

**RENATA PIETRUSZEWSKA****Katedra Technologii i Budowy Wyrobów Dziewiarskich  
Politechnika Łódzka**

## **IDENTYFIKACJA WARUNKÓW WRABIANIA NITEK ELASTOMEROWYCH NA SZYDEŁKARKACH**

Promotor: **dr hab. inż. Krzysztof Kowalski, prof. PŁ**Recenzenci: **prof. dr hab. Władysław Korliński  
dr hab. Józef Jurasz, prof. ATH Bielsko-Biała**

*W pracy dokonano wieloaspektowej identyfikacji warunków wrabiania nitek elastomerowych na szydełkarkach zarówno na podstawie komputerowej symulacji dynamicznych obciążeń nitek i długości ich wrabiania jak i badań eksperymentalnych na szydełkarce. Szczególnej analizie poddano tarcie elastomerów na barierach ciernych ze względu na brak wcześniejszych badań w tym zakresie. Jest to także ważny element identyfikacji warunków wrabiania nitek elastomerowych na szydełkarkach zarówno w aspekcie poznawczym jak i praktycznym. W ramach pracy zostały wytworzone dzianiny platerowane nitkami elastomerowymi o różnym udziale procentowym przędz składowych (bawełna/elastomer), uzyskanym przez zmianę raportu wrabiania (nitka elastomerowa w każdym co 2, 3 i 4 rządku). Wytworzone dzianiny posłużyły do określenia wpływu nitek elastomerowych na parametry struktury i własności fizyczne dzianin.*

### **1. WPROWADZENIE**

W celu poprawy stabilności geometrycznej dzianin, coraz częściej na maszynach dziewiarskich, głównie szydełkarkach produkowane są dzianiny z udziałem nitek elastomerowych.

Nitki elastomerowe charakteryzują się dużą rozciągliwością dochodzącą do kilkuset procent wydłużenia względnego. Wzgląd ten sprawia, iż wymagają one odmiennych warunków wrabiania na maszynach dziewiarskich niż przędze klasyczne. Z istniejącego stanu wiedzy wynika, że dotychczasowe badania związane z warunkami wrabiania przędz, dotyczyły głównie przędz wykonanych z włókien

naturalnych (bawełny i wełny) a także jedwabii syntetycznych. Brak jest natomiast badań nad warunkami wrabiania nitki elastomerowych.

Znane są ogólne zalecenia technologiczne wrabiania nitki elastomerowych sformułowane przez producentów [1, 2]. Sprowadzają się one tylko do strefy podawania. Mianowicie, prowadzenie i podawanie nitki elastomerowych powinno odbywać się przy wydłużeniu względnym równym 100% [1], względnie przy wartości napięcia wstępnego w cN równej 0,1 wartości masy liniowej nitki elastomerowej wyrażonej w dtex [2].

Warunki procesu dziania uzależnione są od szeregu parametrów, tj.:

- parametrów związanych z procesem dziania, tj.: napięciem podawania nitki  $F_0$ , siły odbioru dzianiny  $F_A$ , głębokością spychania  $z$ ,
- parametrów związanych z geometrią strefy dziania, parametrów geometrycznych kształtek: kąt spychania igieł  $\gamma$ , kąt wynoszenia igieł  $\beta$ , długość części prowadzącej  $x_F$ ,
- parametrów geometrycznych barier ciernych: średnice barier ciernych,
- parametrów mechanicznych nitki w ujęciu reologicznym.

Obok eksperymentalnych badań warunków wrabiania nitki elastomerowych, jedną z podstawowych metod identyfikacji procesu, była symulacja komputerowa zjawisk zachodzących podczas wrabiania nitki elastomerowych, w wyniku której możliwa była ocena dynamicznych obciążeń i długości wrabiania w zależności od parametrów procesu dziania, własności przerabianych nitki i parametrów geometrycznych strefy dziania. Dane wejściowe modelu związane z własnościami nitki elastomerowych wymagały podjęcia badań identyfikacji ich własności reologicznych i ciernych. Bardzo wysoka rozciągliwość elastomerów sprawia, że procesowi przeciągania ich przez bariery cierne (płaszczyzki, igły) towarzyszy, bardzo szybkie w czasie, narastanie odkształceń wzdłuż linii styku. W tych dynamicznych warunkach przyrosty względnych wydłużeń nitki elastomerowych wzdłuż linii styku, przy założeniu lepkosprężystych własności nitki, powodują pojawienie się siły oporu wiskotycznego, która powiększa siły w nitkach.

