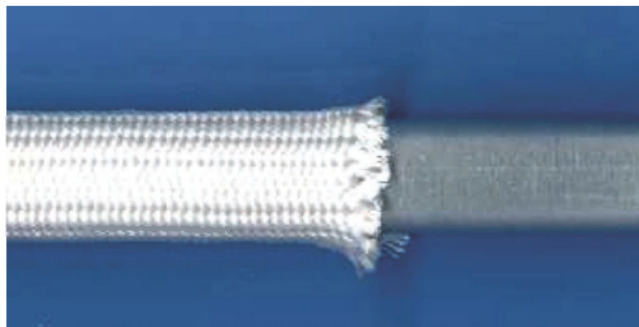


Rys. 157. Pas obszyciowy dziany OPTANT



Rys. 158. Chwościk OPTANT

- oplatane guziki i guzy,
- pętlice stosowane jako zapięcia,
- oploty izolacyjne,



Rys. 159. Koszulka izolacyjna pleciona poliamidowa

- sznurowadła bawełniane, syntetyczne, woskowane (okrągłe i płaskie), sznury, linki,



Rys. 160. Sznur ozdobny OPTANT

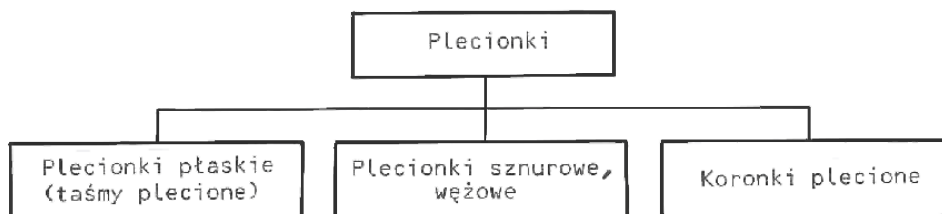
- knoty do świec i zniczy

4.9. Wyroby plecione

Wyroby plecione wykazują znaczną zbieżność strukturalną z tkaninami, bowiem ich nitki łączone są ze sobą przeplataniem. Istnieje jednak istotna różnica między tymi wyrobami – zarówno w przestrzennej konfiguracji składowych jak i technikach wytwarzania. Ograniczono się do przedstawienia dwóch najważniejszych grup wyrobów plecionych.

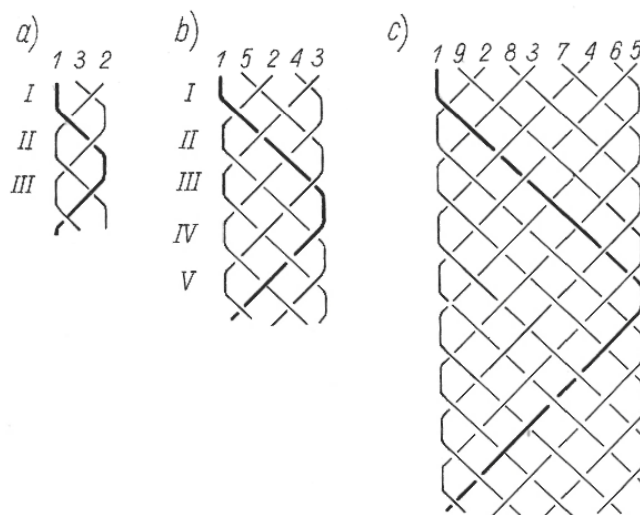
4.9.1. Plecionki jednoukładowe

W tej grupie (rys. 161) występuje tylko jeden układ nitek, a ich minimalna liczba wynosi 3.



Rys. 161. Podział plecionek jednoukładowych

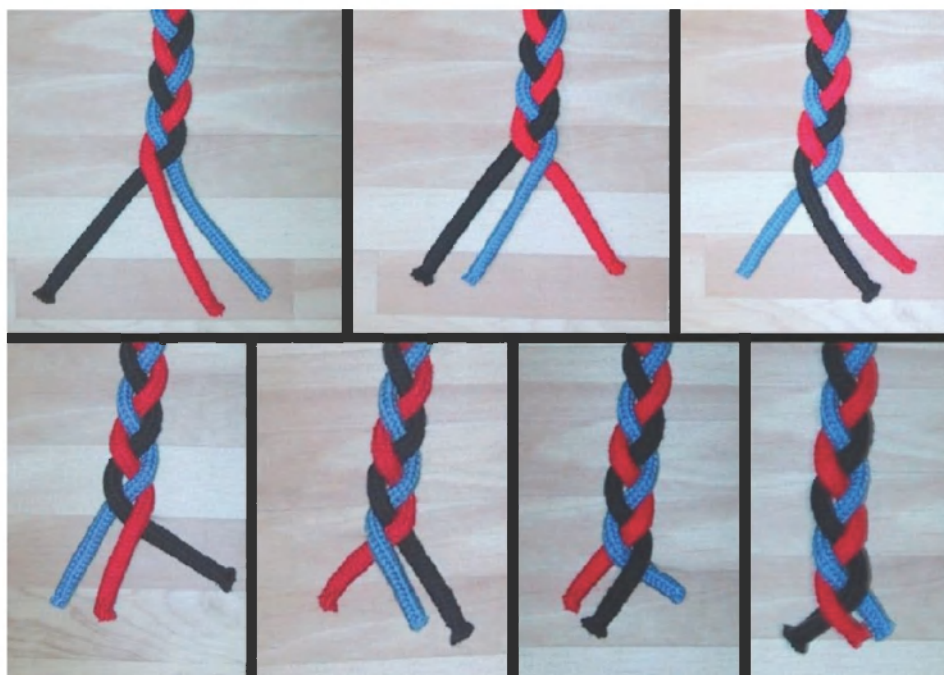
Najczęściej występują plecionki jednoukładowe jako taśmy. Nitki są usytuowane zygzakowato i każda przeplata z pozostałymi w określonym porządku. Kolejność pokryć odczytuje się wzdłuż nitki (rys. 162).



Rys. 162. Taśmy plecione:

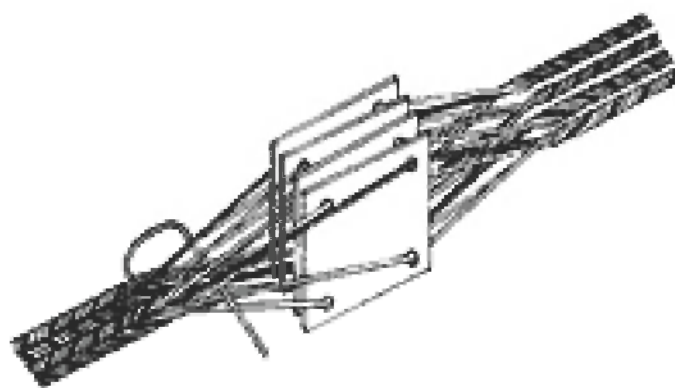
a) trzynitkowa 1/1, b) pięcinitkowa 1/1, c) dziewięcinitkowa 2/2

Plecionki należą historycznie do jednych z najstarszych wyrobów. Początkowo wytwarzano je ręcznie. Fazy formowania pokazano na rys. 163.



Rys. 163. Fazy formowanie plecionki trójnitkowej

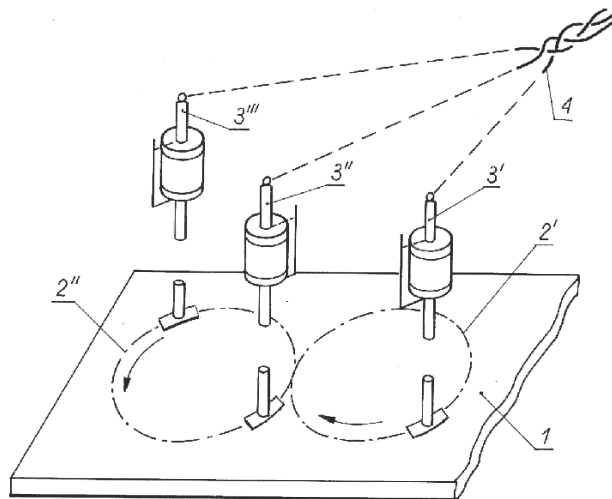
Z kolei wykorzystywano do wytwarzania plecionek trójnitkowych prostą w budowie tabliczkę z otworami (rys.164).



Rys. 164. Technika wytwarzania plecionki z pomocą tabliczki do sterowania położeniem nitki

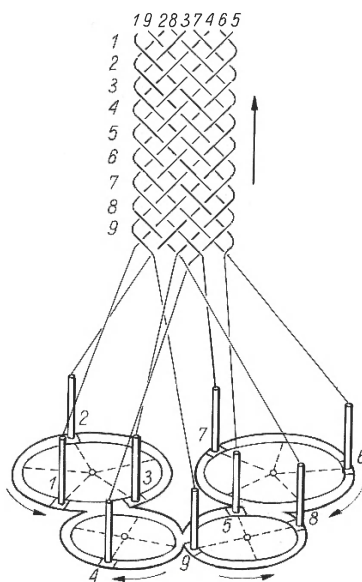
Następnym etapem była mechanizacja procesu. Na rys. 165 przedstawiono budowę plecionkarki do wytwarzania taśm plecionych płaskich trójnitkowych.

Nitki są czerpane z nawojów umieszczonych na wrzecionach 3, które poruszają się po torach 2 według programu określonego zamierzoną strukturą wyrobu. Jeśli dwa wrzeciona, wirujące po sąsiednich zamkniętych torach kołowych, wymieniają się położeniami następuje wzajemne okręcanie dwóch nitek.



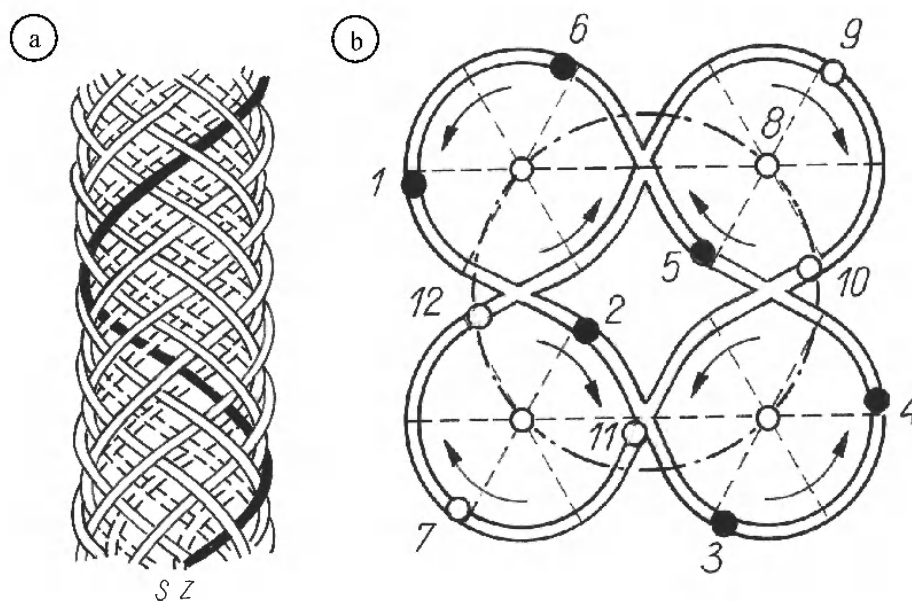
Rys. 165. Tworzenie taśmy plecionej płaskiej trzynitkowej o splocie 1/1:
1 – płyta, 2', 2'' – tory wrzecion, 3', 3'', 3'''- wrzeciona z nawojami, 4 – plecionka

Kolejny rysunek prezentuje formowanie taśmy płaskiej o większej liczebności nitek, o splocie 2/2.



Rys. 166. Tworzenie taśmy dziewięcionitkowej 2/2 :
1,2...9 – numery wrzecion i czerpanych z nich nitek

W innej odmianie plecionek jednoukładowych, zwanych sznurowymi lub węzowymi, nitki podzielone są na dwie grupy. Każda z nich jest usytuowana wzdłuż linii śrubowej, ale o odmiennym kierunku Z lub S. Nitki jednej grupy przeplatają się wyłącznie z nitkami drugiej.



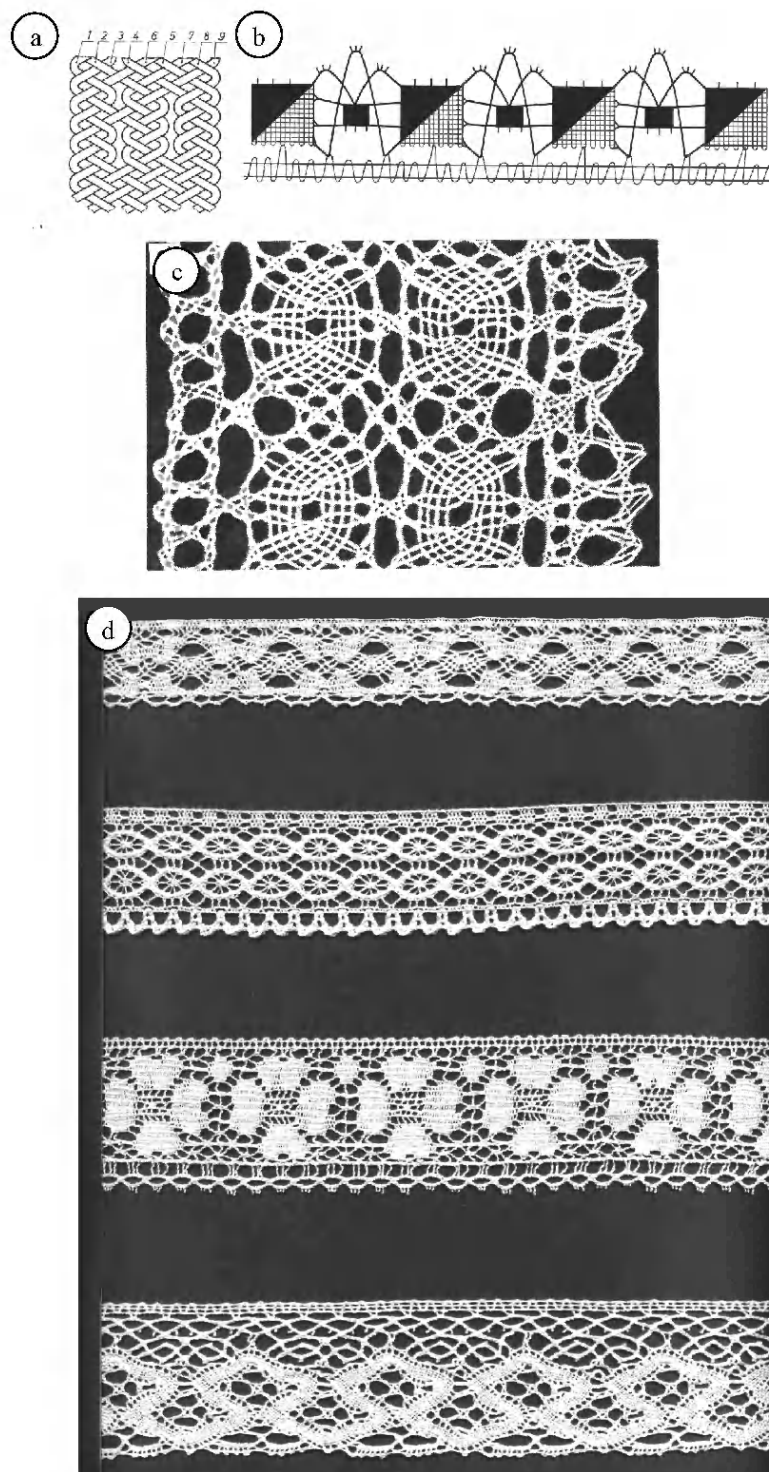
Rys. 167. Plecionki jednoukładowe sznurowe (węzowe):
a) struktura, b) geometria torów wrzecion przy
wytwarzaniu plecionek sznurowych

Wytwarzanie plecionek sznurowych wymaga stosowania torów zamkniętych. Na rysunku 167 przedstawiono geometrię torów, a kolejne numery przy nich wskazują chwilowe, kolejne położenia wrzecion.

Przedstawione wyroby są szeroko stosowane. I tak, z uwagi na ich dużą wytrzymałość na rozciąganie, służą jako liny alpinistyczne, szelki spadochronowe itp. Drugim walorem plecionek sznurowych jest możliwość nadania im interesujących walorów dekoracyjnych. Stąd bardzo ich duży udział w pasmanterii.

Trzecią grupę plecionek jednoukładowych stanowią koronki (rys. 168). Obecnie ta grupa jest zastępowana przez wyroby strukturalnie podobne, ale o mniejszych walorach plastycznych i użytkowych, ale wytwarzanych innymi metodami - znacznie wydajniejszymi.

Ostatnia grupa koronek plecionych, klockowych (rys. 168d) została zaprojektowana i wykonana w zakładach w Brzozowie, które są największym wytwórcą takich wyrobów w Europie i produkują 0.1 całej podaży tej grupy tekstyliów w świecie.

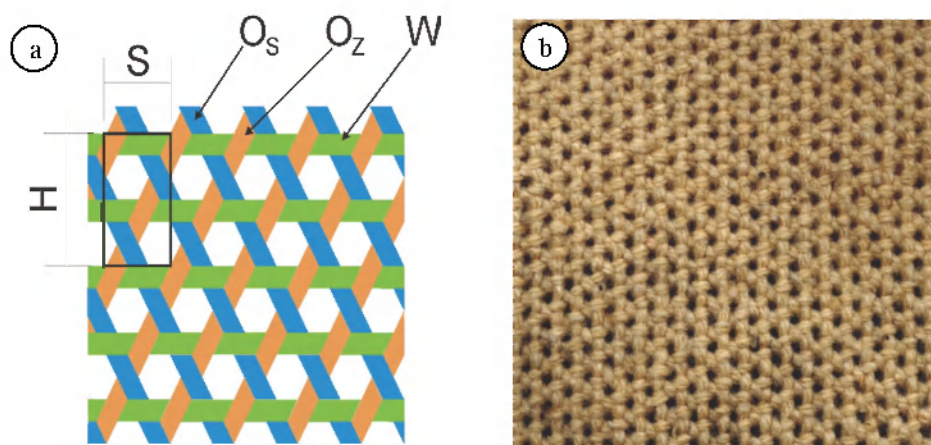


Rys. 168. Koronki plecione: a) zasada różnicowania łączeń nitek, b) c) d) – przykłady koronek

4.9.2. Plecionki dwuukładowe

Plecionki trójosiowe

Pod tym pojęciem przyjmuje się wyroby, które powstały przez przeplatanie wzajemne dwóch układów nitek: osnowowego i wątkowego - z tym, że ten pierwszy składa się nitek usytuowanych wzajemnie skośnie, co nie ma miejsca w tkaninach klasycznych. Stąd też druga ich nazwa – wieloosiowe, co oddaje konfigurację nitek osnowy. Dzięki temu można uzyskać struktury plecione o innych własnościach mechanicznych. Poniżej przedstawiono przykłady takich rozwiązań. W pierwszym kierunku dwóch grup nitek osnowy wzajemnie się przecinają. Drugi układ nitek – wątki - usytuowany poprzecznie do wyrobu przeplata z nitkami osnowy. Występują więc w sumie trzy osie. I one stanowią z kolei trzy transmisje przenoszenia obciążeń – rozkładają je równomierniej w obiekcie niż w klasycznej tkaninie – o budowie ortogonalnej.



Rys. 169. Plecionka dwuukładowa trójosiowa:

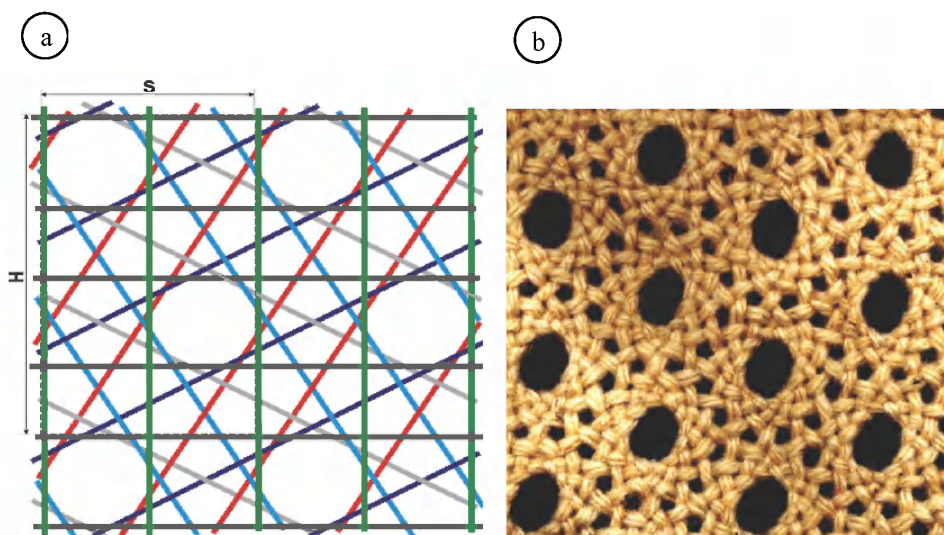
a) schemat przeplatania nitek, b) fotogram wyrobu trójosiowego:

O_s , O_z – nitki osnowy, W – wątki; H – S: raport splotu.