Celem niniejszej pracy było udokumentowanie tezy, iż przy wytwarzaniu dzianin z udziałem nitki elastomerowych, podawanie tych nitki przy stałej wartości napięcia wstępnego, względnie wydłużenia względnego, nie gwarantuje jednakowych długości wrabiania. Długości te zależą w dużym stopniu od parametrów geometrycznych strefy dziania, które mogą się różnić dla szydełek różnych producentów.

## 2. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

### 2.1. Analiza wyników badań współczynnika tarcia nitok elastomerowych

Prowadzenie nitok elastomerowych na szydełkach od nawoju do strefy dziania odbywa się za pomocą barier obrotowych. Natomiast w strefie dziania nitki elastomerowe przeciągane są przez bariery stałe takie jak płaszczki i haczyki igieł. Znajomość wartości współczynnika tarcia jest niezbędna do oceny własności ciernych nitok elastomerowych różnych producentów i będzie wykorzystana do wyznaczenia parametrów modelu opisującego proces przeciągania nitki przez bariery cierne w ujęciu reologicznym [3-6]. Model ten stanowi podstawowe założenie dla matematycznego modelu procesu dziania [3], na podstawie którego dokonana zostanie ocena obciążeń nitok elastomerowych w strefie dziania i długość nitki elastomerowej w oczku.

#### Interpretacja modelowa procesu przeciągania nitok przez bariery cierne

W tej interpretacji modelowej nie występuje bezpośrednio współczynnik tarcia  $\mu$ , ze względu na przyjęcie uogólnionego prawa tarcia  $T = a N^n$  wyznaczono umowny współczynnik tarcia  $\mu$

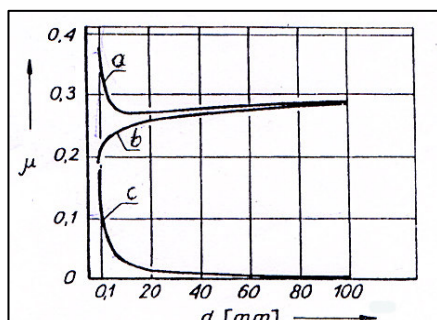
$$\mu = \frac{1}{\alpha} \ln \frac{F_0 \cdot e^{\frac{-tc_1}{\eta}} + c \cdot v_\varepsilon \cdot t + \eta \cdot v_\varepsilon \left( 1 - e^{\frac{-tc_1}{\eta}} \right)}{F_0}$$

Składowa ( $cv\varepsilon t = c\varepsilon$ ) odpowiada działaniu sił tarcia na podstawie uogólnionego prawa tarcia  $T = aN^n$ , natomiast wyrażenie  $\eta \cdot v_\varepsilon \left( 1 - e^{\frac{-tc_1}{\eta}} \right)$  jest

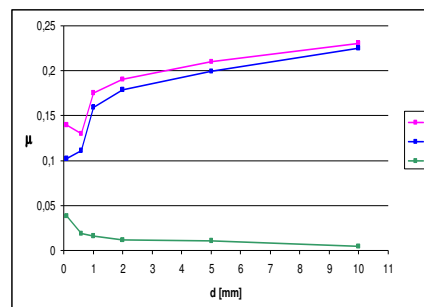
składową dynamiczną  $F_d$ , która wynika z prędkości narastania odkształceń względnych ośrodka o cechach lepkosprężystych, jakim jest nitka elastomerowa i opisuje relacje między parametrami w członie Maxwella modelu standardowego Zenera.

Weryfikacja tego modelu dla przędz bawełnianych udokumentowała istnienie optymalnego zakresu średnic barier ciernych dla których wartości oporu przy przeciąganiu są minimalne. W interpretacjach modelowych w ujęciu reologicznym [3-6] wyjaśniono to nakładaniem się dwóch procesów przeciwnych co do kierunku wpływu. Jeden związany z rzeczywistą powierzchnią styku (krzywa b,

rys.1) przeważa na barierach o względnie dużych średnicach, natomiast drugi proces (krzywa c), przeważa ilościowo na barierach o średnicach współmiernych ze średnicą nitki. Związana jest ona z relacjami jakie zachodzą między prędkością narastania odkształceń względnych, oporem wiskotycznym i relaksacją sił. Proces ten opisuje składowa dynamiczna  $F_d$ . Suma wartości obu oporów  $b + c$  daje sumaryczną wartość współczynnika tarcia  $\mu$ , którego zmienność ilustruje krzywa a.



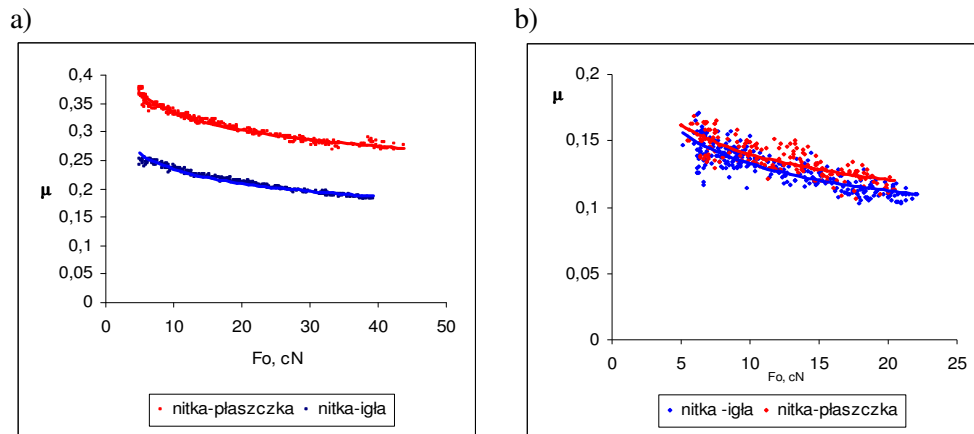
Rys. 1. Zależność współczynnika tarcia od rys. 2. Wpływ udziału procentowego nitki elastomerowej na parametry strukturalne dzianin dla wszystkich wartości rozciągu nitki przed strefą dziania. W – wariant dzianiny wyjściowej wykonanej z bawełny o masie liniowej 20 tex średnicy bariery cieńszej dla nitki bawełnianej wg modelu reologicznego



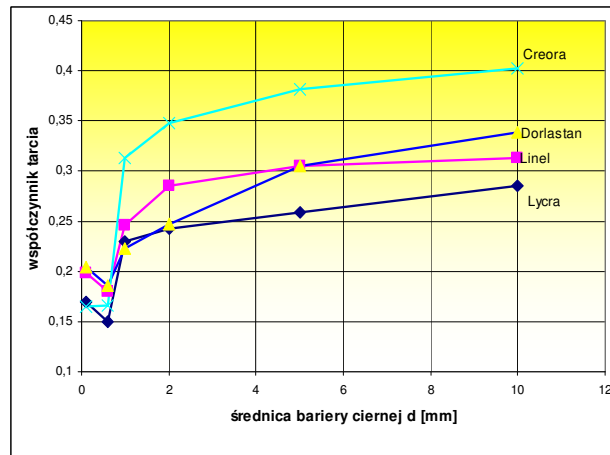
Rys. 2. Interpretacje modelowe umownego współczynnika tarcia wg modelu reologicznego parametry obliczeń:  $F_0 = 10$  cN,  $v = 1$  m/s,  $c = 3,8$  cN,  $c_1 = 11,0$  cN,  $\eta = 3,1893t_0,7665$  cN\*s

Wpływ własności reologicznych elastomeru na wartość współczynnika tarcia jest niewielki i ujawnia się nieznacznie w przedziale średnic barier cieńszych od 1mm (krzywa c, rys. 2). W tym przedziale obserwujemy wzrost wartości składowej dynamicznej (składowa c) wraz ze zmniejszaniem się wartości średnicy bariery cieńszej.

W procesie przeciągania nitek bawełnianych występuje wyraźna różnica między wartościami współczynnika tarcia  $\mu$  dla układu nitka-igła i nitka-płaszczka, natomiast w przypadku przeciągania nitki elastomerowej po ww. barierach cieńszych różnice w wartości współczynnika tarcia są niewielkie (rys. 3). Wynika to z działania składowej dynamicznej  $F_d$ , której wartości dla przędzy bawełnianej przyjmują większe wartości dla barier współmiernych ze średnicą nitki. Z rysunku 3b widać że dla „gołej” nitki elastomerowej maksymalna wartość napięcia wstępnego  $F_0$ , przy której możliwe jest jeszcze przeciąganie nitki bez zrywu po barierze przy kącie opasania 169 deg wynosi około 20-22 cN.