Realizatorzy: M. Cybulska, I. Frontczak – Wasiak, M. Snyderski, IAT PŁ

Plecionki pięcio- i sześćoosiowe

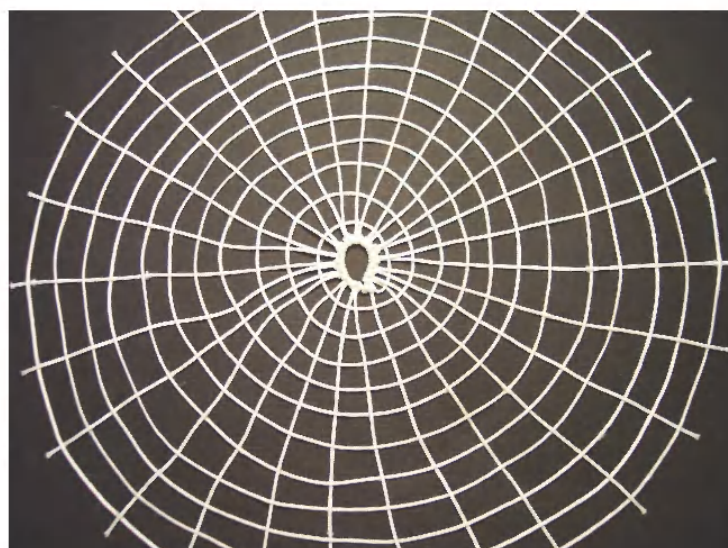
Kolejnym przykładem plecionki dwuukładowej, pięcioosiowej jest struktura stwarzająca jeszcze lepsze warunki zwiększenia równomierności obciążeń jakim poddany jest wyrób. Natomiast zauważalna jest występująca nierównomierność usytuowania nitek prowadząca do powstania niejednorodności struktury wyrobu.



Rys. 170. Plecionka dwuukładowa sześćoosiowa o splocie płóciennym i siatce niejednorodnej: schemat przeplatania nitek, b) fotogram wyrobu
(Frontczak I.), (Frontczak I., Snycerski M.) IAT PŁ

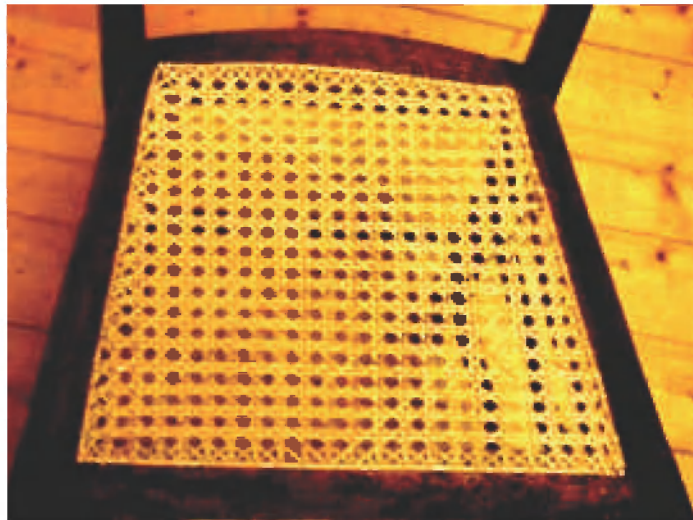
Plecionki wieloosiowe spiralne

Interesującą, z racji spodziewanych własności mechanicznych, jest struktura, w której wszystkie nitki osnowy rozłożone są promieniowo, natomiast wątek w sposób ciągły ułożony jest spiralnie.



Rys. 171. Plecionka dwuukładowa, okrągła, wieloosiowa - o promieniowo usytuowanych nitkach osnowy i z wątkiem ułożonym spiralnie
Projekt i realizacja plecionki: A. Stolarek pod kierunkiem M. Snycerskiego IAT PŁ

Przedstawione koncepcje otwierają zupełnie nowe możliwości w zakresie mechaniki tekstyliów i obszarów ich zastosowań. Pozwalają bowiem na rozkład i propagację przyłożonych obciążeń nie tylko ortogonalnie, jak ma to miejsce w tkaninach, ale bardziej równomiernie i przenosić je po wielu torach. Z tych powodów duże zastosowanie od lat mają plecionki wieloosiowe w budowie krzeseł, foteli itp. W europejskich krajach niemieckojęzycznych takie plecionki noszą nazwę plecionek wiedeńskich.



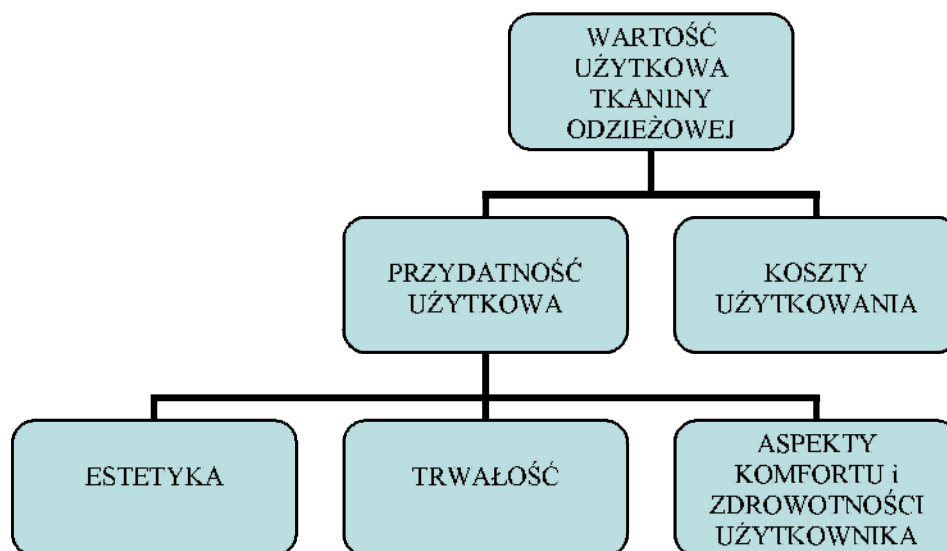
Rys. 172. Przykład stosowania plecionek wieloosiowych do siedlisk krzeseł

W wyrobach technicznych spotykane są coraz częściej przypadki wykorzystywanie tych cennych właściwości mechanicznych plecionek wieloosiowych. Przykładem mogą być tarcze wysoko obrotowe - jako noże lub elementy szlifujące. Obecnie najistotniejszym zagadnieniem jest opracowanie wysokowydajnej techniki ich wytwarzania.

5. WARTOŚĆ UŻYTKOWA

5.1. Pojęcia podstawowe

O wyborze tkaniny, przez przyszłego jej użytkownika, decyduje wiele czynników. Dla wyrobów odzieżowych, szczególnie wierzchnich i w zastosowaniach cywilnych, dużą rolę, a często decydującą, odgrywa moda. W tym zakresie inne racjonalne przesłanki mogą być nieistotne. Zwykle jednak należy brać pod uwagę wartość użytkową - wyznaczającą zdolność wypełniania funkcji wynikających z określonego przeznaczenia wyrobu, a więc z warunków użytkowania. Te, z racji zastosowań tkanin w coraz nowych obszarach i dziedzinach, są ogromnie zróżnicowane.



Rys. 173. Wartość użytkowa tkanin odzieżowych

Od warunków użytkowania:

- dla sukni balowych, poprzez odzież codziennego użytku, wyroby wewnętrzne użytkowe i dekoracyjne,
- dla odzieży rekreacyjnej, sportowej, roboczej ochronnej - w tym dla zatrudnionych w ratownictwie, służbie zdrowia, gospodarce morskiej, przemyśle chemicznym, metalurgicznym, wydobywczym,

- dla odzieży służb mundurowych granicznych, policji, wojska, jednostek specjalnych, aż do skafandrów dla kosmonautów,

do zastosowań technicznych, w inżynierii budowlanej, medycynie, agrotechnice, budownictwie drogowym i morskim itp.

Wobec takiej różnorodności zastosowań i z nich wynikających z kolei bardzo różnych warunków użytkowania ograniczono się do jednej, ilościowo znaczącej grupy - tkanin odzieżowych codziennego użytku. Dla niej przedstawiono strukturę składowych grup czynników mogących decydować o wartości użytkowej. Są to (rys. 173):

- przydatność, będąca wynikiem własności estetycznych, trwałości i aspektów komfortu i zdrowotności użytkownika,
- koszty użytkowania.

5.1.1. Estetyka

W tej grupie należy wyróżnić :

- wrażenia użytkownika przy pierwszym oglądzie tkaniny, kiedy o wyborze wyrobu decydują: *wzornictwo, kolorystyka, układalność i takie własności sensoryczne jak chwyt, żywość, pełność,*
- własności ujawniające się dopiero w użytkowaniu takie jak: *odporność na mięcie, brudzenie, pilling, wyświecenie, trwałość kształtów oraz barw.*

5.1.2. Trwałość

O tej cesze decydują głównie własności mechaniczne tkaniny. Dla grupy wyrobów odzieżowych powszechnie stosowanych, zwłaszcza roboczych, rekreacyjnych, są to najczęściej: *wytrzymałości na rozciąganie, rozdzieranie, wypychanie, ścieranie oraz zmęczenie.*

Z racji różnych warunków użytkowania dochodzi do przypadków obciążeń złożonych. Przykładem mogą być dla spodni partie kolanowe i siedzeniowe, a dla marynarek, wiatrówek części przylegające do łokci. Tutaj najczęściej występują wielokrotnie i równocześnie siły:

- tarcia - osłabiające wszystkie lub grupę nitek,
- rozciągające najczęściej wzdłuż osnowy,
- wypychające.

5.1.3. Aspekty komfortu i zdrowotności użytkownika

Przywołano tutaj dwie grupy niezmiennie istotnych zagadnień decydujących w wielu przypadkach o ocenie tkanin, ponieważ oddają sens szeregu własności i z kolei funkcji tkaniny, które kształtują komfort użytkowania w aspekcie higieny fizycznej i psychicznej oraz fizjologii użytkownika jak również ewentualnej toksyczności i bezpieczeństwa. Są to:

- izolacyjność cieplna, przepuszczalność powietrza statyczna i dynamiczna (przewiewność),
- higroskopijność, zdolność transportu na zewnątrz potu,
- generowanie, gromadzenie oraz znak ładunków elektrostatycznych,
- wodochłonność, wodoodporność, wiatrochronność,
- barierowość: wodoszczelność, zapobieganie przenikaniu mikrociał, bakteriostatyczność i bakteriobójczość, odporność na promieniowanie UV oraz wyższe temperatury,
- bezpieczeństwo, a w tym brak działań alergizujących, toksycznych, rakotwórczych, żrących, drażniących, radioaktywnych oraz redukcja łatwopalności,
- zapach.

Wybór niezbędnych cech, decydujących o przydatności użytkowej, powinien być uzależniony od spodziewanych warunków użytkowania. Stąd dla wielu przypadków ogranicza się wymagania w stosunku do przedstawionych wyżej. I tak przykładowo tkaninom bluzkowym, sukienkowym nie stawia się rygorystycznych wymogów trwałości, a z kolei przeznaczonym na ubrania robocze, a zwłaszcza dla jednostek interwencyjnych policji, wojska eksponowane być muszą ochrona osobista, trwałość i względy zdrowotne. Odporność na brudzenie wiąże się w znacznym stopniu ze zdolnością powstawania i utrzymywania się na wyrobie ładunków elektrostatycznych. Ale z drugiej strony zjawisko to może mieć niewątpliwy wpływ na fizjologię użytkownika. Naruszona zostaje w wyższym lub niższym stopniu równowaga bioelektryczna - z bliżej dotąd nieznanymi skutkami. Kwestia ta stała się obecnie szczególnie istotna ze względu na wprowadzenie do tekstyliów dużych ilości włókien chemicznych, wyjątkowo sprzyjających generowaniu i gromadzeniu znacznych ładunków elektrostatycznych.

Należy podkreślić rosnącą rolę zdrowotnych aspektów tekstyliów. Złożyły się na tę sytuację z jednej strony wzrost wymagań i oczekiwań poszczególnych grup użytkowników, a z drugiej imponujące osiągnięcia w zakresie surowców jak i technologii włókienniczych.

5.1.4. Koszty użytkowania

Jednostkowy koszt użytkowania można wyrazić jako funkcję trzech zmiennych:

$$JKU = \frac{CW + KK}{CU}$$

gdzie:

JKU - jednostkowy koszt użytkowania,

CW - cena wyrobu,

KK - koszt konserwacji,

CU - czas użytkowania.

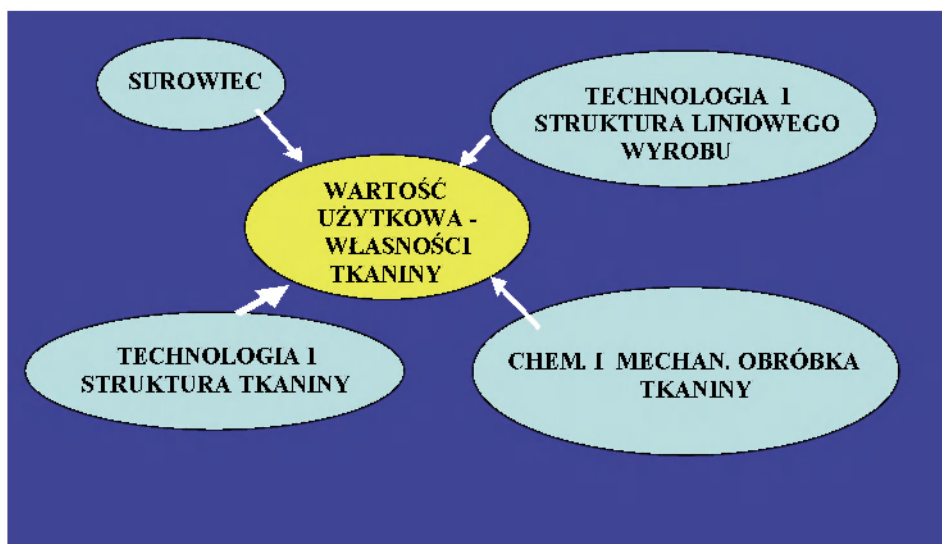
Odporność na brudzenie – również ważny element własności estetycznych - ma zasadniczy wpływ na koszty konserwacji, a dalej pośrednio na możliwe zmiany wybarwień i trwałość kształtu w wyniku częstych czyszczeń lub prai odzieży. Również istotną kwestią jest wypieralność zabrudzeń. Koszty konserwacji mogą być wielokrotnie większe od ceny wyrobu. Klasycznym przykładem jest grupa tkanin koszulowych. I ta okoliczność powinna decydować o wyborze tego typu części odzieży.

W wielu jednak przypadkach o czasie użytkowania decyduje wyłącznie grupa własności ujęta mianem - trwałości. Ale wystąpić może również wpływ innego czynnika - jakim jest niewątpliwie moda – eliminująca przedwcześnie wyrób, bez widocznych zmian własności użytkowych.

5.1.5. Kształtowanie użytkowej wartości tkanin

Wartość użytkową, a więc i własności tkaniny kształtują (rys. 174):

- surowiec,
- technologia, warunki wytwarzania i struktura nitek,
- technologia, warunki wytwarzania i struktura tkaniny,
- technologia i techniki chemicznej i mechanicznej obróbki wyrobu.



Rys. 174. Kształtowania użytkowych własności tkaniny

5.2. Wpływ surowca na wartość użytkową tkanin

Tkaniny wytwarzano przez ponad siedem tysięcy lat wyłącznie z włókien naturalnych. Ich wpływ na niektóre własności tkaniny podano w tablicy 7. W celu poprawy własności użytkowych lub potanienia wyrobu wprowadzono

rozwiązania, w których surowiec poszczególnych układów przędz był różny, np. przy wątku wełnianym stosowano osnowę bawełnianą lub z jedwabiu naturalnego.

Tablica 7. Ocena niektórych własności tkanin z surowców naturalnych

Wyrób Własność	Tkaniny			
	bawełniane	wełniane	lniane	jedwab naturalny
Wytrzymałość na rozciąganie	duża	średnia	bardzo duża	średnia
Wytrzymałość na ścieranie	średnia	średnia	mała	duża
Ciepłochronność	mała/średnia	duża/bardzo duża	mała	mała/średnia
Odporność na brudzenie	mała	duża	mała	mała
Odporność na mięcie	mała	duża/bardzo duża	mała	duża

Wartość użytkową tkaniny można w pewnym stopniu kształtować również przez dobór włókien o różnych długościach i grubościach. Zasady postępowania przedstawia tablica 8.

Tablica 8. Zasady zestawiania mieszanek włókien (Wood)

Szczególnie pożądane własności tkaniny	Mieszanka włókien
Wytrzymałość na rozciąganie	- grube włókna o różnej długości + cienkie włókna o równomiernej długości - grube i długie włókna + długie i cienkie włókna - cienkie i słabe włókna + cienkie i mocne włókna - włókna o różnej długości + włókna tej samej grubości i długości
Wytrzymałość na ścieranie	- grube włókna krótkie + cienkie włókna krótkie
Pulchność i miękkość	- grube włókna krótkie + włókna o dużej karbikowości
Sztywność	- grube włókna naturalne lub sztuczne ciągłe, grube
Silny połysk	- długie i grube włókna (zależnie od rodzaju)
Słaby połysk	- krótkie i cienkie włókna (zależne od rodzaju)
Układalność	- długie i cienkie włókna
Nieprzemakalność	- grube i długie włókna
Stalność wymiarów	- grube, krótkie włókna w przędzy o małym skręcie
Chłonność	- włókna możliwie równomierne krótkie, pochodzenia roślinnego
Namakalność i wysychalność	- włókna jednorodne pochodzenia zwierzęcego
Równomierność wyglądu zewnętrznego	- jednorodne

W ostatnich kilkudziesięciu latach ogromny rozwój włókien chemicznych miał wielki wpływ na rozwój całego włókiennictwa. Możliwość zastosowania nowych surowców, o niewyobrażalnej gamie własności, przyniósł nienotowany dotąd rozwój asortymentu tkanin w klasycznych obszarach zastosowań jak i zupełnie nowych jak: technika, medycyna, budownictwo, obronność, bezpieczeństwo i szereg innych. Przykładowo na rysunku 175 przedstawiono ocenę niektórych własności użytkowych poszczególnych tkanin wykonanych z różnych, ale w wyrobie - jednorodnych surowców. Wzięto pod uwagę włókna chemiczne częściej stosowane w wyrobach odzieżowych:

- poliestrowe - Dacron,
- poliakrylonitrylowe - Orlon,
- poliamidowe - Nylon,
- wiskozowe - Fibranne,
- octanowe,

a jako układ odniesienia przyjęto - włókna wełniane.

Wskaźniki podano w sposób uproszczony, ograniczając się jedynie do ocen w zakresie od najwyższej (5), przez dobrą (4), dostateczną (3) do złej (2). Pierwsze cztery z przytoczonych własności, jak chwyt, żywość, pełność i odporność na mięcie, w warunkach normalnych są najczęściej oceniane organoleptycznie przy pierwszym kontakcie z tkaniną. Ale obecnie mogą być zweryfikowane w dalszych badaniach obiektywnymi metodami w dociekaniach laboratoryjnych.

Z przytoczonych danych wynika, że tkanina odzieżowa wykonana wyłącznie z włókien wełnianych (numer 6) odznacza się wieloma dobrymi wskaźnikami takich własności użytkowych, jak:

- chwyt, żywość,
- odporność na działanie podwyższonej temperatury oraz na mięcie przy względnej wilgotności powietrza $\varphi = 65\%$.

Ale ma również pewne wady, np.:

- małą trwałość nadanych kształtów w warunkach na mokro,
- małą stałość wymiarów (znaczna kurczliwość),
- małą wytrzymałość na rozdieranie,
- małą odporność na mięcie przy dużej wilgotności powietrza ($\varphi = 90\%$).

Natomiast tkaniny z włókien poliestrowych wyróżniają się:

- znaczną stałością wymiarów,
- dużą odpornością na mięcie, nawet przy dużej wilgotności powietrza,
- dużą wytrzymałością na ścieranie i rozdieranie.

Z kolei ich cechami ujemnymi są:

- mała zdolność odprowadzania tworzących się ładunków elektrostatycznych,
- mała odporność na działanie podwyższonych temperatur,
- niezadowalające: chwyt, żywość i pełność.

Te okoliczności spowodowały stosowanie w szerokim zakresie mieszanek różnych włókien, a więc tworzenie nitek o strukturze kompozytu, co pozwala w sposób zamierzony kształtować własności tkanin.

		najwyższa	dobra	dostateczna	zła		
Stopnie oceny		5	4	3	2		
Chwył		3	4	3	3	4	5
Żywość		3	3	2	3	3	5
Pełność		3	5	3	3	3	4
Odporność na mięcie	$\varphi=65\%$	5	4	3	3	4	5
	$\varphi=90\%$	5	3	3	2	3	3
Trwałość nadanych kształtów	$\varphi=65\%$	5	5	4	3	3	4
	na mokro	5	5	2	2	2	2
Stałość wymiarów		5	5	5	2	5	2
Wytrzymałość na rozdieranie		5	3	5	3	2	3
Odporność na ścieranie		5	3	5	3	2	4
Zdolność usuwania ładunków elektrostatycznych		2	3	3	5	3	4
Odporność na działanie podwyższonej temperatury		3	4	3	5	3	5
		1	2	3	4	5	6

Rodzaje włókien:

1 - Dacron (wł. poliestrowe)	4 - Fibranne (wł. wiskozowe cięte)
2 - Orlon (wł. poliakrylonitrylowe)	5 - Wł. octanowe
3 - Nulon (wł. poliamidowe)	6 - Wełna

Rys. 175. Ocena użytkowych własności tkanin odzieżowych surowcowo jednorodnych (Kobler H.)

Nitki - kompozyty surowcowe - uzyskuje się trójako:

- mieszając dwa lub trzy rodzaje włókien odcinkowych przed właściwym przędzeniem,
- zespalać w nitce różne włókna chemiczne ciągłe,
- tworząc przędze rdzeniowe, w których rdzeń tworzą włókna ciągłe, a oplot (owijanie) jest z włókien odcinkowych.

Na rysunku 176 podano ocenę niektórych użytkowych własności tkanin wykonanych z przędz dwuskładnikowych. Oczywiście ujęcie takie jest

uproszczone, ale ułatwia wytypowanie składów optymalnych, tj. takich, dla których większość własności uzyskuje oceny możliwie najlepsze.

I tak dla mieszanki wełna - poliester (rys. 176a) najpierw odrzuca się obszary z ocenami niedostatecznymi i wtedy otrzymuje się do dalszej analizy udziały procentowe mas poszczególnych włókien:

- $27\% < \text{wełna} < 55\%$,
- $45\% < \text{poliester} < 73\%$

Teraz powtórnie zawęża się tak otrzymany obszar na wykresie, aby uzyskać jak najwięcej ocen dobrych. Zaznaczono go ciągłymi liniami pionowymi. Dla mieszanki poliester - wełna skład optymalny jest przy udziale wełny od 30 do 41%. Wówczas z wyjątkiem zdolności odprowadzania ładunków elektrostatycznych, która jest tylko dostateczna, wszystkie pozostałe cechy mają ocenę co najmniej dobrą.

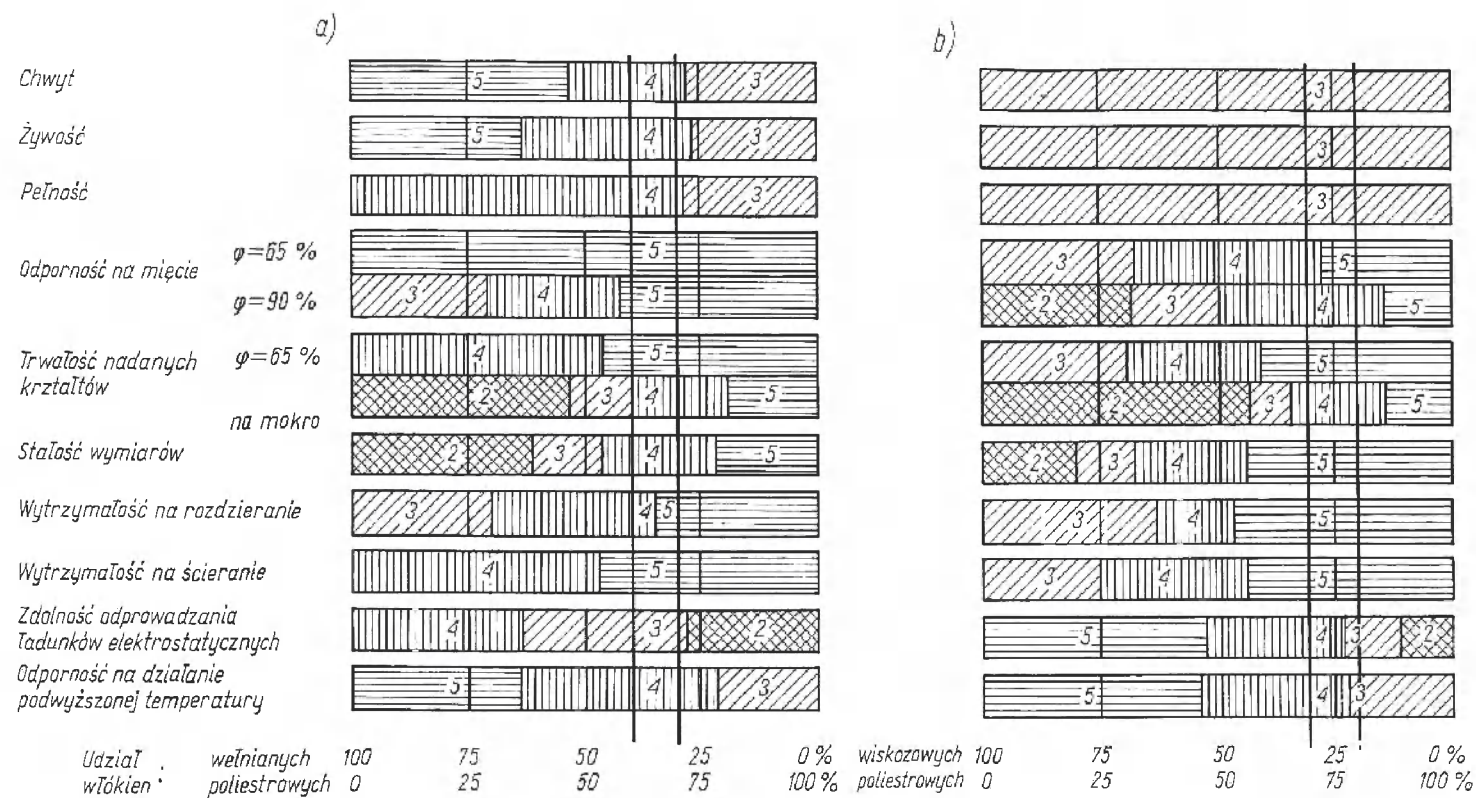
W warunkach krajowych przyjęto jako optymalne wartości bardzo im bliskie: 55% włókien poliestrowych (Elana) i 45% włókien wełnianych. Dla mieszanek włókien poliestrowych z wiskozowymi (rys.176b) optimum przypada przy udziale od 70 do 80% włókien poliestrowych. Niewątpliwie nie poprawiają się takie własności jak chwyt, żywość, pełność, ale dla pozostałych notuje się oceny nie mniej niż dostateczne. Obecność włókien wiskozowych obniża własności estetyczne wyrobu (mała odporność na mięcie), ale z kolei poprawia zdolność odprowadzania ładunków elektrostatycznych. Również godną uwagi jest ich stosunkowo niska cena.

W wielu przypadkach zróżnicowane własności włókien skłoniły do stosowania mieszanek nie tylko dwu-, ale i trójskładnikowych. W tablicy 9 dla mieszanek dwu- i trójskładnikowych podano optymalne udziały włókien.

Tablica 9. Orientacyjne optymalne udziały włókien w tkaninach odzieżowych wieloskładnikowych - wielosurowcowych

Rodzaj zestawionych włókien	Optymalne udziały
Wełniane/poliestrowe	45/55
Wełniane/poliakrylonitrylowe	25/75
Poliestrowe/octanowe	25/75
Poliestrowe/poliakrylonitrylowe	50/50
Poliestrowe/wiskozowe	75/25
Poliakrylonitrylowe/poliamidowe	75/25
Wełniane/poliestrowe/wiskozowe	25/50/25
Wełniane/poliestrowe/poliakrylonitrylowe	25/50/25
Poliestrowe/wiskozowe/poliakrylonitrylowe	50/25/25
Poliestrowe/wiskozowe/octanowe	50/25/25

Należy jeszcze raz podkreślić, że nie tylko przydatność użytkowa tkaniny powinna być wytyczną przy zestawieniu odpowiednich mieszanek surowcowych, ale również możliwości przędzenia, przerobu i czynnik



Rys. 176. Ocena niektórych użytkowe własności tkanin z mieszanek surowcowo dwuskładnikowych (Kobler H.) :
a) włókna poliestrowe i wełniane, b) włókna poliestrowe i wiskozowe.

ekonomiczny, a więc koszt jednostkowy użytkowania. W zależności od zastosowania poszczególnych rodzajów włókien można otrzymać tu bardzo różne wyniki.

Mieszanie ciągłych włókien chemicznych obecnie przebiega w drodze:

- łączenia różnych rodzajów włókien ciągłych podczas ich skręcania,
- teksturowania pneumatycznego.

W pierwszym przypadku zwykle łączy się jedwab poliamidowy z octanowym lub poliestrowy z wiskozowym. Uzyskane nitki nadają się szczególnie do produkcji podszewek.

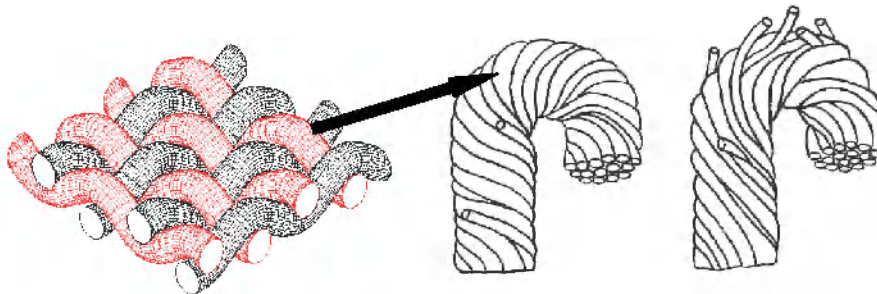
Można również skręcać włókna o różnym powinowactwie do barwników, co stwarza podstawę do uzyskania wielobarwnych efektów w tkaninie. Jedwabie teksturowane pneumatycznie bywają i trójskładnikowe. Zawierają włókna poliamidowe, poliestrowe i wiskozowe. Ich duża puszystość pozwala na szerokie zastosowanie w tkaninach odzieżowych, bieliznianych, obciowych, dekoracyjnych itd.

Nowe generacje włókien chemicznych, jako mikro- i nanowłókna, mają znacząco lepsze własności takie jak chwyt, żywość, pełność, higroskopijność. I dzięki temu w wielu tkaninach znajdują coraz szersze zastosowanie.

5.3. Wpływ struktury nitek na wartość użytkową tkanin

5.3.1. Naprężenia wstępne nitek w tkaninie

Duże wstępne naprężenia włókien w nitce lub zbyt małe siły szczepności między nimi powodują dużą gniotliwość i małą wytrzymałość na ścieranie wyrobu. W pierwszym przypadku zagięcia tkaniny, występujące podczas użytkowania, powodują powstanie dodatkowych naprężeń, co może prowadzić do plastycznych odkształceń, a nawet pęknięć włókien (rys. 177). Utrwalane są w ten sposób zagniecenia, a z drugiej strony obniżana jest wytrzymałość nitki na ścieranie. Tak więc nadmiernie duże, jak i zbyt małe natężenie skrętów przędzy, jej mała masa liniowa, stosunkowo niewielka liczba włókien w przekroju nitki - zmniejszają odporność tkaniny na mięcie i wytrzymałość na ścieranie.



Rys. 177. Obraz pęknięcia włókien w zginanej przędzy w tkaninie

5.3.2. Podatność nitek na pilling

Bardziej odporne na pilling będą nitki o ścisłej strukturze, zapobiegającej migracji (wysuwaniu się) włókien na powierzchnię nitki. Stąd chcąc uzyskać dużą odporność na pilling należy stosować:

- grubsze włókna, o dużej sprężystości, szorstkości i karbikowatości,
- przędzę czesankową a nie zgrzebną,
- duże natężenie skrętów,
- skręcanie nitek i to o kierunkach Z/Z lub S/S

Szczególnie niepomyślne dla omawianych własności ma nierównomierność grubości nitki na krótkich odcinkach. Cieńsze bowiem miejsca przejmują większą liczbę skrętów, dając w częściach grubszych bardziej luźną strukturę.

5.3.3. Gładkość powierzchni nitek

Natężenie skrętów nitek ma wpływ na przepuszczalność powietrza przez tkaninę (tablica 10). I tutaj występują dwa zjawiska. W miarę powiększania skrętu rośnie:

- gładkość przędzy, a więc maleje opór przenikania strugi powietrza,
- równocześnie maleje jej średnica, co prowadzi do zwiększenia wymiarów kanału między nitkami w tkaninie.

Obie okoliczności sprzyjają wzrostowi przepuszczalności powietrza.

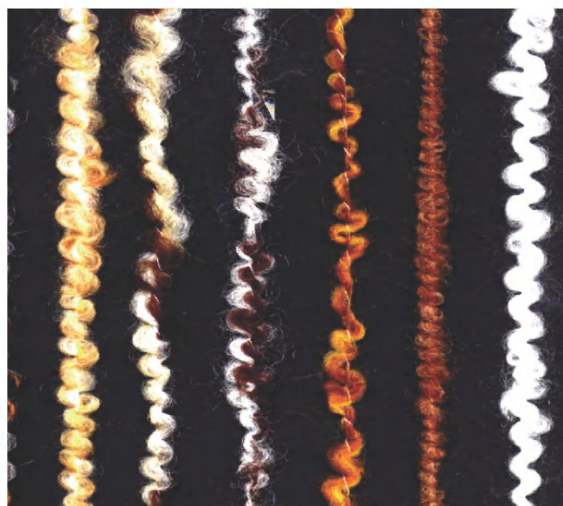
Tablica 10. Przepuszczalność powietrza tkanin z przędz o różnym współczynniku skrętu (Robertson A. F.)

Współczynnik skrętu przędzy, %	100	119	138	153	195
Przepuszczalność powietrza, %	100	138	132	171	181

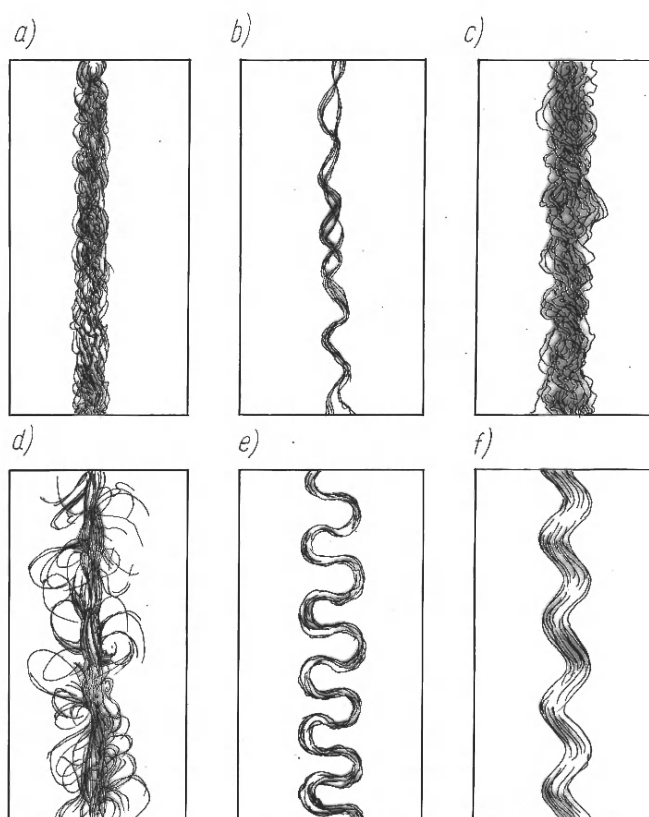
5.3.4. Nitki o rozbudowanych powierzchniach

Dla uzyskania niektórych, specyficznych użytkowych i estetycznych własności tkanin stosuje się nitki fantazyjne (rys. 178). Przykładem może być przędza frotté, która zwiększa chłonność wilgoci, niezbędną cechą ręczników.

Względy ekonomiczne skłaniają do wykorzystania ciągłych włókien syntetycznych. Aby zmniejszyć szereg ich ujemnych cech, a zwłaszcza nieprzyjemny chwyt, niedostateczną pełność nadawaną wyrobowi i inne, wprowadzono teksturowanie. Dzięki temu uzyskano strukturę i własności jedwabi zbliżone do przędz z włókien naturalnych. Ostateczne wyniki zależą w głównej mierze od przyjętego sposobu teksturowania (rys. 179).



Rys. 178. Przykłady przędz ozdobnie nitkowanych



Rys. 179. Jedwabie teksturowane metodami:
a) przejściowego skrętu, b) na ostrzu, c) zgniatania,
d) pneumatyczną, e) knit de knit, e) karbikowania mechanicznego

Łączenie chemicznych włókien ciągłych z odcinkowymi było podyktowane chęcią uzyskania dużych wytrzymałości, znacznej elastyczności jedwabiołów syntetycznych a równocześnie dobrych własności użytkowych nadawanych przez włókna staplowe. Tak otrzymane przędze rdzeniowe charakteryzują się dużą wytrzymałością (rdzeń z ciągłych włókien syntetycznych), znaczną puszystością oraz dobrymi wskaźnikami równomierności.

Wpływ struktury nitek rdzeniowych na wartość użytkową tkaniny zależy od siły spójności między włóknami rdzenia i oplotu. Dobre wyniki uzyskuje się podczas przędzenia metodą pneumatyczną.

Dla tkanin odzieżowych stosuje się jako rdzeń jedwab poliamidowy, a oplot stanowią włókna wiskozowe modyfikowane, bawełniane, wełniane lub mieszanki włókien poliestrowych z wiskozowymi.

5.4. Wpływ struktury tkanin na ich wartość użytkową

Omówiono jedynie niektóre własności tkanin, najbardziej reprezentatywne dla poszczególnych grup przydatności użytkowej. Tak więc w zakresie aspektów higienicznych i fizjologicznych użytkownika ograniczono się do ciepłochłonności i przewodności, estetykę wyrobu reprezentuje odporność na mięcie i na pilling, a trwałość tkaniny - wytrzymałość na ścieranie oraz syntetyzujące użytkowe badania trwałości. Szerzej omówiono cechę barierowości - stającą się dominującą w coraz to nowych zastosowaniach tkanin, a zwłaszcza dla eksponowanych warunków użytkowania w wielu klasycznych i nowych obszarach działania człowieka.

5.4.1. Barrierowość strukturalna

Pojęcia podstawowe

Przepuszczalność powietrza i skuteczny transport potu są niezbędnymi własnościami każdej odzieży i bielizny codziennego użytku. Ale nowe zastosowania tkanin stawiają im coraz to nowe wymagania. Na czoło wysuwają się zagadnienia:

- transportu płynów przez tkaniny w warunkach statycznych i dynamicznych, skuteczności i wydajności filtrowania w takich wyrobach jak: odzież sportowa, spadochrony, namioty wyczynowe, skokochrony, filtry przemysłowe,
- ochrony użytkownika (strukturalna barierowość tkanin), a w tym przed:
 - promieniowaniem termicznym, optycznym, jonizującym, elektromagnetycznym,
 - penetracją ciał o wymiarach od mikro do makro,
 - przebicciem przez igłę, nóż,
 - pociskami i odłamkami,

- ochrony procesów wytwórczych hightech przed wydzielinami pracownika,
- szczelności wyrobów z tkanin stosowanych w budownictwie pneumatycznym, sprzęcie pływającym, aerostatach.

Istotną rolę w kształtowaniu barierowości w wymienionych przypadkach odgrywają, obok surowca, struktury: nitek i tkanin. Identyfikacja tych ostatnich staje się bezwzględnym imperatywem w tych dociekaniach. Realizacja jednak takich zamierzeń w oparciu o znajomość podstawowych parametrów opisujących strukturę tkanin jest niewystarczająca. Tak na przykład powszechnie stosowana identyfikacja ażurowości, a więc i oceny transportu płynów, przenikaniu mikrociał przez wyrób sprowadza się obecnie do określenia jedynie zapleńień powierzchniowych: osnową - Z_o , wątkiem - Z_w , czy też obu układami równocześnie - Z_{ow} .

$$Z_o = g_o d_o, Z_w = g_w d_w, Z_{ow} = Z_o + Z_w - Z_o Z_w \cdot 10^{-2},$$

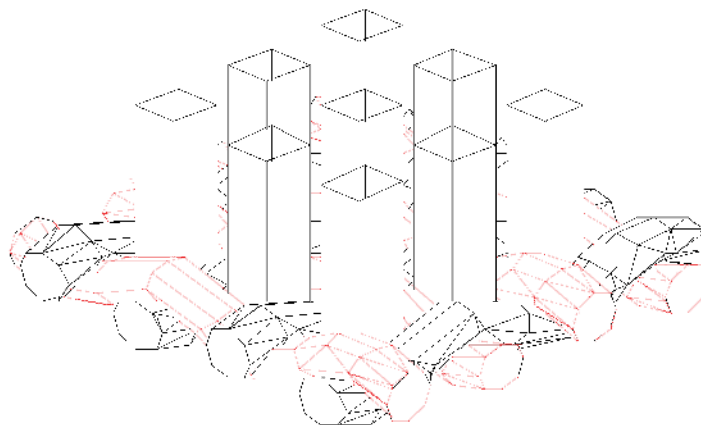
gdzie:

g_o, g_w - licznosci osnowy i wątków,

d_o, d_w - nominalne średnice nitek osnowy i wątków.