Rys. 3. Współczynnik tarcia dla par ciernych igła-nitka i płaszczka-nitka w funkcji  $F_0$  a) dla przędzy bawełnianej b) dla nitki elastomerowej

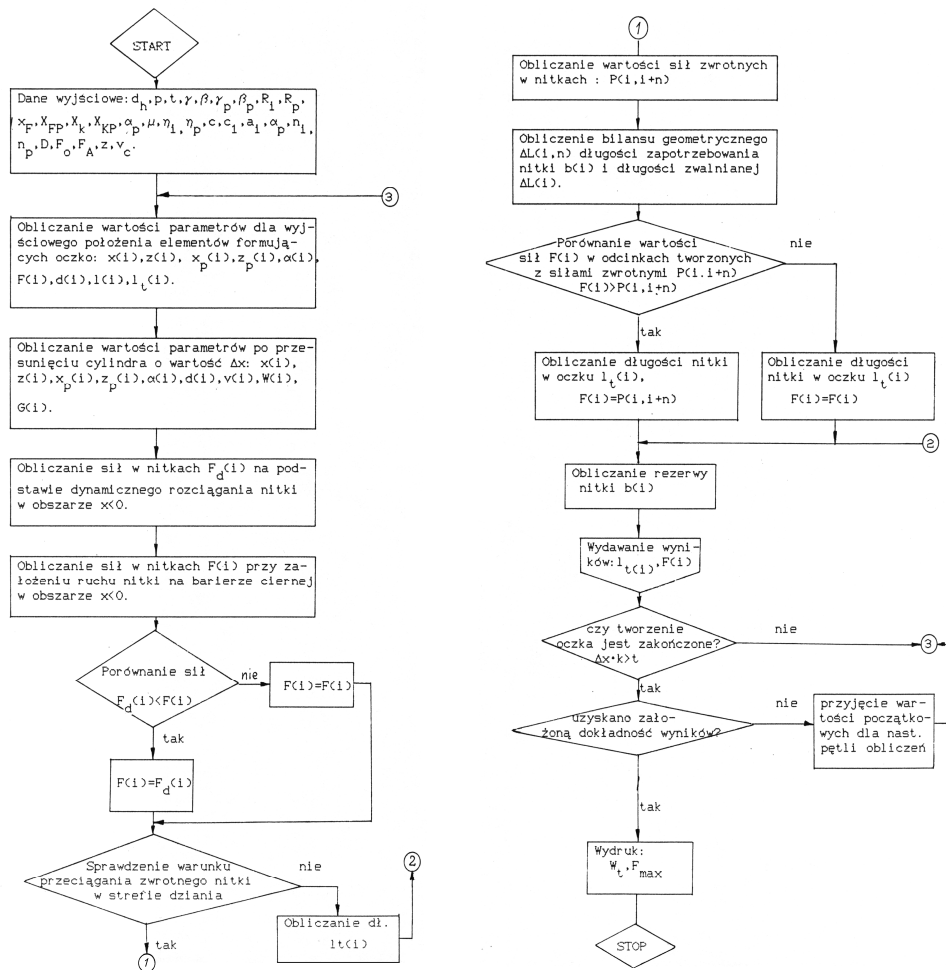


Rys. 4. Wpływ średnicy bariery ciernej na wartość współczynnika tarcia dla nitok elastomerowych różnych producentów o masie liniowej 44 dtex. Warunki pomiarów: prędkość nitki  $v = 1$  m/s, napięcie wstępne  $F_0 = 5$  cN

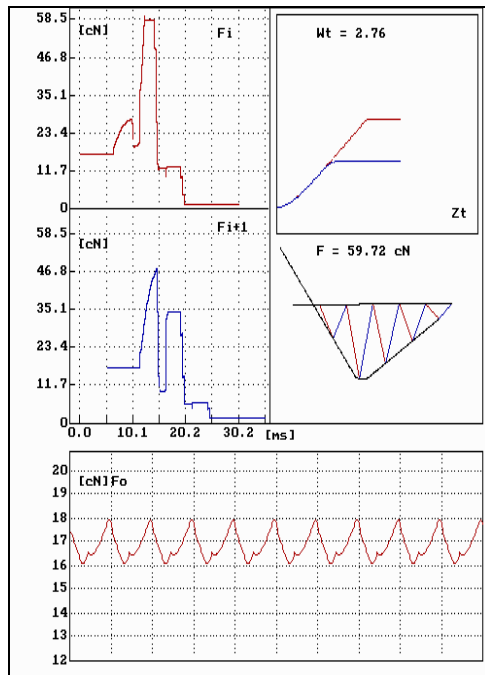
Na podstawie wyników badań doświadczalnych (rys. 4) stwierdzono, że nitka elastomerowa pochodząca od różnych producentów, o tej samej masie liniowej posiada różne wartości współczynniki tarcia. We wszystkich przypadkach wartość współczynnika  $\mu$  rośnie wraz ze wzrostem masy liniowej przędzy. Wzrost wartości współczynnika tarcia wraz ze wzrostem masy liniowej można tłumaczyć zwiększaniem powierzchni styku nitki z barierą.