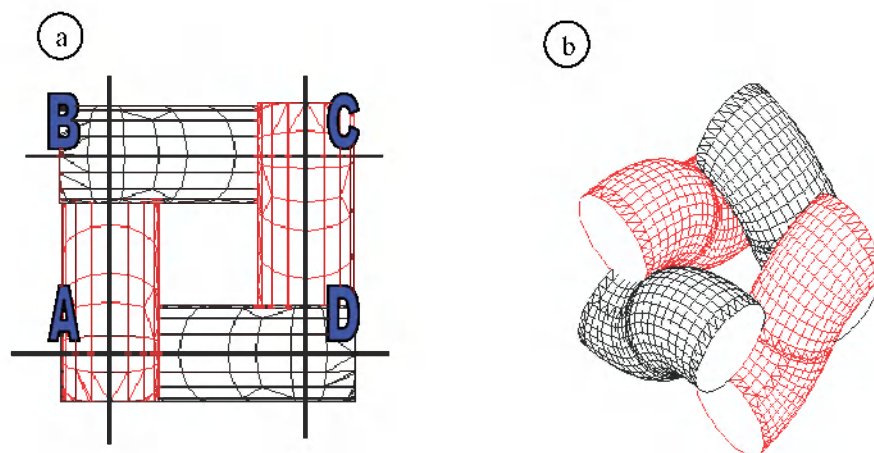
Dla takiego ujęcia przestrzeni między nitkami – decydująca o barierowości wyrobu - jawi się jako kanał, o stałym przekroju prostokątnym lub kwadratowym (rys. 179), o wymiarze:

$$(A_o - d_o) (A_w - d_w).$$



Rys. 180. Wirtualny model tkaniny z wyobrażeniem przestrzeni między nitkami jako kanałów o kształcie prostopadłościanów – celowo wydłużonych na rysunku dla zobrazowania popelnianych pomyłek

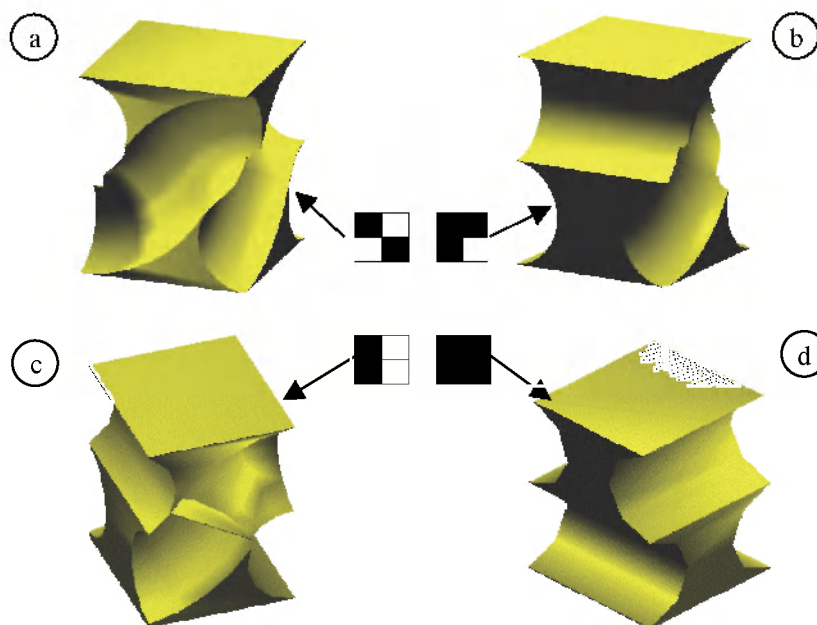
Jest to pogląd absolutnie fałszywy. Bowiem pogłębiona identyfikacja struktury tkaniny wykazuje istnienie między nitkami przestrzeni o bardzo złożonym kształcie (rys. 181).



Rys. 181. Wirtualny, rzeczywisty model tkaniny kwadratowej o splocie płóciennym, o powierzchni oporu dwuukładowej, o nieodkształcalnych, kołowych przekrojach nitek:
a) rzut prostopadły elementu tkaniny, b) widok rzutu skośnego

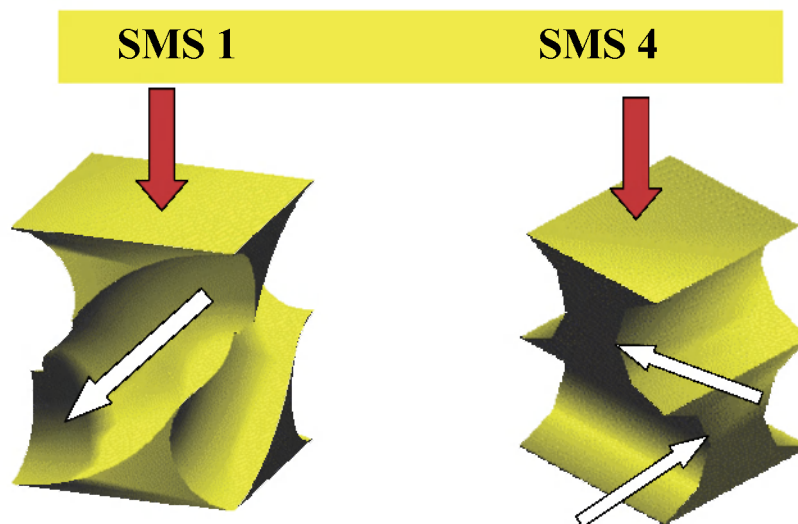
Elementy zaawansowanej analizy strukturalnej – splotowy moduł strukturalny

Przedstawione wyżej uwagi skłaniają do stosowania zaawansowanej analizy strukturalnej, której ważnym i skutecznym narzędziem są między innymi splotowe moduły splotowe zaprezentowane w rozdziale 2.3.



Rys. 182. Kształty kanałów międzynitkowych czterech splotowych modułów strukturalnych:
a) SMS1, b) SMS2, c) SMS3, d) SMS4 (Szoslana J. [34], [40])

Opracowane procedury (Szoslant J.) w modelowaniu wirtualnym pozwalają stosunkowo łatwo znaleźć i zidentyfikować kanały występujące w czterech splotowych modułach strukturalnych. Ich obrazy przedstawia rysunku 182. Analiza brył, przedstawiających tak pozyskane przestrzenie międzynitkowe, dowodzi znacznej złożoności i różnic obiektów. W dalszym ciągu ograniczono się do dwóch splotowych modułów strukturalnych (SMS 1, SMS 4) najbardziej różniących się wzajemnie kształtami kanałów.



Rys. 183. Widoki brył reprezentujących kształty przestrzeni między nitkami dla dwóch splotowych modułów strukturalnych SMS1 i SMS4 (Szoslant J., [22], [26], [28])

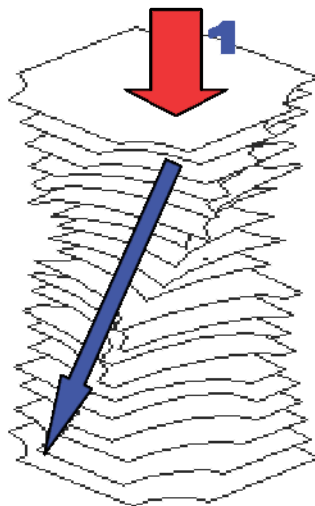
Wloty i wyloty kanałów międzynitkowych dla obu przypadków mają te same wymiary określone podziałkami nitek osnowy i wątku (A_o , A_w). Dla lepszej prezentacji wielkości i kształtów kanałów międzynitkowych zastosowano komputerową metodą mikrotomową. W tym celu zamodelowano splotowy moduł strukturalny i kolejno zdejmowano wybrane warstwy tkaniny.

Na rysunku 184 przedstawiono kształty i wymiary poprzecznych przekrojów kanału dla splotowego modułu strukturalnego SMS 1, dla którego obserwuje się:

- w połowie grubości tkaniny malenie poprzecznego wymiaru kanału do wartości $(A_o - d_o)$ ($A_w - d_w$), co powoduje, że takie zwężenie zmienia warunki przepływu płynu przez obiekt,
- duże rozbudowanie powierzchni ściany kanału i jego śrubową konfigurację wymuszające określony ruch wirowy strumienia transportowanego płynu.

Dla splotowego modułu strukturalnego SMS4 obserwuje się osiaganie, w połowie grubości tkaniny, wymiaru kanału między nitkami jak przy wlocie, czy wylocie. Minimum jego wielkości przypada dla 0.25 i 0.75 grubości tkaniny. Tak więc warunki przepływu powietrza są całkiem różne od przypadku dla SMS1 – występują bowiem na grubości wyrobu dwie zwężki, co prowadzi do zmian prędkości strugi płynu transportowanego przez tkaninę.

Zaprezentowane modele kanałów splotowych modeli strukturalnych dowodzą, jak dalece można różnicować kanał – a z kolei warunki przepływu powietrza, wiatroodporność, zdolność i skuteczność filtracji oraz barierowość tkaniny dla zapobieganiu penetracji mikrociał, mikrocząstek czy też promieniowania elektromagnetycznego.



Rys. 184. Widoki poprzecznych, mikrotomowych przekrojów bryły obrazującej przestrzeń między nitkami w splotowym module strukturalnym SMS 1 (Cyburt E.)

Sposoby zwiększania strukturalnej barierowości (szczelności) tkanin

Zwiększenie strukturalnej barierowości uzyskuje się poprzez:

- zwiększenie liczności nitek,
- kształt przekroju nitek,
- zmianę fazy struktury tkaniny,
- zamykanie wolnych przestrzeni między nitkami dodatkowym układem nitek.

Zwiększenie liczności nitek

Wartości maksymalne zagęszczenia nitek, zależne przede wszystkim od splotu, określa dla modeli tkanin idealnych wypełnienie osnową (E_o) i wątkiem (E_w), które wtedy mają wartość równą 100%:

$$E_o = \frac{do \cdot Ro + dw \cdot pw}{Ro \cdot Ao} 100(\%), \quad E_w = \frac{dw \cdot Rw + do \cdot po}{Rw \cdot Aw} 100(\%),$$

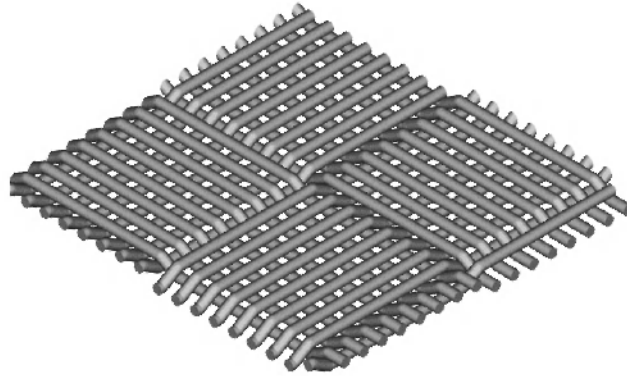
gdzie:

R_o, R_w - raporty osnowowy, wątkowy,

p_o, p_w - liczba przegięć jednej nitki osnowy, wątku w granicach raportu wątkowego, osnowowego,

A_o, A_w - podziałki nitek osnowy i wątków.

Największe zagęszczenie określonego układu nitek można uzyskać dla splotów o malej, w stosunku do raportu drugiego układu, liczby przegięć. Takim przykładem mogą być sploty atlasowe, rypsowe, panamowe (rys. 185) itp.

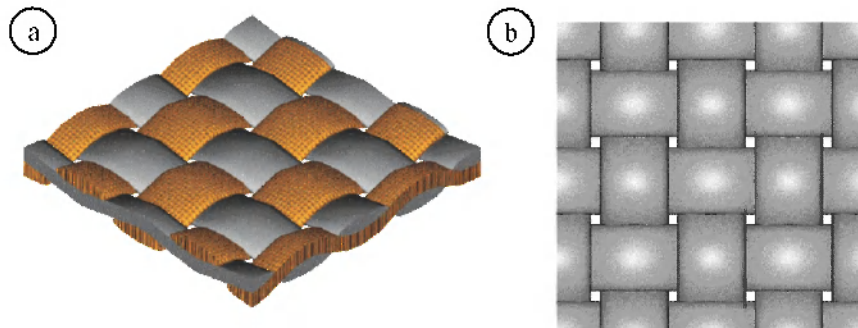


Rys. 185. Splot panamowy: $R_o = R_w = 16, p_o = p_w = 2$

Natomiast najmniejsze zagęszczenie nitkami uzyskuje się dla modelu tkaniny z rys.1, a więc o splotcie płóciennym.

Zastosowanie nitek o przekrojach eliptycznych

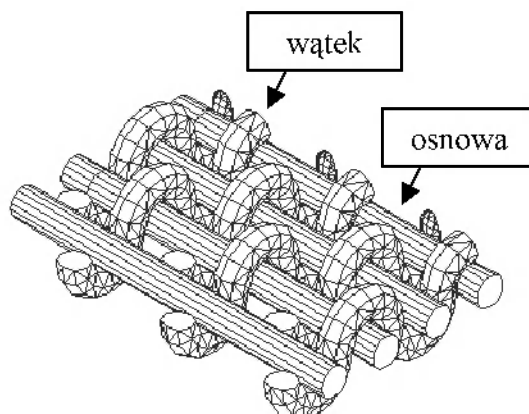
Znaczne powiększenie maksymalnych zapleńień może wystąpić po zastosowaniu nitek, których przekroje poprzeczne przyjmą postać owalny. Przedstawiono to na rys. 186. Na widoku rzutu prostopadłego (rys. 186b) widoczne są obustronne kanaliki między nitkami, ale ich wymiary są relatywnie bardzo małe. Zapleńienie obu układami nitek wynosi $Z_{ow} > 98\%$ - znacznie przewyższa zapleńienie maksymalne dla modelu tkaniny z kołowymi przekrojami nitek.



Rys. 186. Wirtualne modele tkaniny kwadratowej o powierzchni oporu dwuukładowej z zastosowanymi nitkami o przekrojach eliptycznych:
a) widok rzutu skośnego, b) widoku rzutu prostopadłego (Barburski M.)

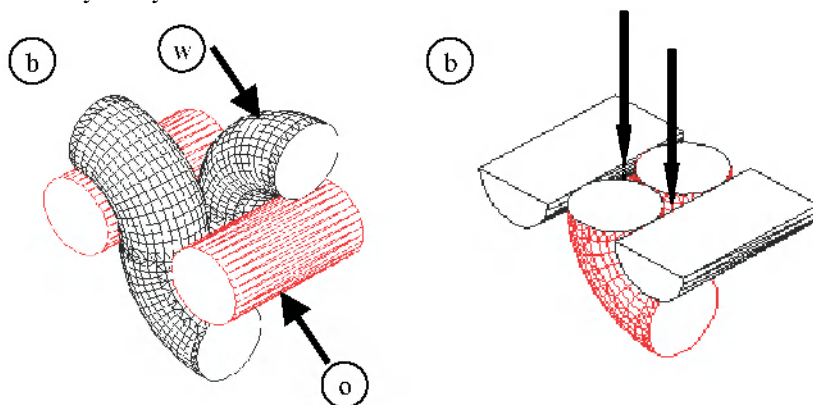
Zmiana fazy struktury tkaniny

Zmniejszenie wymiarów prześwitów między nitkami, a więc przekroczenie granicy maksymalnego zapelnienia jest możliwe po zmianie fazy struktury tkaniny. Realizuje się to przez zmniejszanie strzałki ugięcia jednego, a powiększanie strzałki ugięcia drugiego układu nitek. Ten ostatni tworzy jednoukładową powierzchnię wyrobu. Granicą tego postępowania jest uzyskanie dla minimalizowanej jednej ze strzałek wartość równą 0. Na rysunku 186 przedstawiono wirtualny model takiej właśnie struktury tkaniny z rys. 1 po zmianie powierzchni oporu z dwuukładowej na jednoukładową, wątkową.



Rys. 187. Wirtualny model tkaniny o splocie płóciennym i jednoukładowej wątkowej powierzchni oporu

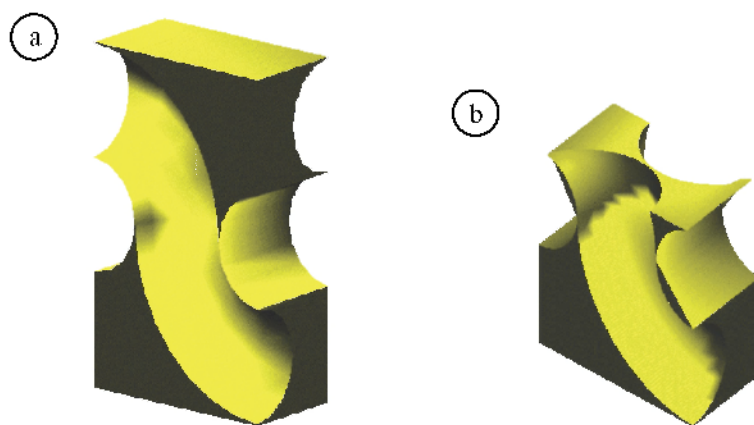
Taka struktura umożliwia zagęszczenie nitek tworzących powierzchnię oporu nawet do wartości zapelnienia 100% (rys.188), a równocześnie zmianie ulega kształt i wymiary kanału.



Rys. 188. Wirtualny model tkaniny z graniczną fazą struktury (I z rys. 18) i po zwiększeniu liczności nitek wątku do wartości granicznej $Z_w = 100\%$:

- a) widok rzutu skośnego modułu spłotowego,
- b) widok rzutu skośnego przekroju modułu skośnego w połowie średnicy nitek osnowy

Na głębokości d_w przestrzeń międzynitkowa zaczyna być redukowana również przez osnowę, której wrobień jest 0 (rys. 189a). Najmniejszy wymiar kanału przypada na głębokości – mierzonej od powierzchni tkaniny – wynoszącej $d_w + 0.5 d_o$ (rys. 189b). I tutaj powstaje bardzo ciekawa konfiguracja przestrzeni międzynitkowej. Pojawiający się kanał w ogóle nie jest dostępny dla promieni prostopadle padających na tkaninę. Staje się więc ta struktura pełną barierą nieprzechońnią - na przykład dla promieni ultrafioletowych. Równocześnie drożność kanału, co pokazują rys. 188a i rys. 188b, zapewnia przepływ powietrza – spełniając wymogi fizjologiczne. Taka tkanina szczególnie nadaje się dla osób zawodowo narażonych na ekspozycję słoneczną przez wiele godzin dziennie.



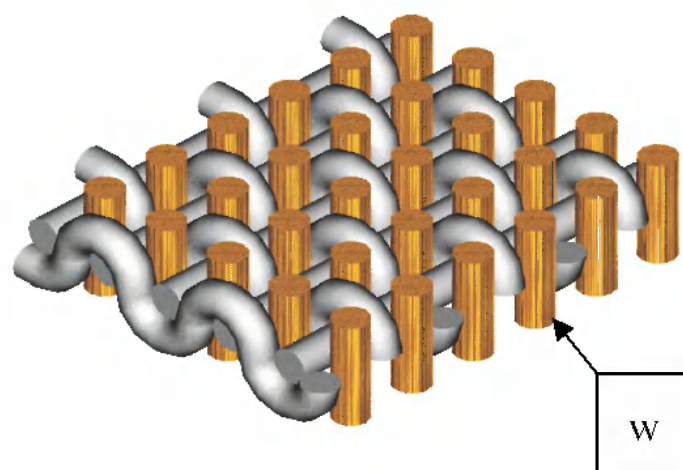
Rys. 189. Kanał międzynitkowy dla wirtualnego modelu tkaniny z rysunku 187 – widoki (Szoslant J. [22], [26], [28]): a) ogólny dla rysunku 187a, b) dla rysunku 187b

Określenie w gotowej tkaninie kształtu, wymiarów kanału międzynitkowego jest postępowaniem trudnym. I dlatego bardzo interesującymi i wielce przydatnymi są dociekania M. Owczarek pozwalające, poprzez opracowany autorski program komputerowy, na zadawalającą realizację tego zadania w zakresie identyfikacji kształtu części wlotowej kanału.

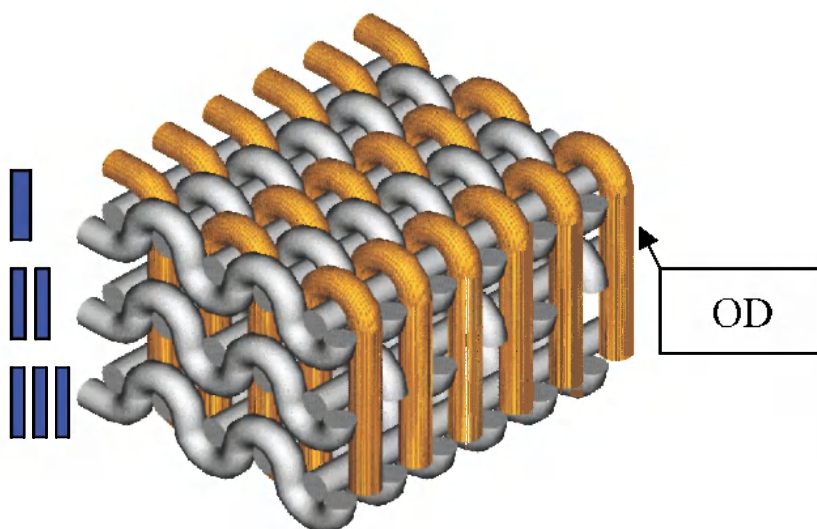
Zamykanie wolnych przestrzeni między nitkami

Koncepcja ta sprowadza się nie do zagęszczania podstawowych układów nitek, ale do wprowadzenia w przestrzeń między nie dodatkowych liniowych wyrobów (rys. 189). Te ostatnie mogą mieć dalsze funkcje przez właściwy dobór materiałów – na przykład zdolności sorpcyjne określonego medium.

Jednym ze sposobów realizacji takiego zamierzenia jest wytworzenie tkaniny potrójnej, której warstwy są łączone osnową dodatkową (rys. 191). Po jej przecięciu, w płaszczyznach między warstwami, otrzymuje się trzy tkaniny spełniające warunek zredukowania wolnych przestrzeni między nitkami układów podstawowych.



Rys. 190. Wirtualny model tkaniny z wypełniaczami (W) kanałów między nitkami (Szoslana J., [22], [27], [32])



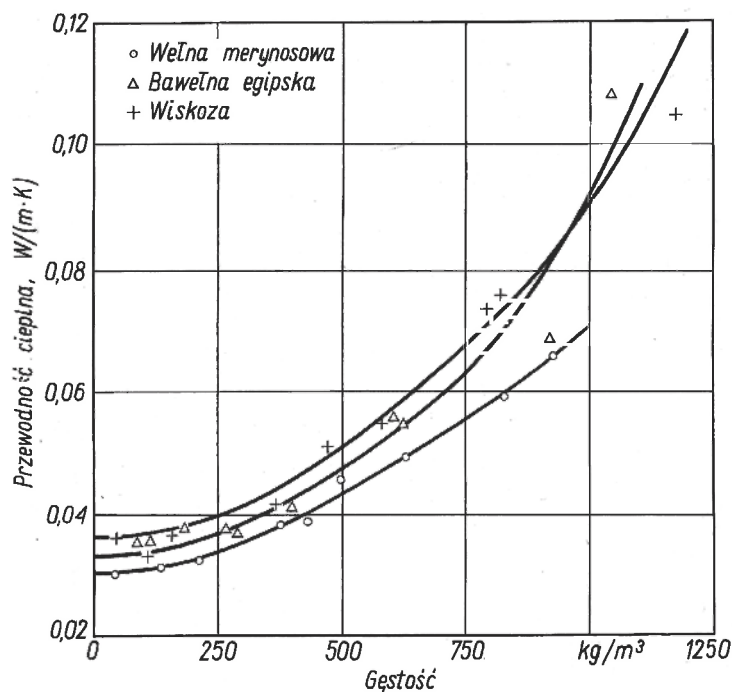
Rys. 191. Wirtualny model tkaniny potrójnej złączeniem warstw (I, II, III) osnową dodatkową (OD) (Szoslana J., [22], [27], [32])

5.4.2. Higieniczne i fizjologiczne aspekty użytkownika

Ciepłochronność

Badania Schiefera i innych wykazały, że istnieje proporcjonalność między grubością wyrobu a jego izolacyjnością cieplną. W wielu przypadkach

właściwiej jest posługiwać się nie grubością wyrobu, ale jego gęstością, która jest wypadkową zarówno geometrii tkaniny, jak i stosowanego surowca. Badania takie podjął J.B. Speakman i N.H. Chamberlain, a ich wyniki pokazano na rysunku 192, gdzie zmienną jest przewodność cieplna.



Rys. 192. Wpływ gęstości tkanin na ich przewodność cieplną
(J.B. Speakman i H. Chamberlain)

W celu lepszej oceny własności cieplnych niektórych tkanin podano w tablicy 11 odpowiednie informacje o stratach cieplnych.

Tablica 11. Wartość strat cieplnych tkanin (Speakman J.B. i Chamberlain N.H.)

Rodzaj tkaniny	Wskaźnik		
	gęstość g/cm ³	grubość mm	straty cieplne cal/s.cm ²
Flanela bawełniana	0,361	0,54	25,66 · 10 ⁻³
Kostiumowa bawełniana	0,504	0,43	33,87 · 10 ⁻³
Plótno bawełniane	0,752	0,18	56,99 · 10 ⁻³
Plótno lniane	0,568	0,29	44,91 · 10 ⁻³
Kostiumowa wełnopodobna	0,427	0,43	28,89 · 10 ⁻³

Przepuszczalność powietrza (przewiewność)

Ta cecha tkanin z jednej strony dostarcza informacji o własnościach istotnych dla higieny użytkownika, a z drugiej - może być syntetycznym sprawdzianem poprawności wykonania wyrobu zgodnie z założeniami. W kolejnych tablicach przytoczono wpływ poszczególnych parametrów struktury wyrobu na jego przepuszczalność powietrza. Liczność osnowy wynosiła około 141/10 cm, a jej masa linowa 22,7 tex. Przepuszczalność powietrza P określano z zależności

$$P = \frac{100 V}{F \cdot \Delta p}$$

gdzie:

V - objętość powietrza, jaka przeszła przez tkaninę o powierzchni F w ciągu 1s przy jego nadciśnieniu Δp .

Łatwo przewidzieć, że w miarę wzrostu liczności (tabl. 12) i masy liniowej wątków (tabl. 13) maleje przepuszczalność powietrza.

Tablica 12. Przepuszczalność powietrza tkanin o różnej liczności wątków (Clayton F.H.)

Liczność wątków nitek/10 cm	Wrobienie osnowy %	Parametry tkaniny		
		masa powierzchniowa g/m ²	grubość mm	przepuszczalność powietrza cm ³ /cm ² ·s
142	5,1	94,8	0,30	8290
182	6,5	101,5	0,31	5570
221	9,7	105,0	0,29	2880
261	11,6	112,0	0,30	1070
303	15,3	125,5	0,29	562
875	16,0	132,5	0,29	248
981	19,1	135,5	0,30	128
1061	24,2	142,3	0,30	90
1084	25,3	145,5	0,29	86

Natomiast w kolejnym eksperymencie F. H. Clayton zmieniał masy liniowe i liczności wątków. Uzyskano (tabl. 13) znaczne różnice przepuszczalności powietrza. Ta sprzeczność z wywodem na temat zapelnienia tkaniny jest pozorna. Bowiem poprzednie rozważania zakładały nieodkształcalność nitek, a w omawianym doświadczeniu miało ono miejsce.

Przytoczone dociekania, jak i wiele późniejszych i współczesnych, nie pozwalają na jednoznaczne wnioskowanie. Przyczyną tego jest opieranie się na opisie struktury tkanin ograniczonym do poziomu elementarnego – najczęściej handlowego. Dowodem tego są między innymi doniesienia L. Średnickiej, która badała wpływ napięcia nitek osnowy podczas wytwarzania na krośnie 5 tkanin - na ich przepuszczalność powietrza. Dla tych pięciu przypadków masa

liniowa, liczności, splot były takie same, a więc takie same były też zapelnienia przędzą. Natomiast parametr przepuszczalności powietrza był z kolei różny od 275 do 316 dm³/dm². s. Ten stan rzeczy był wynikiem:

- zmian fazy struktury wyrobu,
- różnego odkształcenia nitek zwłaszcza w miejscach przepłotu (rys. 193)

W konsekwencji prowadziło to do, istotnych dla przewiewności tkanin, zmian wymiarów i kształtów kanałów międzynitkowych.

Tablica 13. Przepuszczalność powietrza tkanin o różnej masie liniowej wątków (Clayton F.H.)

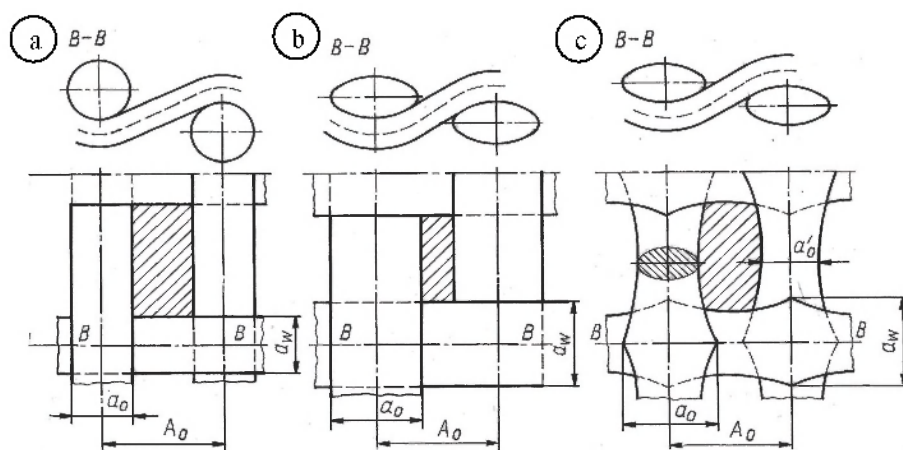
Masa liniowa wątków tex	Wrobienie osnowy %	Parametry tkaniny		
		masa powierzchniowa g/m ²	grubość mm	przepuszczalność powietrza cm ³ /(cm ² .s)
9,8	7,0	98,2	0,25	1010
12,2	7,4	101,5	0,25	761
16,8	10,4	115,0	0,28	673
19,4	13,2	118,5	0,29	555
25,7	13,5	132,0	0,29	530
49,2	27,0	183,0	0,37	213

Tablica 14. Wpływ warunków wytwarzania na przepuszczalność powietrza przez tkaninę (Średnicka L.)

Tkanie napężenie [cN/1nitkę]		$\frac{F_{o\ wst}}{F_{w\ dyn}}$	Przepuszczalność powietrza po relaksacji przez tkaninę [dm ³ /m ² s]	
wstępne osnowy $F_{o\ wst.}$	średnie dynamiczne wątku $F_{w\ dyn.}$		suchej *)	mokrej **)
17	69	0,25	275	80
27	54	0,50	276	82
38	44	0,85	270	116
50	29	1,72	301	141
61	17	3,59	316	142

*) $g'_o = const, g'_w = const.$ **) $g''_o = const, g''_w = const$

Na rysunku 193a przedstawiono dwa, wzajemnie prostopadłe, rzuty tkaniny z nitkami osnowy i wątku o przekrojach kołowych oraz zaznaczono kreskowaniem skośnym widok kanału międzynitkowego. W miarę wzrostu napięcia osnowy jej nitki, zwłaszcza z przędz jednokrotnych o małym skręcie, ulegają spłaszczeniu – owalizacji (rys. 193b), co powoduje zmniejszenie poprzecznego wymiaru kanału międzynitkowego. Kolejnym, istotnym czynnikiem mogącym mieć wpływ na przepuszczalność powietrza jest duża poprzeczna deformacja nitek w miejscu przepłotu (rys. 193c).



Rys. 193. Widoki dwóch wzajemnie prostopadłych rzutów tkaniny o tej samej liczności nitek – po wzroście napięcia osnowy (rys. 193b) i przy występującej deformacji przędzy w miejscach przeplotu (rys. 193c) (Średnicka L.)

Przytoczone wyżej wartości przewodności określone były i są głównie metodami statycznymi. Natomiast stosowanie tkanin w nowych obszarach, obejmujących dzisiaj już powszechnie wszelkiego rodzaju rekreację ruchową, turystykę, służby mundurowe – w tym jednostki specjalne, wymusza badanie przewodności również w warunkach dynamicznych.

5.4.3. Własności estetyczne

Odporność na mięcie

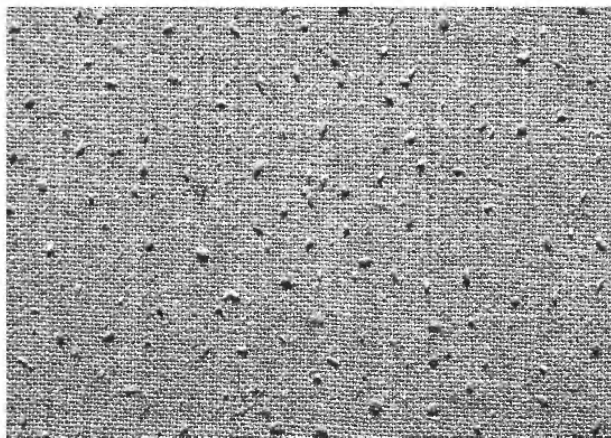
Duże wartości wypełnień przyczyniają się do powstania we włóknach znacznych naprężeń wstępnych, a więc i małej odporności na mięcie. Przy tych samych licznosciach nitek najgorsze wskaźniki omawianej własności występują przy splocie płóciennym, lepsze przy skośnym czteronitkowym, a najlepsze przy atlasie, np. pięcionitkowym, ponieważ wypełnienia, a więc i naprężenia w nitkach, maleją. Z tych samych względów grube wyroby uzyskują znaczną przewagę pod względem odporności na mięcie nad wyrobami cienkimi, a zgrzebne nad czesankowymi.

Udowodniono ponadto wpływ ułożenia włókien w tkaninie na jej gniotliwość. Takie wyroby, jak plusze wątkowe podłużne (genua-cordy, manchestery), osnowowe czy tkaniny drapane, gdzie część włókien jest prostopadła do powierzchni tkaniny, odznaczają się stosunkowo małą gniotliwością.

Odporność na pilling

Wszystkie wyroby włókiennicze w pewnym stopniu mechacą się. W przypadku surowców jednorodnych, włókna pod wpływem sił ścierających i

zginających odrywają się od wyrobu z taką samą mniej więcej szybkością z jaką są wydobywane na powierzchnię. Natomiast w tkaninach z przędz mieszkankowych, gdzie obok włókien naturalnych występują chemiczne (szczególnie poliamidowe), równowaga ta zostaje zakłócona. Słabsze włókna splatane z mocniejszymi nie odrywają się od powierzchni tkaniny, ale wiążą się z nią rdzeniami z włókien chemicznych. Tak powstają dość trwałe skupiska splątanych włókien zwane pillami, których obecność obniża estetykę wyrobu (rys. 194).



Rys. 194. Widok pillingu na powierzchni tkaniny

Głównym czynnikiem sprzyjającym powstawaniu pilli jest ułatwiony ruch włókien w przędzy, ku powierzchni tkaniny. Można temu przeciwdziałać dwójako: sposobem mechanicznym lub chemicznym. Pierwszy sposób sprowadza się do tworzenia możliwie ścisłych struktur wyrobów, a więc o dużym wypełnieniu. Stąd w przeciwieństwie do gniotliwości, przy tych samych licznosciach nitek najbardziej odporna na tworzenie pillingu będzie tkanina o splocie płóciennym, w niższym stopniu o skośnym trzynitkowym, a bardzo podatne na pilling będą tkaniny o pięcionitkowym splocie ałasowym.

Inny sposób przeciwdziałania pillingowi polega na odpowiednim wykończeniu tkaniny surowej. Należą tu procesy wykurczające tkaninę, powodujące wzrost wypełnienia oraz operacja drapania, a następnie strzyżenia - dzięki temu włókna luźno związane z nitkami, sprzyjające splątaniu się w czasie użytkowania. Stosowanie natłustek czy mydeł, jako czynników zmniejszających tarcie między włóknami, należy uznać za postępowanie nie sprzyjające wzrostowi odporności na pilling.

5.4.4. Trwałość

W czasie użytkowania odzieży z tkanin większe napięcia występują najczęściej wzdłuż osnowy. Układ ten również przenosi duże obciążenia dynamiczne podczas tkania. Stąd na ogół licznosc tych nitek i ich wytrzymałość

przyjmuje się większe niż wątków. Dużą wytrzymałość na rozciąganie i ścieranie uzyskuje się stosując na osnovę rodzajowo i jakościowo dobry, w aspekcie własności mechanicznych, surowiec, dążąc do dużej równomierności masy liniowej nitek, dając większe natężenie skrętów niż dla wątku lub skręcając wielokrotnie. Wątek o mniejszej gęstości właściwej ma główne zadanie wypełnić tkaninę, nadać jej miękkość, dobrą układalność.

Przytoczone zasady odnoszą się przede wszystkim do włókien naturalnych i ich mieszanek z włóknami chemicznymi. Jedwabie poliamidowe, poliestrowe, z natury bardzo wytrzymałe, można stosować przy bardzo małym natężeniu skrętów lub w ogóle bez nich np.: 110 dtex, 24 włókna w wiązce, 0 skrętów.

Wytrzymałość na ścieranie

W strukturze tkaniny na pierwszy plan wybija się przede wszystkim wielkość powierzchni oporu. Im jest ona większa, tym większa jest również powierzchnia kontaktu ze ścieraczem, a więc tym mniejsze naciski jednostkowe – i w konsekwencji rośnie wytrzymałość na ścieranie. Przy dużej ściśliwości tkaniny rośnie liczba włókien będących w kontakcie ze ścieraczem, maleją więc naciski jednostkowe, a więc rośnie wytrzymałość tkaniny na ścieranie. Stąd duża grubość przędzy, a więc i wyrobu, jest czynnikiem sprzyjającym odporności na ścieranie, szczególnie przy przędzach zgrzebnych bardziej podatnych na odkształcenia pod wpływem sił ściskających. Bardzo dużą rolę może odegrać również nierównomierność grubości na krótkich odcinkach (oczywiście uwagi te odnoszą się do nitek tworzących powierzchnię oporu). Wówczas miejscowe zgrubienia przyjmują maksymalnie naciski jednostkowe ze znanymi skutkami z tego wynikającymi.

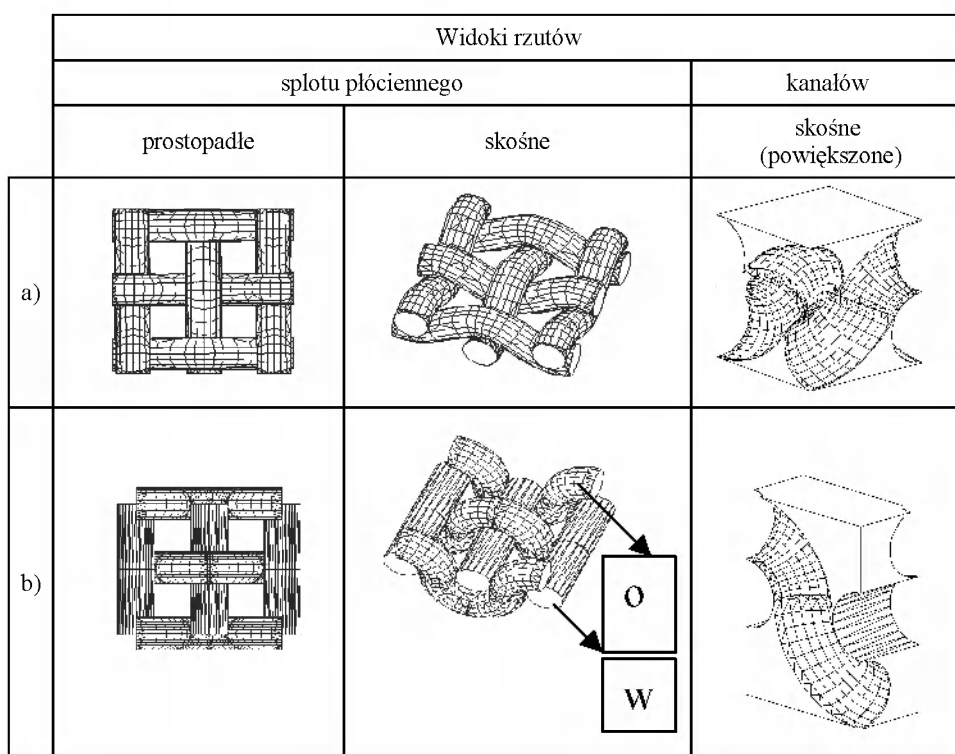
Rodzaj powierzchni oporu jest kolejnym czynnikiem, który w sposób zasadniczy wpływa na omawianą własność. Dwuukładowe powierzchnie zyskują pod tym względem przewagę nad jednoukładowymi, ponieważ zwiększa się wówczas powierzchnia ścierania.

Duża liczność nitek może do pewnych granic zwiększyć sumaryczną powierzchnię oporu i stać się korzystnym czynnikiem w kształtowaniu odporności na ścieranie. Ale nadmierne zapelnienie tkaniny prowadzi do zmniejszenia z jednej strony ściśliwości wyrobu, a z drugiej do wystąpienia dużych wstępnych naprężeń włókien w samych nitkach. Przy tych samych zapelnieniach sploty płóciennic nadają tkaninie mniejszą wytrzymałość na ścieranie niż skośne trzynitkowe czy też atlasowe pięcionitkowe.

Wytrzymałość złożona

Wytrzymałość na ścieranie może okazać się różna w zależności od miejsca narażonego w ubraniu na tarcie. Najmniejsze wartości tego parametru otrzymuje się na zaprasowanych w odzieży kantach. Tam bowiem występują przypadki wytrzymałości złożonej: naprężenia rozciągające i ściskające w wyniki zginania, na które nakładają się siły tarcia.

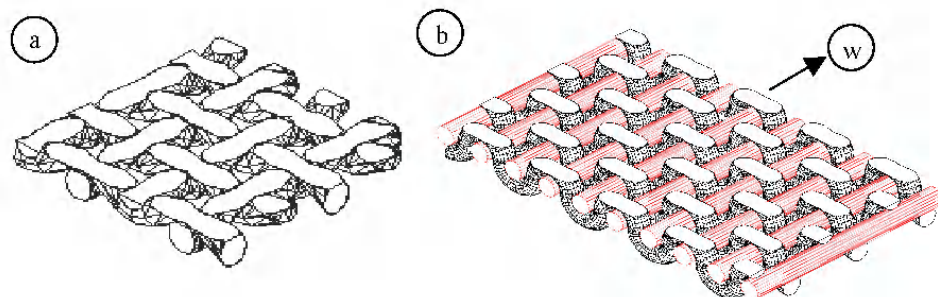
W płaskich częściach wyrobu również można mieć do czynienia z wytrzymałością złożoną. W celu uzyskania znacznej wytrzymałości tkanin na ścieranie i rozciąganie w kierunku osnowy (drelich na ubrania robocze, mundury ćwiczebne, skafandry) należy wytwarzać je z jednoukładową powierzchnią oporu - wątkową. Wówczas nitki wątku powinny w pełni przejmować działanie sił tarcia, chroniąc osnowę narażoną głównie na rozciąganie. Na rysunku 195 przedstawiono wirtualne modele dwóch tkanin kwadratowych różniących się fazą struktury. W wyniku tego różne są powierzchnie oporu jak i kształty i wymiary kanałów międzynitkowych. Odnosząc się do pierwszej cechy można przewidzieć skutki użytkowania, podczas którego występuje tarcie. W pierwszej tkaninie (rys. 195a) wystąpi niszczenie zarówno osnowy i wątku, a w drugiej (rys. 195b) przede wszystkim wątku – co chroni z kolei osnowę.