## 2.2. Modelowanie procesu wrabiania nitki elastomerowych na szydełkarkach

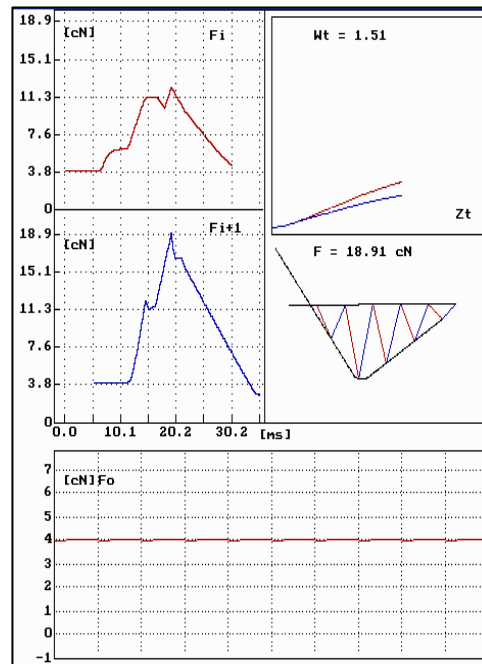
Badania symulacyjne procesu dziania przeprowadzone zostały w oparciu o model matematyczny uwzględniający najważniejsze parametry procesu dziania, własności lepkosprężyste tworzywa nitki, oraz parametry geometryczne strefy dziania. Na podstawie modelu dokonana została kalkulacja obciążeń nitki elastomerowych oraz długość ich wrabiania, która jest szczególnie istotna dla parametrów wymiarowych i własności fizycznych dzianiny.



Rys. 5. Ogólna struktura algorytmu modelu procesu dziania



Rys. 6. Wyniki symulacji cyfrowej procesu dziania w postaci przebiegu czasowego dynamicznych sił w nitkach oraz krzywych narastania podziałowego współczynnika wrobienia  $W_t$  dla poszczególnych odcinków formowanego oczka przy wrabianiu przędzy bawełnianej 20 tex



Rys. 7. Wyniki symulacji cyfrowej procesu dziania w postaci przebiegu czasowego dynamicznych sił w nitkach oraz krzywych narastania podziałowego współczynnika wrobienia dla poszczególnych odcinków formowanego oczka przy wrabianiu nitki elastomerowej 44 dtex (Lycra)  $F_o = 4$  cN,

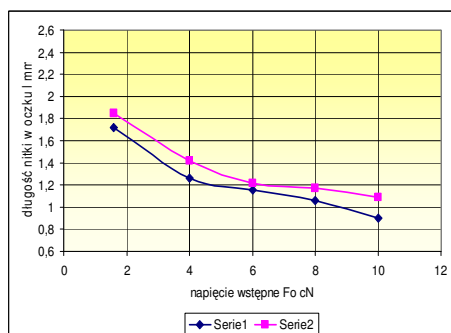
Wyniki symulacji wskazują na występowanie zjawiska przeciągania zwrotnego przędzy bawełnianej w strefie dziania. Świadczą o tym poziome odcinki krzywych narastania podziałowego współczynnika wrobienia. Względnie wysoka sztywność rozciągania przędzy bawełnianej powoduje szybki spadek sił w przędzy w strefie igieł wynoszonych, co umożliwia ruch zwrotny przędzy z pętli zawieszonych na igłach wynoszonych do pętli formowanych na igłach spychanych.

Podczas wrabiania nitki elastomerowej 44 dtex, która charakteryzuje się bardzo niską wartością względnej sztywności rozciągania, następuje w strefie igieł wynoszonych powolne odprężanie nitki. Siły w nitkach w strefie igieł spychanych są zbyt niskie, aby spowodować przeciągnięcie nitki od oczek zawieszonych na igłach wynoszonych. Z tego względu następuje przeciągnięcie nitki elastomerowej od strony mechanizmu podającego, a niska sztywność rozciągania powoduje, iż zapotrzebowanie w strefie igieł spychanych rekompensowane jest w dużej mierze wydłużeniem nitki. Z tego względu, pomimo braku zjawiska przeciągania zwrotnego nitki, uzyskuje się niskie wartości podziałowych

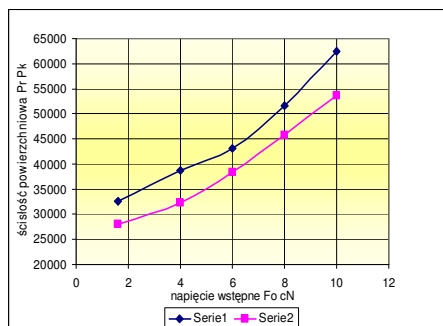
współczynników wrobienia w porównaniu do wartości współczynnika wrobienia dla przędzy bawełnianej (rys. 6).