Rys. 195. Rzuty prostokątne i skośne struktur dwóch tkanin kwadratowych o różnych jedynie fazach struktury i o dwóch różnych powierzchniach oporu:
a) dwuukładowa osnowowo – wątkowa,
b) jednoukładowa osnowowa

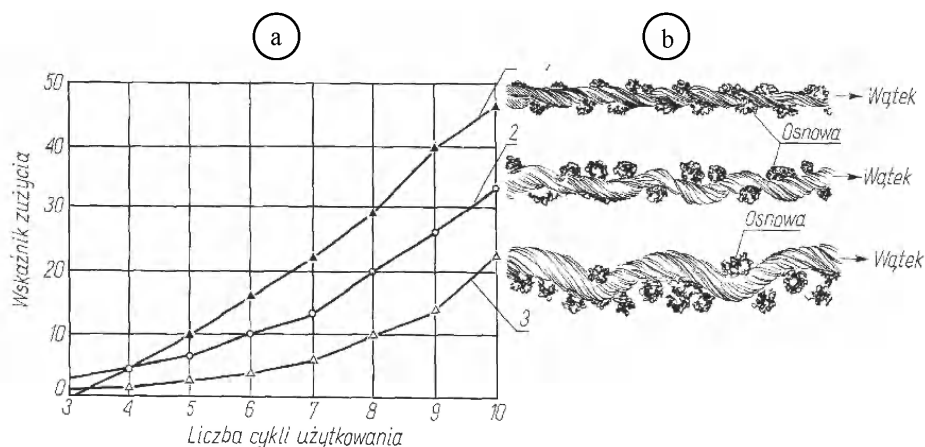
Na potwierdzenie tych rozważań przytoczono na rysunku 197a wyniki obserwacji spodni wykonanych z tkanin różniących się splotem i powierzchnią oporu, a użytkowanych przez żołnierzy w warunkach terenowych. Najmniejszą wytrzymałość na ścieranie wykazał wyrób o splotcie płóciennym, a największą - o splotcie atlasowym pięcionitkowym wątkowym. Na rysunku 197b pokazano

przekroje tych tkanin. Najwytrzymalsza z nich, o splocie atlasowym, ma zupełnie wyraźnie widoczną powierzchnię oporu wątkową, chroniącą osnowę przed działaniem sił tarcia.



Rys. 196. Obraz spodziewanych skutków ścierania tkanin z rysunku 194 o różnych powierzchniach oporu:

- a) dwuukładowa ze startymi nitkami osnowy i wątku,
b) jednoukładowa wątkowa ze startym tylko tym układem



Rys. 197. Wpływ splotu i powierzchni oporu tkanin na wskaźnik zużycia wykonanych z nich spodni ćwiczebnych wojskowych (Kaswell E.R.): a) wskaźnik zużycia spodni,
b) przekroje tkanin: 1 - splot płócienny, 2 - splot skośny łamany wzdłuż osnowy, 3 - splot atlasowy wątkowy

5.5. Odzież jako kompozyt wielowarstwowy

W odzieży, w zależności od jej warunków użytkowania, występują od jednej do kilku warstw tekstyliów. Można wyróżnić dwa główne rozwiązania:

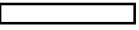
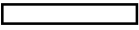
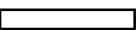
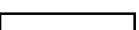
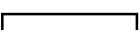
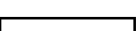
- dla szczególnych, najczęściej ekstremalnych warunków, każda warstwa wypełnia określoną funkcję. I tak zewnętrzna najczęściej ma chronić przed mechanicznym uszkodzeniem ubioru, stanowić barierę dla wody, przenikania szkodliwych mikrociał oraz promieniowania elektro-

magnetycznego. Dalsze, głębiej położone, wypełniają dalsze funkcje ochronne jak na przykład termoizolacyjność i inne;

- dla odzieży codziennego użytku w większości przypadków brak świadomego, w pełni poprawnego kształtowania własności takiego nietrwałego, wielowarstwowego kompozytu.

Ograniczając się do ostatniej grupy przytoczono poniżej wyniki badań prowadzonych w Instytucie Architektury Tekstyliów Politechniki Łódzkiej. Jako parametr wybrano przepuszczalność powietrza, który poza swoją podstawową funkcją informuje o wielu dalszych aspektach struktury wyrobu.

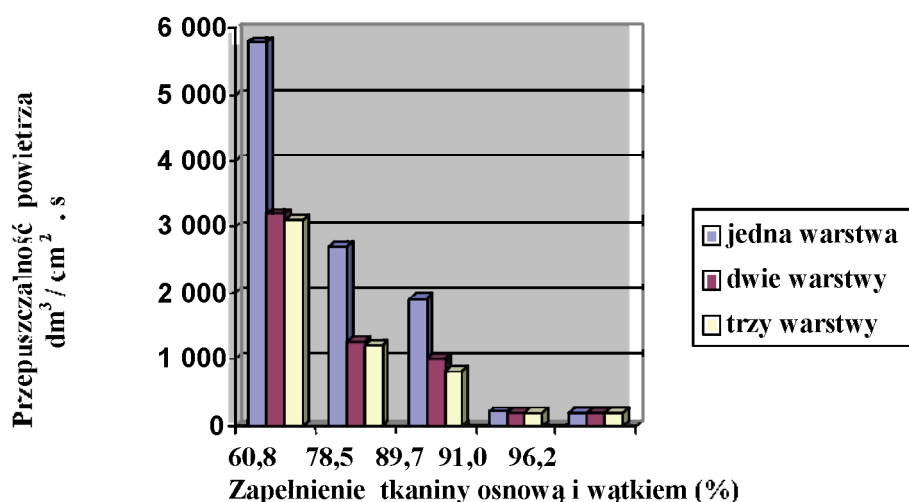
Tablica 15. Przepuszczalność powietrza tkaninowych kompozytów dwuwarstwowych (Szoslant J., Babska A.)

Zapełnienie tkanin górnej i dolnej osnową i wątkiem $Z_{ow}(\%)$	Charakterystyka kompozytów dwuwarstwowych			
	ułożenie warstw/ przewierność składowych	przewierność ($\text{dm}^3/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$)	ułożenie warstw	przewierność ($\text{dm}^3/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$)
96,2	 350	325		350
60,8	 5650			
91,5	 380	380		400
78,5	 2650			
91,5	 380	380		425
89,7	 1780			
89,7	 1780	325		325
96,2	 350			

Przytoczone wyniki badań wyraźnie wskazują na zasadniczy wpływ w kompozycie - tkaniny o najmniejszej przepuszczalności powietrza bez względu na jej usytuowanie – na wierzchu (górnej) lub spodzie (na dole). Ona wyznacza wartość tego parametru dla całego kompozytu.

Interesujące są wyniki badań przewierności w kompozytach, których warstwy (od jednej do trzech) utworzono z tego samego rodzaju tkaniny (rys. 198). Największe zmniejszenie przepuszczalności powietrza obserwuje się dla tkanin, o zapełnieniu Z_{ow} mniejszym od 90%, występujących w dwóch warstwach – nawet o prawie 60%. Przy trzech warstwach dalszy ubytek przepuszczalności powietrza jest bardzo mały. Natomiast przy zapełnieniach Z_{ow} powyżej 90% te zmiany wartości omawianego parametru są praktycznie niezauważalne – bez względu na liczbę warstw.

Bardzo pouczająca jest z kolei analiza kompletnej odzieży. Przedstawiono taki przykład typowego męskiego pakietu. W poszczególnych warstwach znajdują się :



Rys. 198. Przepuszczalność powietrza warstw tkanin (Szoslant J., Babska A.)

- (*Am*) – dzianina lewoprawa o składzie bawełna i elastan z przeznaczeniem na podkoszulek,
- (*Bm*) – tkanina koszulowa o splocie płóciennym z przeznaczeniem na koszule,
- (*Cm*) – dzianina dwuprawa 2/2 100% acryl z przeznaczeniem na pulower,
- (*Dm*) – Plusz wątkowy, bawełniany z przeznaczeniem na marynarkę,,
- (*Em*) – tkanina podszewkowa o splocie atlasowym z przeznaczeniem na podszewkę kurtki,
- (*Fm*) – tkanina wełniana z przeznaczeniem na kurtkę

Tablica 16. Przepuszczalność powietrza przez składowe pakiety odzieżowego męskiego (Szoslant J., Kotkowska S., Rutkowska A.)

Pakiet męski - składowe	Przep. powietrza (dm ³ /cm ² . s) wartość średnia (Pśr)
Am	3300
Bm	3900
Cm	5500
Dm	800
Em	4450
Fm	2150

Najbardziej przewiewnymi były: dzianina dwuprawa z przeznaczeniem na pulower i z kolei tkanina podszewkowa kurtki o splocie atlasowym. Najmniej przewiewnymi był plusz wątkowy na marynarkę (tabl. 16).

I w każdym kolejnym zestawie (tabl. 17), gdzie występował plusz wątkowy, przepuszczalność powietrza była poniżej wartości 800dm³/cm².s.

W pozostałych zestawach kolejny składnik o niższej przepuszczalności głównie determinował wskaźnik przewiewności.

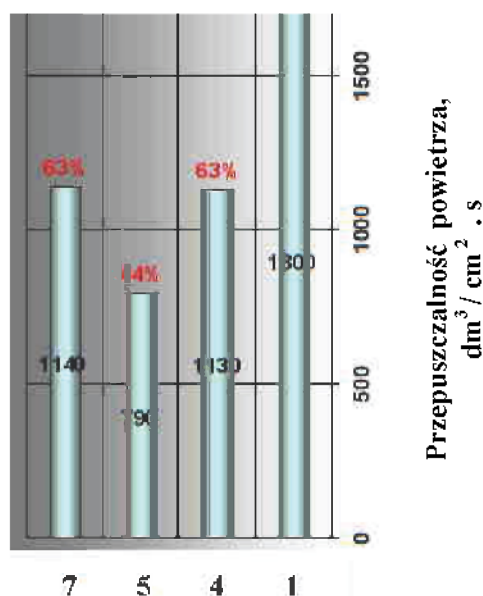
Tablica 17. Przepuszczalność powietrza przez różne zestawy pakietu odzieżowego męskiego (Szosland J., Kotkowska S., Rutkowska A.)

Pakiet męski - zestawienie warstw	Przep. powietrza ($\text{dm}^3/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$) wartość średnia ($\bar{P}_{\text{sr}}$)
Fm, Em, Dm, Cm, Bm, Am	450
Am, Bm, Cm, Dm, Em, Fm	510
Fm i Em	1700
Em i Fm	1600

Rozpatrując kompozyt tkaninowy należy wskazać na role:

- wzajemnego rozłożenia kanałów międzynitkowych w sąsiednich warstwach,
- odległości warstw.

Pierwsze zagadnienie może mieć wpływ w kształtowaniu barierowych własności kompozytów – szczególnie projektowanych dla celów specjalnych. Poniżej przedstawiono fragment badań przeprowadzonych w Instytucie Architektury Tekstyliów PŁ dotyczących tych zagadnień. Ograniczono się do pozycjonowania wątków.



Rys. 199. Przewiewności:

1 – jednej warstwy tkaniny, 4 – kompozytu dwuwarstwowego - wątek dolny usytuowany dokładnie pod wątkiem górnej warstwy, 5 – kompozytu dwuwarstwowego - wątek dolny przesunięty dokładnie o $0.5 A_w$ w stosunku do wątków warstwy górnej, 7 – kompozytu dwuwarstwowego o strukturze (4) - po zwiększeniu dystansu między warstwami (Szosland J., Kotkowska S., Rutkowska A.)

Przyjmując przepuszczalność tkaniny pojedynczej za 100%, to w kompozytach dwuwarstwowych z różnymi wzajemnymi pozycjami wątków i odległościami warstw stwierdzono dla przypadku:

- w którym wątki warstw górnej i dolnej w układzie pionowym pokrywały się, analizowany parametr zmalał do wartości 63%,
- przy przesunięciu wątków obu warstw o $0.5 A_w$ przepuszczalność powietrza zmalała do wartości 44%,
- a po rozsunięciu warstw struktury (4) na odległość 0.5 cm przepuszczalność powietrza wzrosła do wartości 63%.

Należy sobie zdawać sprawę z trudności technologicznych i konstrukcyjnych realizowania odzieży dla poszczególnych przypadków prezentowanych w tablicy powyżej. Stąd w tym obszarze zwykle rządzi czysty przypadek.

5.6. Ładowanie elektrostatyczne

Powstawanie i gromadzenie się ładunków elektrostatycznych ma we włókiennictwie dwójaki aspekt: technologiczny i użytkowy. Na rysunku 200 przedstawiono te zależności.

W procesach wytwórczych obrazem powstawania ładunków elektrostatycznych są między innymi:

- trudności przejęcia włókien z obić podczas zgrzeblenia,
- naruszenie spójności potoku włókien w wyniku ich wzajemnego odpychania czy też nawijania się na walki aparatów rozciągowych,
- naruszanie geometrii taśm podczas snucia,
- szepianie się nitek podczas tworzenia przesmyku,
- przyleganie do półproduktów kurzu, pęczków przypadkowych włókien.

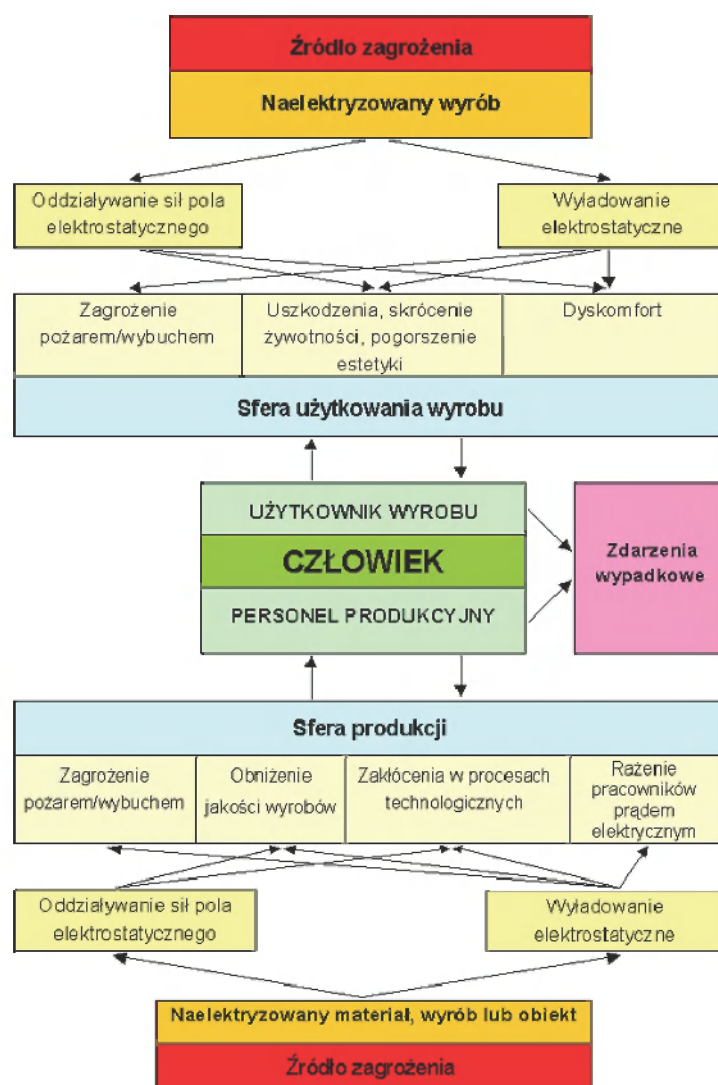
Opisane zjawiska zmniejszają wydajność i prędkość operacji, prowadzą do zaburzeń przebiegu tworzenia produktu, pogorszenia jego jakości, a w drastycznych przypadkach uniemożliwiają przerób. Równocześnie rośnie niebezpieczeństwo wybuchu pożaru, a obsługa jest narażona na porażenie. Graniczna wartość ładunku, przy którym następuje zakłócenie procesu włókienniczego wynosi (Miroslawski W.):

- | | |
|-------------------------------|--------------------------|
| 50 pC / cm^2 | - przy zgrzebleniu, |
| 75 pC / cm^2 | - przy rozciąganiu, |
| 40 pC / cm^2 | - przy snuciu taśmami, |
| $200 - 500 \text{ pC / cm}^2$ | - przy snuciu zespołami. |

Z kolei ładunki elektrostatyczne powstają również w czasie chodzenia, zdejmowania odzieży, wykonywania czynności domowych lub zawodowych oraz przez indukcję. Energia związana z naładowaniem elektrostatycznym człowieka wynosi od kilku do kilkudziesięciu mJ. To generowanie i gromadzenie ładunków elektrycznych przez tekstylia może ujawnić się poprzez :

- zwiększone brudzenie się, co prowadzi do wzrostu kosztów konserwacji,

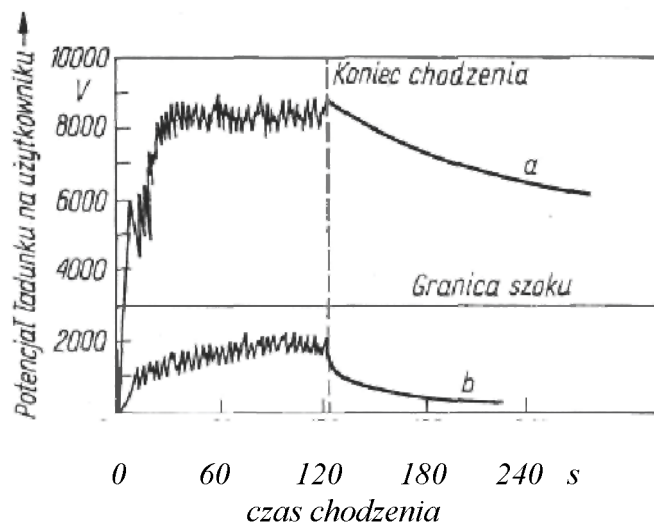
- występowanie szepiania się warstw noszonej odzieży, co prowadzi do jej złej układalności,
- wystąpienie niepożądanych zjawisk natury sensorycznej jak i bezpieczeństwa przy rozładowaniu tych ładunków,
- możliwy ujemny wpływ na stan zdrowia i samopoczucie użytkownika w wyniku zakłócenia jego równowagi bioelektrycznej. Ta wewnątrzustrojowa równowaga elektromagnetyczna ma swoje granice fizjologiczne i ograniczoną tolerancję, które na obecnym etapie współczesnego rozpoznania nie mogą być wyraźnie określone.



Rys. 200 Aspekty generowania ładunków elektrostatycznych na odzieży użytkownika i w procesach wytwórczych (Kowalski J.M.)

Szczególnymi przypadkami groźnych zjawisk stały się długie pasaże pokryte dywanami, chodnikami, wykładzinami z udziałem włókien syntetycznych. Nagłe uziemienie użytkownika po ich opuszczeniu lub w czasie przechodzenia:

- dawało zjawisko „wstrząsu elektrycznego”, w niektórych przypadkach doprowadzającego do śmiertelnego porażenia,
- powstająca przy wyladowaniu iskra prowadziła do pożaru lub wybuchu w pomieszczeniu.



Rys. 201. Naładowanie i rozładowanie osoby w czasie testu chodzenia przy względnej wilgotności powietrza 30%: a) normalny poliamid, b) Perlon EX 301 (Gutschik i Honsel)

Obecnie przez stosowanie odpowiednich włókien, zbrojeń i wykończeń antyelektrostatycznych uzyskano warunki użytkowania eliminujące opisane wyżej zjawiska.

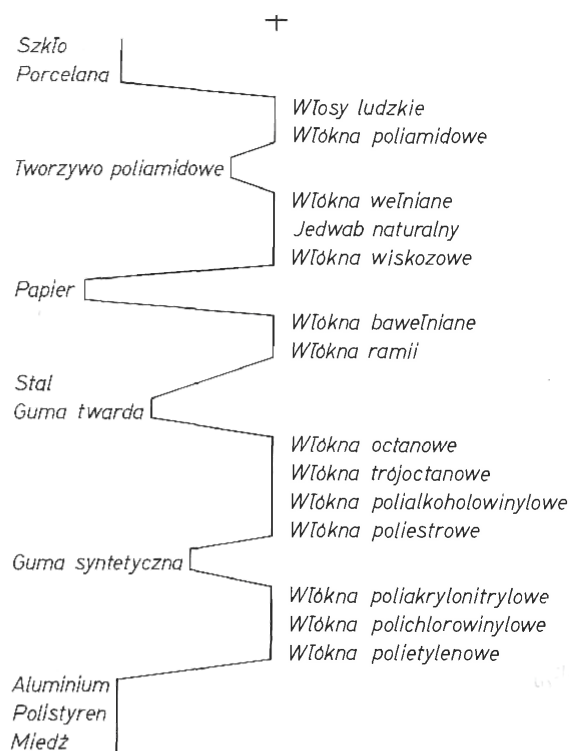
Przeprowadzone w Instytucie Architektury Tekstyliów PŁ (Bogusławska K., Janiszewska M.) badania generowania ładunków elektrostatycznych wykazały powstawanie potencjału elektrostatycznego:

- dochodzącego do 20 kV na ubraniu, z udziałem 80 %włókien poliestrowych, przy noszeniu kożuska futrzanego,
- dochodzącego do 8 – 10 kV na wewnętrznej stronie rajstop poliamidowych przy ich noszeniu przez wiele godzin.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że odzież zwykle stanowi kompozyt wielowarstwowy, w którym:

- poszczególne warstwy elektryzują się ze znakiem i potencjałem zależnym od warstw kontaktujących się,
- powstać mogą swoiste kondensatory.

Znak powstającego ładunku elektrostatycznego można określić na podstawie szeregu Coehna zestawionego dla dwóch materiałów pocieranych o siebie. Materiał usytuowany na rysunku wyżej otrzymuje ładunek dodatni (rys. 201).



Rys. 202. Szereg tribologiczny Coehna

Regułę Coehna należy traktować tylko jako ogólną zasadę, od której mogą być znaczne odstępstwa. Między innymi ich przyczyną bywa duża rozpiętość stałej dielektrycznej poszczególnych ciał ze względu na różne materiały wyjściowe, udziały masowe i warunki wytwarzania (Tablica 18).

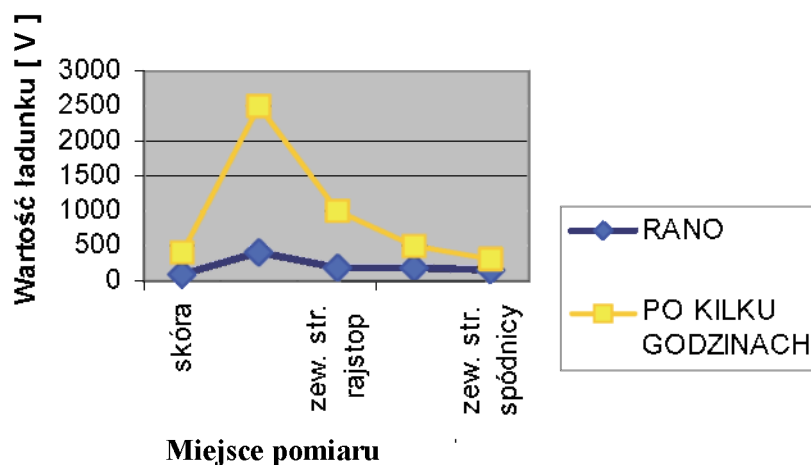
Tablica 18. Stałe dielektryczne wybranych materiałów

Materiał	Stała dielektryczna
Porcelana	5,5 - 7,0
Szkło	3,7 - 16,5
Ebonit	3,0 - 2,5
Guma	2,5 - 4,9
Parafina	2,0 - 2,2

Nadto odrębnie należy rozpatrywać przypadki tarcia asymetrycznego, a więc tarcia dwóch ciał znacznie różniących się wielkością masy. W tych warunkach jest uprzywilejowane przechodzenie nośników ładunku z masy, a więc i powierzchni

mniejszej, o wyższej temperaturze, na większą, chłodniejszą. Zjawisko to może być niekiedy na tyle decydujące, że przejawiać się może nawet zmianą znaku ładunku w porównaniu z ładowaniem tych ciał bez udziału tarcia. Stąd są rejestrowane przypadki ładowania się dwóch ciał chemicznie identycznych, między którymi przy zetknięciu nie występuje napięcie kontaktowe.

Na rysunku 2003 przedstawiono wzrost potencjału generowanych ładunków elektrostatycznych podczas wielogodzinnego użytkowania odzieży. Pomiarów dokonano na skórze oraz na powierzchni rajstop i spódnicy



Rys. 203. Zmiany potencjału elektrostatycznego podczas wielogodzinnego użytkowania odzieży (Bogusławska K.)

Bardzo zbliżone są oceny różnych badań dotyczące progów odczuć, reagowania użytkownika na potencjał wyładowania elektrostatycznego (tablica 19).

Tablica 19. Reakcje użytkownika na potencjał wyładowania elektrostatycznego

Autor	Wyniki badań
Wilson N.	1,9 – 2,3 kV - odczucie nieprzyjemne 2,6 – 4,0 kV - odczucie szokowe 2,0 kV - proponowana wartość graniczna, dopuszczalna
Murasaki W. i inni	1,5 – 2,0 kV kobiety - wrażenie słabo odczuwalne 1,5 - 3,0 kV mężczyźni - wrażenie słabo odczuwalne
Chakravarti K., Pontrelli G.J.	1,5 kV – próg odczuwania 2,0 kV – nie wywołuje sprzeciwu u wszystkich badanych 3,0 kV – wywołuje sprzeciw u 30% badanych 7,0 kV – budzi sprzeciw u wszystkich badanych
Gauderska H.	2,0 kV - potencjał progowy 3,0 kV - potencjał tolerowny

Do oceny właściwości elektrostatycznych wyrobów włókienniczych, zwłaszcza stanowiących odzież ochronną wyznacza się, przepisami nakazane, rezystywność powierzchniową R_F (opór powierzchniowy) i skrośną R_v . Przyjmuje się następujące wartości graniczne:

- $R_F < 10^6 \Omega$ - materiał elektroprzewodzący, który można stosować bez ograniczeń w obiektach lub strefach zagrożonych wybuchem, pod warunkiem zapewnienia jego niezawodnego uziemienia,
- $10^6 \Omega < R_F < 10^9 \Omega$ – materiał antyelektrostatyczny, który może być stosowany bez ograniczeń w strefach zagrożonych wybuchem pod warunkiem, że wykluczona jest możliwość gromadzenia się na nich ładunków elektrostatycznych,
- $R_F > 10^9 \Omega$ - materiał elektro – nieprzewodzący, zdolny do osiągnięcia stanu naelektryzowania, co bez dalszych działań uniemożliwia jego stosowania w obiektach zagrożonych wybuchem.

Mimo braku wyraźnych dowodów możliwości szkodliwego oddziaływania na użytkownika generowanych przez niego samego ładunków elektrostatycznych jak i działania pól elektromagnetycznych, z którymi stykamy się w codziennym życiu, podejmuje się próby wprowadzenia bądź to redukcji takich zjawisk lub wprowadzenia nawet ochron osobistych.

Odzież stanowi wyjątkowo złożony układ w aspekcie generowania ładunków elektrostatycznych. Ogólnie istnieje bowiem zupełnie przypadkowe ułożenie tekstyliów w tym swoistym kompozycie. Tak więc obok trących o siebie materiałów mogą występować ładujące się równo- lub różnoimiennie, co może niwelować lub wzmacniać generowanie ładunków. Sprawy tych zjawisk znajdują w życiu codziennym jednak powoli coraz większe zrozumienie, a przykładem mogą być materace. Szeroko reklamowany wyrób pod nazwą DORMEO, mający atest szwajcarskiego Instytutu TESTEX, między innymi chroni przed:

- roztoczą, bakteriami i innymi alergenami,
- oraz polami elektromagnetycznymi i gromadzeniem się ładunków elektrostatycznych.

Tę ostatnią właściwość uzyskano stosując w tkaninie pokrowca, tworzące siatkę, nitki osnowy i wątki z włóknami węglowymi.

6. HANDLOWE TYPY TKANIN

6.1. Powstawanie typów handlowych

Obserwując tkaniny przez dziesiątki lat stwierdzono, że niektóre z nich są szczególnie przydatne do użytkowania w pewnych warunkach. Te spostrzeżenia przekazywano sobie wzajemnie i sytuacja taka doprowadziła do preferowania takich wyrobów. Zmusiło to producentów do naśladownictwa tkanin, uznanych za szczególnie dobre, aby zyskać sobie odbiorców. Dla ułatwienia ich identyfikacji nadawano poszczególnym typom tkanin określone nazwy. Niektóre nawiązywały do miejsca powstania wyrobu, np. gaza — od miasta Gaza w Palestynie, madapolam — od miasta Madapollam w Indiach, tweed — od miasta Tweed w Szkocji, shantung — od prowincji Shantung w Chinach itd.

Inne nazwy określały w różnych językach funkcję lub rodzaj wyrobu, np. frotté — z francuskiego wycierać, shirting — z angielskiego shirt — koszula, tafta — z perskiego tafta — tkany i z francuskiego taffets — błyszczący. Inne wreszcie były imionami żeńskimi (żorżeta od Georgette) czy też nawet nazwami domów mody (gabardyna od Gabartin w Paryżu).

Tak powstał zbiór typów tkanin z nazwami, za którymi kryły się: określony surowiec, struktura i rodzaj wykończenia. Z jednej strony stanowił on wynik pierwszego we włókiennictwie typowania optymalnych rozwiązań tkanin na podstawie spostrzeżeń poczynionych w czasie użytkowania, a z drugiej strony ogromnie ułatwiał dobór wyrobu do określonego przeznaczenia.

Poniżej podano najczęściej spotykane w świecie typy handlowe tkanin wraz z niektórymi podstawowymi parametrami ich struktury, tzw. skróconymi warunkami technicznymi.

6.2. Tkaniny bawełniane i bawełnopodobne

Przeglądu dokonano według wzrastającej masy powierzchniowej wyrobu.

Fulard - jedna z najlżejszych tkanin bawełnianych o splocie płóciennym z przędz jednokrotnych zarówno dla osnowy, jak i wątków.

Przykład: Tt_o 10, g_o 336, Tt_w 10, g_w 300, masa powierzchniowa 66 g/m².

Batyst - ongiś jedna z cieńszych tkanin. Dzisiaj pod tą nazwą rozumie się tkaniny wykonane z przędz cienkich, jednokrotnych, o dużej liczności. Splot batystów — płócienny. Przeznaczenie na bieliznę, głównie damską.

Przykład: $Tt_o 7, 1, g_o 600, Tt_w 7, 1, g_w 600, 90 \text{ g/m}^2$.

Zefir - zwykle z przędz jednokrotnych, liczności osnowy i wątków w większości przypadków takie same, splot płócienny. Tkaniny zwykle białe, koszulowe. Często w podłużne barwne paski.

Przykład: $Tt_o 15, 1, g_o 345, Tt_w 15, 1, g_w 345, 100 \text{ g/m}^2$.

Popelina - cechą charakterystyczną jest niezbyt duże zróżnicowanie grubości przędz osnowy i wątku i duże zróżnicowanie ich liczności: $g_o : g_w = 2(2,5) : 1$. Splot płócienny przy takich parametrach przędz czyni wrażenie rypsu i stąd nazwa — rypsy pozorne. Przędza osnowowa jest przeważnie dwukrotna, wątek również dwukrotny, głównie dla typów cięższych, przeznaczonych na płaszcze. Lżejsze odmiany znajdują zastosowanie na koszule, bieliznę. Tkanina często jednobarwna lub z podłużnymi kolorowymi paskami. Cieńsze odmiany z paskami o splocie atlasowym noszą nazwę trykoliny.

Przykład: $Tt_o 7, 1 Z \times 2 S, g_o 510, Tt_w 15, 1 Z, g_w 270, 115 \text{ g/m}^2$ na koszule lub $Tt_o 10 Z \times 2 S, g_o 579, Tt_w 10 Z \times 2 S, g_w 220, 162 \text{ g/m}^2$ na płaszcze.

Oxford - przędza osnowowa z reguły jest dwukrotna, aczkolwiek spotyka się i jednokrotną. Splot płócienny, rzadko skośny czteronitkowy. Tkanina oxford jest znacznie cięższa od zefirów. Przeznaczona na bieliznę, koszule i wówczas charakteryzuje się barwnymi pasami, kratami.

Flanela - tkanina drapana obu- lub rzadziej jednostronnie. Najczęściej jednobarwna lub drukowana na ciepłą bieliznę osobistą, jak koszule sportowe, sukienki dziecięce, bluzki, piżamy.

Przykład: na koszule sportowe: $Tt_o 22, 2 Z, g_o 290, Tt_w 33 \times 3 Z, g_w 240, \text{ok. } 140 \text{ g/m}^2$; na piżamy: $Tt_o 22 \times 2 Z, g_o 290, Tt_w 50 Z, g_w 205, \text{ok. } 165$ a nawet do 220 g/m^2 , splot skośny czteronitkowy.

Barchan - tkanina o budowie podobnej do flaneli, ale z reguły grubsza i jednostronnie drapana. Sploty skośne: czteronitkowe jednostronne lub dwustronne, bądź trzynitkowe. Tak więc w większości przypadków po lewej stronie przeznaczonej do drapania długie nieprzeplecione odcinki wątku.

Drelich - tkanina przeznaczona głównie na ubrania robocze, kombinezony, mundury letnie. Aby otrzymać dużą wytrzymałość stosuje się z reguły przędze wielokrotne, duże liczności obu układów przędz, sploty głównie czteronitkowe skośne, niekiedy atlasowe. Masa powierzchniowa tkaniny

waha się między 220 i 300 g/m². Drelich bawełniany bielony przeznaczony na bieliznę nosi nazwę dymki. Wówczas często o splocie skośnym, łamanym wzdłuż osnowy.

Przykład: Tt_o 18,2Z x 2S, g_o 385, Tt_w 50Z, g_w 230, spłot 3/1 Z, ok. 265 g/m².

Texas - tkanina bawełniana przeznaczona na ubrania robocze zwłaszcza spodnie, obecnie szeroko stosowana do produkcji sukienek, kurtek, płaszczy, spódnic, obuwia, toreb. Niektóre odmiany cechuje łatwa ścieralność barwnika (efekt zamierzony).

Przykład: Tt_o 80, g_o 270, Tt_w 80, g_w 185, ok. 412 g/m², spłot 3/1 S lub 3/1 X.

Genuacord - tkanina bawełniana należąca do grupy z okrywą włókienną, tzw. pluszów podłużnych. Charakteryzuje się ułożeniem prążków wzdłuż osnowy. Odmiany genuacordu wyróżniające się szczególnie szerokimi prążkami noszą nazwę manchesterów. Tkaniny te są przeznaczone głównie na odzież: spodnie, marynarki, spódnice, płaszcze dla dzieci i dorosłych.

6.3. Tkaniny wełniane i wełnopodobne

Wyroby te podzielono na dwie grupy. W pierwszej omówiono tkaniny przeznaczone głównie na ubrania męskie, w drugiej znacznie cięższe, przewidziane na płaszcze jesienne i zimowe męskie i damskie.

Grupa 1

Alpaca (alpaka) - osnowa najczęściej bawełniana, dwukrotna. Wątek z wełny mohair lub alpaca o dość dużym natężeniu skrętów. Dla spotęgowania efektu przyjmuje się licznosc wątków większą niż osnowy. W gorszych gatunkach (pod względem zastosowanego na watek surowca) w celu otrzymania połysku jedną ze składowych przy skręcaniu wątku jest jedwab. Spłot płócienny. Przeznaczenie: na letnie ubrania męskie, podszewki, fartuchy.

Crêpe (krepa) - cechą charakterystyczną tych tkanin jest ziarnista, dość niespokojna powierzchnia. Uzyskuje się to przez zastosowanie odpowiedniej grupy spłotów, tzw. krepowych, bądź też przez dość wysoki i w sąsiednich nitkach przeciwnego kierunku skręt (przędza krepowa). Dla spotęgowania efektu krepowego stosuje się niekiedy oba sposoby równocześnie. Powierzchnia zawsze gładko wystrzyżona. Tkanina przeznaczona na ubrania wizytowe, smokingi, fraki, kostiumy damskie, pokrycia futer.

Przykład: Tt_o 19,2Z x 2S, g_o 422, Tt_w 19,2Z x 2S, g_w 312, ok. 333 g/m².

Flanela - w przeciwieństwie do tkanin bawełnianych o tej samej nazwie, flanele wełniane nie są drapane, a pewna okrywa włókienna powstaje w wyniku dość energicznego procesu folowania. Tkanina miękka, zwykle o splocie skośnym, dobrze wypełniona, z surowca długowłóknistego.

Fil-a-fil - nazwa tkanin wełnianych ubraniowych męskich i kostiumowych z gładko wystrzyżoną powierzchnią. Splot skośny, czteronitkowy, dwustronny. Cechą charakterystyczną jest kontrastowa barwa lub odcień sąsiednich nitek osnowy i wątku, co daje typowy wzór barwny, schodkowy.

Przykład: Tt_0 27,8Z x 2S, g_o 275, Tt_w 27,8Z x 2S, g_w 244, ok. 320 g/m².

Fresko - tkanina przeznaczona głównie na odzież zewnętrzną letnią (ubrania męskie i kostiumy damskie). Z tych względów stosuje się przede wszystkim splot płócienny, zapewniający dużą przewiewność, a ponadto daje się duże natężenie skrętów przędzy, aby uzyskać dostateczną odporność na mięcie. Osnowa wielokrotna nawet z czterech albo sześciu składowych, co daje ziamisty charakter całej tkaniny. Liczność przędzy mała. Odmiany o masie powierzchniowej poniżej 200 g/m² noszą nazwę tropików.

Przykład: Tt_0 20,8Z x 2S, g_o 207, Tt_w 20,8Z x 2S, g_w 207, ok. 187 g/m².

Gabardyna - nazwa tkanin bawełnianych lub wełnianych z przeznaczeniem na odzież zewnętrzną. Występują dwie jej odmiany: splotowa i ze zróżnicowaną licznością nitek. W pierwszym przypadku stosuje się sploty wielorzędkowe skośne, strome, np. $\frac{5}{1} \frac{1}{2} \frac{1}{1}$, gdzie $s_o = 2$. To rozwiązanie

występuje w tkaninach wełnianych czesankowych (na spodnie, bryczesy, ubrania sportowe, narciarskie). W drugim rozwiązaniu stosunek licznosci osnowy do wątku przyjmuje się 2:1 lub 3:1. Wówczas splot jest skośny czteronitkowy, dwustronny. Przeznaczenie: płaszcze letnie lub przejściowe.

Przykład: Tt_0 22,2Z, g_o 380, Tt_w 22,2Z, g_w 225, ok. 300 g/m², splot skośny czteronitkowy, dwustronny.

Jersey - nazwa nadawana u nas tkaninom wełnianym lub wełnopodobnym przeznaczonym na sukienki damskie. Charakteryzuje się występowaniem obok siebie wątków o różnym kierunku skrętów (Z, S). Splot płócienny.

Przykład: Tt_0 62,5Z, g_o 175, Tt_w 62,5Z/S, g_w 146, ok. 250 g/m².

Szewiot - tkaniny z surowca wełnianego - szewiotu. Dziś prawie wyłącznie z crossbredów. Przędza czesankowa lub zgrzebna. Sploty głównie skośne. Tkanina bardzo odporna na działanie czynników mechanicznych działających w czasie noszenia. Powierzchnia połyskliwa z tendencjami do łatwego wyblyszczania. Brak elegancji wyglądu typowej dla tkanin z wełny.

merynosowych. W odmianie mundurkowej dla młodzieży szkolnej często nazywa się je bostonami.

Tenis - tkaniny czesankowe ubraniowe lub kostiumowe. Sploty zasadnicze skośne. Cechą charakterystyczną tych odmian jest występowanie podłużnych wzorów pasiastych, podkreślonych często grupą barwnych nitek wyraźnie odcinających się od pozostałych. Często dla uwypuklenia tej pasiastości stosuje się sploty skośne łamane wzdłuż osnowy.

Grupa 2

Adria - o ciemnych barwach tkanina sukienkowa z przędzy wełnianej, czesankowej o splotcie tworzącym skośnie usytuowane żebra. W Polsce odmiany cięższe stosowane na płaszcze męskie i pokrycia blamów z uwagi na dużą wytrzymałość.

Bouclé - tkanina płaszczowe, głównie damskie. Wątek fantazyjnie nitkowany, dający efekty w postaci węzłków lub pętli. Przy skręcaniu stosuje się jako składowe - przędzie o różnym skurczu po zamoczeniu, co przy wykończeniu daje znów efekty pętli lub miejscowych zgrubień. Splot płócienny lub skośny.

Flausz - gruba, miękka tkanina z przędzy zgrzebnej. Obustronnie drapana, folowana. Okrywa dość wysoka, ale mniej ścisła niż w welurze. Niekiedy wytwarzana jako tkanina podwójna.

Przykład: $T_t 83,2$, $g_o 173$, $T_w 83,2$, $g_w 259,450 \text{ g/m}^2$.

Loden - tkanina charakteryzująca się dość długą okrywą włókienną z naczeselem i wykończona hydrofobowo (impregnacja). Często jako osnowę stosuje się przędzę bawełnianą. Wyrób folowany. Sploty: płócienny, skośny lub trykotowy.

Przykład: $T_t 100 \times 2$, $g_o 120$, $T_w 12,5 \times 2$, $g_w 118,610 \text{ g/m}^2$.

Sukno - tkanina z przędzy zgrzebnej o splotach płóciennym lub krzyżykowym. Wyrób jest poddawany intensywnemu folowaniu, drapaniu, a niekiedy strzyżeniu. Tkaniny tego rodzaju są zwykle jednobarwne lub melanżowe. Znajdują szerokie zastosowanie na mundury, płaszcze, sukna bilardowe.

Przykład: $T_t I43S$, $g_o 188$, $T_w 151S$, $g_w 185$, ok. 670 g/m^2 .

Tweed - tkanina z przędzy zgrzebnej o charakterze samodziału, ale o bardzo ścisłej strukturze, dość gruba, sploty skośne, barwnie tkana. Odznacza się dużą wytrzymałością na działanie czynników mechanicznych w czasie noszenia.

Przykład: $Tt_o (166, 200, 11,9 \times 2) \times 3, g_o 73, Tt_w (166, 200, 11,9 \times 2) \times 3, g_w 63, \text{ok. } 520 \text{ g/m}^2$.

Velour - cięższa odmiana flauszu.