Weryfikacji doświadczalnej wyników badań teoretycznych długości nitki w oczku dokonano na szydełkarce firmy Terrot o numerze uiglenia E 20 dla nitki elastomerowej 44 dtex na przykładzie następujących wariantów kształtek:

- kształtka firmowa szydełkarki Terrot, kąt spychania igieł  $\gamma = 49^\circ$ , kąt wynoszenia igieł  $\beta = 36^\circ$ , promień krzywizny kształtki w strefie dziania  $R = 0,9$  mm.
- kształtka o odcinkowej głębokości spychania, kąt spychania igieł  $\gamma = 49^\circ$ , kąt wynoszenia igieł  $\beta = 36^\circ$ , długość części prowadzącej  $x_F = 4,10$  mm



Rys. 8. Eksperymentalne wartości długości nitki elastomerowej 44 dtex (Lycra) w zależności od wartości napięć wstępnych dla dwóch rodzajów kształtki: Warunki badań: Seria 1 – dla kształtki o długości części prowadzącej  $x_F = 4,10$  mm, Seria 2 – dla kształtki firmowej szydełkarki Terrot



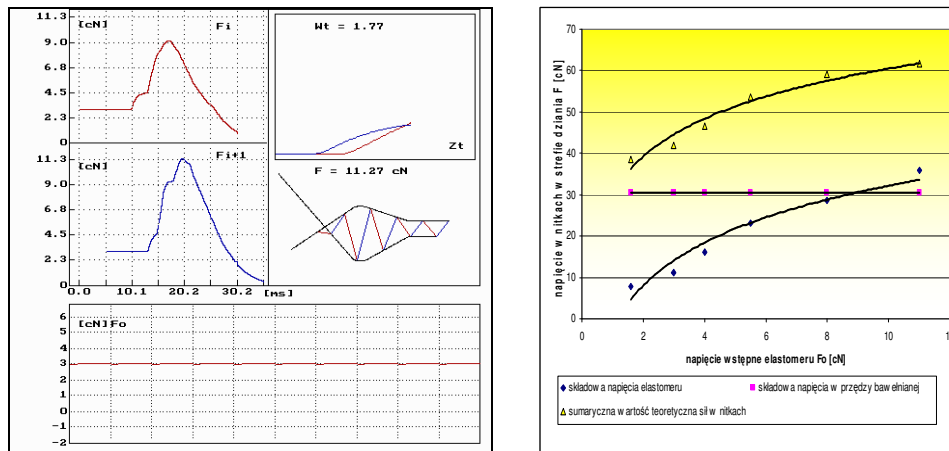
Rys. 9. Eksperymentalne wartości ścisłości powierzchniowej w zależności od wartości napięć wstępnych nitki elastomerowej dla dwóch rodzajów kształtki: Warunki badań: Seria 1 – dla kształtki o długości części prowadzącej  $x_F = 4,10$  mm, Seria 2 – dla kształtki firmowej szydełkarki Terrot

Wyniki badań eksperymentalnych wskazują na mniejsze wartości długości l dla kształtki o długości części prowadzącej  $x_F = 3,23$  t, która wymaga, z uwagi na brak występowania zjawiska przeciągania zwrotnego nitki, mniejszej wartości głębokości spychania igieł do osiągnięcia wymaganej długości nitki w oczku dla przędzy bawełnianej. Pomimo korzystnych warunków występowania zjawiska przeciągania zwrotnego dla kształtki firmowej, uzyskuje się większe wartości długości nitki elastomerowej w oczku dla tej kształtki, gdyż podczas wrabiania nitki elastomerowej, w strefie igieł wynoszonych następuje powolne odprężanie nitki. Siły w nitkach w strefie igieł spychanych są zbyt niskie, aby spowodować przeciąganie nitki od oczek zawieszonych na igłach wynoszonych. Z tego względu następuje przeciąganie nitki elastomerowej od strony mechanizmu podającego, co skutkuje większymi wartościami długości nitki elastomerowej w oczku.



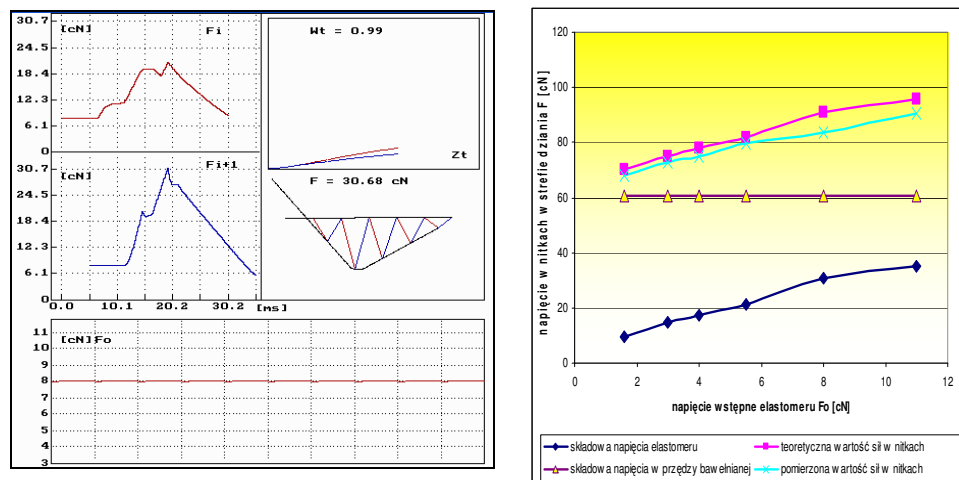
Konsekwencją różnych wartości długości nitki elastomerowej w oczku są różne wartości ścisłości powierzchniowej (rys. 9).

W nowej technice dziania – Relanit, płaszczki obok ruchu w kierunku poziomym mają ruch w kierunku pionowym, co zmniejsza kąty opasania elementów formujących nitkę w obszarze igieł spychanych. Konsekwencją tego są mniejsze obciążenia nitki przy formowaniu oczek. Symulacji procesu dziania dokonano dla następującego układu kształtek dla igieł i płaszczyk: Kąt spychania igieł  $\gamma = 50^\circ$ , kąt wynoszenia igieł  $\beta = 30^\circ$ , kąt spychania płaszczyk  $\gamma_p = 35^\circ$ , kąt wynoszenia płaszczyk  $\gamma_p = 19^\circ$ . W porównaniu do klasycznej strefy dziania, gdzie maksymalna wartość siły w strefie dziania przy wrabianiu przędzy bawełnianej 20 tex wynosiła blisko 60 cN (rys. 11), maksymalna wartość siły w strefie dziania Relanit jest o połowę mniejsza. Natomiast wartości sił w nitce elastomerowej osiągają podobne wartości jak dla klasycznej strefy dziania (rys. 10). Podobnie jak dla klasycznej strefy dziania, cechą charakterystyczną mechaniki formowania oczka dla strefy dziania Relanit przy wrabianiu nitki elastomerowej 44 dtex (Lycra), jest brak występowania zjawiska przeciągania zwrotnego nitki. Zapotrzebowanie w strefie igły spychanej rekompensowane jest kosztem nitki podawanej z nawoju i w dużej mierze kosztem jej wydłużenia z powodu niskiej wartości sztywności rozciągania. Z tych względów, pomimo o mniejszego kąta opasania elementów formujących nitkę w strefie igieł spychanych, o wartości sił decyduje wydłużenie nitki elastomerowej.



Rys. 10. Wyniki symulacji cyfrowej procesu dziania szydełkarki Ralanit oraz obliczone wartości sił w nitkach w strefie dziania przy wrabianiu przędzy bawełnianej 20 tex i elastomerowej 44 dtex (Lycra) dla szydełkarki Ralanit. Współczynnik wrobienia podziałowego dla przędzy bawełnianej  $Wt = 2,79$ . Parametry obliczeń:  $z = 3,9$  mm. Kształtka igieł  $50^\circ/30^\circ$ , kształtka płaszczyk  $35^\circ/19^\circ$ .