Przykład: $Tt_o 71,5 \times 2, g_o 195, Tt_w 71,5 \times 2, g_w 200, 640 \text{ g/m}^2$.

6.4. Tkaniny jedwabne

Adamaszek - tkanina wzorzysta, żakardowa o splocie atlasowym, przyczem tło ma splot przeciwstawny w stosunku do motywu (osnowowy-wątkowy). Cechą prawdziwych adamaszków jest kontur o zarysie schodkowym, wielonitkowym powstały w wyniku zastosowanej techniki wytwarzania. Spotyka się też pseudoadamaszki, gdzie dochowano tylko zasady przeciwstawności splotów w tle i motywie. Natomiast sama tkanina ma wzory stosunkowo proste, geometryczne, uzyskane za pomocą mechanizmów wzornicowych nicielnicowych. Adamaszków używa się na koldry, kapy na łóżka, obrusy, serwety.

Atlas - określenie tkanin o splocie atlasowym osnowowym. Jeżeli na prawej stronie tkaniny splot jest wątkowy, wówczas nazywa się satyną. W przypadku atlasu tkanina jest gładka z intensywnym połyskiem po prawej stronie (w słownictwie arabsko-perskim atlas oznacza wypolerowany) i matowa po lewej.

Przykład: osnowa - jedwab $Td 60, g_o 1100$, wątek - jedwab sztuczny $Td 150, g_w 300, \text{ok. } 130 \text{ g/m}^2$.

Broché - na zasadniczej tkaninie, najczęściej o splocie płóciennym, motywy wzoru tworzy się przez dodatkowe wątki, wprowadzane za pomocą specjalnych czółenek przesuwanych w belce bidła. Jako surowca używa się przędzę jedwabną lub nitki metalowe. Identyfikowanie tkanin tego typu sprowadza się do stwierdzenia ciągłości wątku, tworzącego motyw wzoru powtarzalny na szerokości tkaniny i o stosunkowo niewielkich poprzecznych wymiarach.

Brokat - tkanina bogato wzorzysta (dawniej nazywana tkaniną przepychu, okazałości) z motywem utworzonym całkowicie lub częściowo z nitek metalowych, złotych lub srebrnych. Cięższe odmiany brokatu stosuje się na szaty liturgiczne, dawniej na obicia mebli, zasłony, pokrycia pantofli balowych. Lżejsze odmiany noszą nazwę lamé i stosuje się je na suknie balowe, wizytowe itp.

Chiffon (szyfon) - cienka ażurowa tkanina jedwabna z greży silnie skręconej, używana na lekkie sukienki. Szyfonem nazywa się również cienkie ażurowe tkaniny o splocie płóciennym, bawełniane lub z włókien chemicznych.

Przykład: osnowa - jedwab naturalny (greża) Td 20, g_o 460, wątek - jedwab naturalny (greża) Td 20, g_w 410, ok. 18 g/m².

Crêpe - jeśli zarówno osnowa, jak i wątek są przędzami krepowymi wyrób nosi nazwę kreponu. Tkaninę z krepowym tylko wątkiem nazywa się krepeliną.

Crêpe de Chine - tkanina o splocie płóciennym, gdzie na osnowę używa się cieką greżę lub jedwab sztuczny, a na wątek jedwab naturalny lub sztuczny silnie skrecony. Cechą charakterystyczną jest kolejne występowanie dwóch wątków z prawym i dwóch z lewym skretem.

Przykład: osnowa - jedwab naturalny Td 20, g_o 560 wątek - jedwab naturalny (krepa) Td 40, g_w 300, ok. 35 g/m².

Crêpe - georgette - gęsta tkanina z osnową i wątkiem silnie skreconym (kreponowym), spłot płócienny. Cechą charakterystyczną jest występowanie w osnowie kolejno par nitek o kierunku skretu prawym i lewym. Tkanina ma wygląd matowy i chwyt drobnoziarnisty.

Crêpe - satin - nitki jak dla crêpe de Chine, lecz spłot atlasowy wątkowy pięcio- lub ósmionitkowy. Z tego powodu prawa strona tkaniny jest matowa.

Etamina - tkanina zwykle jedwabna (ostatnio coraz częściej wytwarzana z bawełny) o splocie płóciennym, gdzie ażurowość wyrobu jest tylko miejscowa, rozłożona w postaci kraty lub pasków. Efekt ten uzyskuje się albo przez okresowe rozrzedzenie tkaniny (brak nitek osnowy w szczelinie płochy), albo przez zmianę wielkości odbioru mechanizmu tkaninowego, albo w wyniku zastosowania specjalnego spłotu gazejskiego.

Przykład: osnowa - z jedwabiu sztucznego krepowego Td 100, g_o 345, wątek z jedwabiu sztucznego krepowego Td 100, g_w 275, ok 95 g/m².

Georgette - lekka, rzadka tkanina o splocie płóciennym. Każda kolejna para nitek osnowy i wątku o przeciwnym kierunku skretu.

Glace - tkanina z jedwabiu naturalnego lub sztucznego, przy czym osnowa i wątek są w różnych kolorach. Dzięki temu wygląd wyrobu mieniający się obu barwami.

Kryształek - tkanina poliamidowa, osnowa z jedwabiu profilowanego, a wątek z matowego, o splocie ¼ Z, drukowana najczęściej wzorami o dużych raportach w barwach kontrastowych. Przeznaczenie: szlafroki pikowane, sukienki, bluzki.

Moire - tkanina jedwabna lub półjedwabna o splocie płóciennym lub rypсовym, na której odcisnięto wzór falisty, mieniający się, uzyskany przez

prasowanie żłobkowanymi walcami dwóch tkanin przylegających do siebie prawymi stronami.

Stilon - nazwa stosowana u nas dla określenia tkanin z włókien poliamidowych ciągłych.

Przykład: osnowa - jedwab poliamidowy Td_o 60, g_o 460, wątek - jedwab poliamidowy Td_w 60, g_w 405, ok. 65 g/m^2 .

Tafta - tkanina o splocie płóciennym z jedwabiu naturalnego lub sztucznego, dość sztywna, używana na suknie balowe i wieczorowe. Istnieje wiele jej odmian, np.:

- tafta ecossais — tkanina w dużą kratę,
- tafta faconné — tkanina drobnowzorzysta,
- tafta chiffon — lekka, miękka tafta,
- tafta rayé — tafta paskowana,
- tafta travers — poprzecznie prążkowana,
- tafta quadrille — drobno kratkowana.

Przykład: tafta rayé, osnowa - jedwab sztuczny Td 140, g_o 625, wątek - jedwab sztuczny Td 140, g_w 265, ok. 133 g/m^2 .

7. ORIENTACYJNE, SKRÓCONE WARUNKI TECHNICZNE WYBRANYCH GRUP TKANIN

W tablicy 20 podano skrócone warunki techniczne tkanin koszulowych, sukienkowych, płaszczowych, ubraniowych oraz płaszczowych. Uszeregowane je w poszczególnych grupach według rosnącej masy powierzchniowej.

Tablica 20. Skrócone warunki techniczne typowych tkanin

Masa powierzchniowa, [g/m ²]	Osnowa			Wątek			Splot
	surowiec	Tt (Td)	g _o	surowiec	Tt (Td)	g _w	
1	2	3	4	5	6	7	8
Koszulowe							
100	E 50/B 50	20	260	E 50/B 50	20	220	$\frac{1}{1}$
106	E 67/B 33	10x2	304	E 67/B 33	20	210	- -
110	E 48/B 52	15	446	E 48/B 52	15	230	- -
116	B 100	15	500	B 100	15	260	- -
125	B 100	8x2	528	B 100	15	265	- -
135	B 100	20	326	B 100	25	270	$\frac{2}{2}Z$
170	B 100	20	208	B 100	80	155	$\frac{1}{1}$
132	L 100	25	290	L 100	33,3	225	- -
160	L 100	100	205	L 100	40	220	- -
Sukienkowo-bluzkowe							
35	Polana mat	Td 20	515	Polana mat	Td 40	450	- -
51	Stilon profil.	Td 22	920	Stil profil, mat	Td 67	385	- -
73	Tor	Td 56	480	Toriwlan	Td 84	400	- -
81	Stilofil	Td 67	670	Stilofil	Td 67	455	at

1	2	3	4	5	6	7	8
107	Tor	Td 56	775	Tor	Td 165	380	z
110	Tor	Td 56	525	Bi	Td 165	385	zm
165	J Oct	Td 156	620	J Oct	Td 390	370	z
	Stilon	Td 22	620	Crylor	Td 100	370	z
272	J	Td 72	1985	J	Td 22	520	z
65	E 50/B 50	10	340	E 50/B 50	10	305	$\frac{1}{1}$
105	B 100	15	370	B 100	15	250	- -
105	Pol	20	260	Pol	20	235	- -
110	B 100	20	282	B 100	20	240	- -
110	Pol	25	243	Pol	20	230	- -
130	B 100	12	690	B 100	12	415	at
130	E 50/B 50	20	296	E 50/B 50	20	290	$\frac{1}{1}$
155	B 100	30	350	B 100	30	175	ryps wzdłużny
170	B 100	30	364	B 100	40	135	$\frac{1}{1}$
141	Bi	18,4	363	Bi	18,4	295	krepowy
182	An 65/W 35	21x2	212	An 65/W 35	21x2	197	krepowy
182	W 100	19x2	235	W 100	19x2	206	krepowy
189	E 55/W 45	23x2	250	E 55/W 45	23x2	189	$\frac{1}{1}$
227	W 100	72	145	W 100	72	150	- -
Ubraniowe							
200	B 100	30	340	B 100	40	200	$\frac{2}{1}S(drelich)$
250	E 50/B 50	40	365	E 50/B 50	40	205	$\frac{2}{2}S(drelich)$
245	B 100	30x2	237	B 100	60	175	$\frac{1}{1}$
255	Pol	40	310	Pol	50	215	$\frac{3}{1}S$
1	2	3	4	5	6	7	8
270	B 100	40	347	B 100	50	195	$\frac{3}{1}Z(Texas)$

1	2	3	4	5	6	7	8	
330	B 100	60	323	B 100	60	165	$\frac{3}{1}S(Zamtex)$	
410	B 100	80	289	B 100	80	165	$\frac{3}{1}S(Supertekspol)$	
260	Pol	20x2	216	Pol	25	550	zm (<i>Genua-cord</i>)	
325	Pol	20x2	208	Pol	40	535	zm (<i>Genua-cord</i>)	
164	Bi	18,4	435	Bi	18,4	330	$\frac{3}{1}Z$	
208	E 55/W 45	23x2	234	E 55/W 45	23x2	190	$\frac{1}{1}$	
214	Bi	24,2	368	E 55/W 45	24,2	250	zm	
247	E 55/Ar 45	21x2	314	E 55/Ar 45	21x2	231	$\frac{2}{2}Z$	
286	W 100	21x2	383	W 100	21x2	257	$\frac{3}{2}Z$	
Płaszczowe								
190	E 67/B 33	12x2	466	E 67/B 33	25	235	$\frac{1}{1}$	letnie
205	E 67/B 33	12x2	535	E 67/B 33	20	270	- -	
220	E 67/B 33	12x2	576	E 67/B 33	25	275	$\frac{2}{2}S$	
230	E 67/B 33	20x2	360	E 67/B 33	40	185	$\frac{1}{1}$	
331	W 100	42x2	208	W 100	42x2	155	zm	damskie
422	E 35/W 65	72x2	130	E 35/W 65	72x2	122	$\frac{2}{2}Z$	
442	W 100	80x2	152	W 100	80x2	113	tk. podw.	
472	W 100	100	167	W 100	100 x 2	136	$\frac{1}{4}^3$	
351	W 100	21x2	406	W 100	21x2	384	zm	męskie
455	W 80/Ar 20	125	169	W 80/Ar 20	125	157	zm	
468	W 100	50x2	162	W 100	150	1 76	$\frac{2}{2}Z$	
468	W 100	125x2	94	W 100	125x2	79	$\frac{2}{2}Z$	
494	W 100	72x2	205	W 100	72x2	106	tk. podw.	

Stosowane oznaczenia:

surowiec:

An - Anilana,
Ar - Argona,
B - Bawelna,
Bi - Bistor,
E - Elana,
J - jedwab,
JOct – jedwab octanowy,
L - len,
Pol - Polinosic,
Tor - Torlen,
W - welna.

sploty:

at - atlasowy,
zm - zestawny modyfikowany,
ż - żakardowy.

LITERATURA

1. **Adams D. P., Schwarz E. R., Backers S.**, Text. Res. Journal, 26, 9, 1956.
2. **Backer S., Tannenhau S. J.**, Text. Res. Journal, 21, 635, 1951.
3. **Backer S.**, Text. Res. Journal, 21, 453, 1951.
4. **Barburski M.**, *Modelowanie struktur kompozytów wielowarstwowych tkaninowych przeznaczonych na ochrony balistyczne*, IAT PŁ, PDmgr pod kierunkiem J. Szoslanda
5. **Beschnitt E.**, Deutsche Textiltechnik, 11, 130, 1961.
6. **Bogusławska K.**, *Aspekt zdrowotny surowców włókienniczych*, IAT PŁ, PDmgr pod kierunkiem J. Szoslanda, Łódź 2001.
7. **Cybulska M., Frontczak -Wasiak I., Snycerski M.**, IAT PŁ prace studialne własne, 2005.
8. **Cyburt E.**, *Komputerowa analiza przestrzeni międzynitkowych w tkaninie*, IAT PŁ, PDmgr pod kierunkiem J. Szoslanda. Łódź 1999.
9. **Czolczyński M.**, *Rozchodzenie się impulsu napięciowego w nitkach oraz przechodzenie jego przez bariery cieme i masowe*, PDr promotor . J. Szosland , Politechnika Łódzka, 1972.
10. **Dźwierzynska J.**, *Konstrukcja i zastosowanie struktur 3D*, Katedra Technologii i Budowy Tkanin PŁ, PDmgr pod kierunkiem M. Snycerskiego, 2001.
11. **Frontczak -Wasiak I., Snycerski M.**, *Characteristic of Multi –axial Woven Structures*, Fibers & Textiles in Eastern Europe 4/ 2005, 46, p. 27-33.
12. **Gąsiorowska E.**, *Przepuszczalność powietrza wielowarstwowych kompozytów tkaninowych*, IAT, PDmgr pod kierunkiem J. Szoslanda. Łódź 1998.
13. **Głuszcak E.**, *Analiza struktury tkanin w aspekcie ich wytrzymałości na ścieranie*, IAT PŁ, PDmgr pod kierunkiem J. Szoslanda. Łódź , 2003.
14. **Instytut Technologii Bezpieczeństwa**, *materiały informacyjne, materiały reklamowe*
15. **Kaswell E. R.**, Text. Res. Journal, 16, 413, 502, 1964.
16. **Klößges H.**, Melliland Textilberichte, 46, 700, 1965.
17. **Kobler H.**, Textil Rundschau, 4 (XII), 193, 1958.
18. **Kokot I.**, *Strukturalna barierowość tkanin wobec patogenów przenoszonych przez pyny ustrojowe*, IAT PŁ, PDmgr pod kierunkiem J. Szoslanda. Łódź , 2003.
19. **Kościelny I.**, Ortoza Thera suit, www.suittherapy.com, www.firststepachievement.com.
20. **Kotkowska S.**, *Przepuszczalność powietrza kompozytów tkaninowych wielowarstwowych*, IAT, PDmgr pod kierunkiem J. Szoslanda. Łódź, 2007.
21. **Koziorowska A.**, *Wytworzenie tkaniny technicznej na wieloprzesmykowym krośnie rotacyjnym oraz wirtualne jej przedstawienie*, IAT, PDmgr pod kierunkiem J. Szoslanda. Łódź 2005.
22. **Masajtis J.**, redakcja naukowa i współautorstwo, *Rotacyjne, wieloprzesmykowe formowanie nowego asortymentu tkanin*, Polska Akademia Nauk, Oddział w Łodzi, seria Monografie Naukowe – Włókiennictwo, Łódź 2007, stron 103.
23. **Mirowski W.**, *Zjawiska elektrostatyczne we włókiennictwie*, Zeszyty Informacyjne IW, I, 1972.
24. **Painter E. V.**, Text. Res. Journal, 22, 153, 1952.
25. **Peirce T. F.**, Journal of the Textile Institute, 28, 45, 1937.

26. Programowe kształtowanie stopnia izotropii wytrzymałości płaskich struktur tkanych, projekt badawczy KBN, nr 7 T08E 053 18, kierownik projektu **Frontczak Wasiak I.**, 2004 – 1006.
27. **Snycerski M., Frontczak –Wasiak I., Snycerska G.**, Tekstylia kształtowe 3D do zastosowań w kompozytach, mat. konf. IMTEX 2002, PL, Łódź 2002.
28. **Snycerski M., Frontczak –Wasiak I.**, *Tkaniny wieloosiowe*, mat. konf. IMTEX 2002, PL, Łódź 2002.
29. **Stempień Zb.**, *Wpływ struktury tkaniny na jej własności balistyczne*, Projekt badawczy KBN 2006-2008, Nr 3T08E 024 28.
30. **Stempień Zb.**, *The Influence of Woven Fabric Structure on the Velocity of Propagation of the Tension Weave*, X International Conference, Faculty of Engineering and Marketing of Textile, Łódź 2007.
31. **Stolarek A.**, *Struktury typu sieć*, IAT PDmgr pod kierunkiem M. Snycerskiego
32. **Szosland J., Barburski M.**, *Modelowanie struktur kompozytów wielowarstwowych tkaninowych przeznaczone na ochronę balistyczną*, Techniczne Wyroby Włókiennicze, ITWW, 2001, 3, s.48-56.
33. **Szosland J., Babska A., Gąsiorowska E.**, *Air-Penetrability of Woven Multilayer Composite*, Fibres & Textiles, 1999,1.
34. **Szosland J.**, *Identification of Structure of Inter-Thread Channels in Models of Woven Fabric*, Fibres & Textiles, 1999, 2.
35. **Szosland J., Kabziński A.**, *Utylizacja krajek pomocniczych z krosien*, Przegląd Włókienniczy, 2005, 11, s.36-38.
36. **Szosland J., Koziorowska A., Kabziński A.**, *Utylizacja liniowych odpadów tekstylnych na krośnie rotacyjnym*, Zeszyty Naukowe, Politechnika Radomska, 2005.
37. **Szosland J., Koziorowska A.**, *Utylizacja liniowych odpadów pasmanteryjnych*, Przegląd Włókienniczy, 2005, 8, s.41-43.
38. **Szosland J.**, *Kształtowanie własności tkanin poprzez kształtowanie fazy ich struktury*, Architektura Tekstyliów, 1999, 1 –3, s. 33 –35.
39. **Szosland J.**, *Modelling the structural barrier ability of wovnen fabrics*, Autex Research Journal, 20030071/03.
40. **Szosland J.**, *Modelowanie przestrzeni międzynitkowych w tkaninie*, Przegląd Włókienniczy, 1999,6, s.70 – 73.
41. **Szosland J.**, redakcja naukowa i współautorstwo, *Wieloprzesmykowe, rotacyjne formowanie struktur tkanych*, Polska Akademia Nauk, Oddział w Łodzi, seria Monografie Naukowe – Włókiennictwo, Łódź 2002, stron 129.
42. **Szosland J.**, *Shedding without Dynamic Warp Loading. The Possibility of Forming a New Woven Structure*, Autex Research Journal, 2002, Volumen 2, No 1.
43. **Szosland J.**, *Shedding Without Dynamic Warp Loading: The Possibility of Forming a New Woven Structure*, Research Journal Textile and Apparel, The Hong Kong, Institute of Textiles and Clothing of The Hong Kong Polytechnic University, Vol.8, No1, May 2004,43-50.
44. **Szosland J.**, *Structural Modelling of the Properties of Textiles* – Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej, Włókiennictwo, Łódź 2000, nr 58, s 11 – 20.
45. **Szosland J., Wiwala M.**, *Modelowanie użytkowych, mechanicznych własności tkanin*, Architektura Tekstyliów, nr 1-2, 2000, s.23 – 26.
46. **Szosland J.**, *Wyladowania koronowe w badaniach układu człowiek-odzież*, część 1, Przegląd Włókienniczy, 2003, 12, str.18-21.
47. **Średnicka L.**, materiały z prac własnych, KTK PL, 1985.
48. **Tarkowska S., Łandwijt M.**, *Pakiety tkaninowe skuteczną ochroną przed pociskami pistoletowymi 9 mm para FMJ wg zmodyfikowanego modelu Iwlijewa*, Problemy Techniki Uzbrojenia Nr 2/2006, Zeszyt 98
49. **Tarkowska S., Witczak E.**, *Materiały tekstylne do konfekcjonowania ubrania ochronnego dla strażaka spełniającego wymagania europejskiej normy EN 469*, Techniczne Wyroby Włókiennicze 4/1998.

50. **Włodzimierz E.**, *Formowanie tkanin z niedoprzędu i krajki pomocniczej przy pomocy wieloprzesmykowego krosna*, IAT PŁ PDmgr pod kierunkiem J. Szoslanda, Łódź, 2006.
51. **Wójcik S.**, *Generowanie ładunków elektrostatycznych podczas użytkowania rajstop*, IAT PDmgr pod kierunkiem J. Szoslanda.
52. **Zoła K.**, *Wirtualne modelowanie struktur tkanin podwójnych i z okrywą*, IAT PŁ,, PDmgr pod kierunkiem J. Szoslanda, Łódź 2001.
53. Materiały informacyjne firmy DSM, www.bella.waw.pl.