Napięcie wstępne dla przędzy bawełnianej 20 tex,  $F_0 = 17$  cN

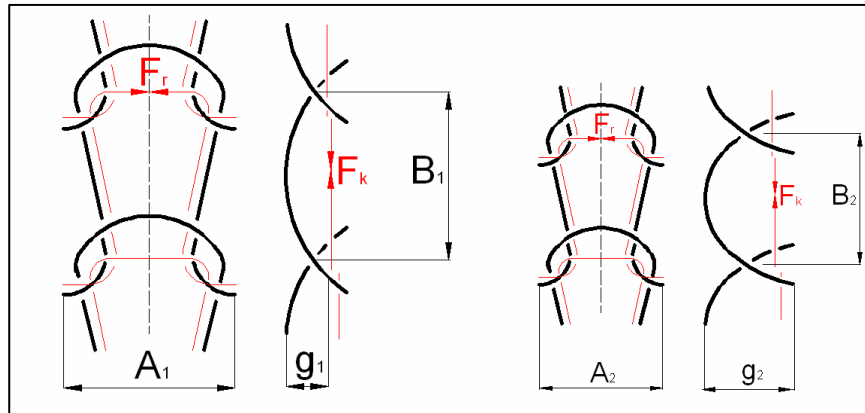


Rys. 11. Wyniki symulacji cyfrowej procesu dziania oraz obliczone i pomierzone wartości sił w nitkach w strefie dziania przy wrabianiu przędzy bawełnianej 20 tex i elastomerowej 44 dtex. Współczynnik wrobienia podziałowego dla przędzy bawełnianej  $Wt \approx 2,76$ . Parametry obliczeń:  $z = 3,55$  mm. Kształtka  $50^\circ/30^\circ$ . Napięcie wstępne  $F_o = 17$  cN dla przędzy bawełnianej 20 tex

### 2.3. Wpływ wrobienia nitek elastomerowych na parametry struktury i własności fizyczne dzianin

W ramach pracy wytworzone zostały dzianiny bawełniane platerowane nitkami elastomerowymi. Dzianiny te posłużyły do określenia wpływu długości wrobienia nitek elastomerowych na parametry struktury i własności fizyczne dzianin, gdyż jak wykazały badania modelowe, ograniczenie warunków wrabiania nitek elastomerowych jedynie do ogólnie znanych i stosowanych zaleceń technologicznych – tzn. podawanie nitek elastomerowych pod napięciem w cN równym 0,1 wartości masy liniowej w dtex, względnie przy 100% wydłużeniu w strefie podawania – nie w każdym przypadku zapewnia stałą wartość długości wrobienia nitki elastomerowej.

Im długość nitki elastomerowej w oczku jest mniejsza, tym siły oddziaływania elastomeru na elementy składowe oczka wykonanego z przędzy podstawowej są większe. Tłumaczy to wzrost ścisłości kolumnkowej  $P_k$  i rzędkowej  $Pr$  wraz z ubytkiem długości nitki elastomerowej w oczku. Przy stosunkowo małej długości nitki elastomerowej w oczku, oddziaływanie nitek elastomerowych na elementy oczka podstawowego prowadzi także do deformacji poprzecznej przędzy podstawowej.

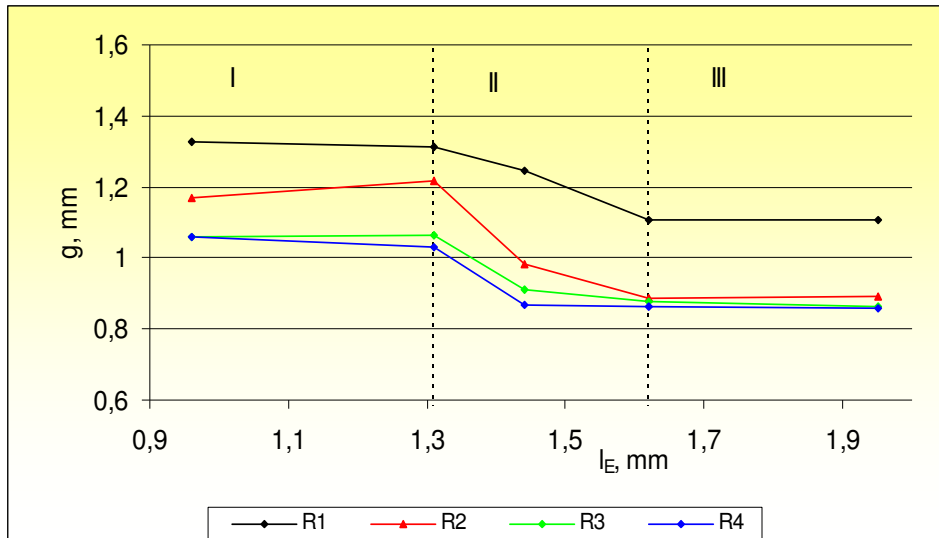


Rys. 12. Poglądowe modele oczek z udziałem nitki elastomerowych: o względnie dużej długości nitki elastomerowej,  $A_1$  – szerokość oczka,  $B_1$  – wysokość oczka w dzianinie,  $g_1$  – grubość dzianiny, o względnie małej długości nitki elastomerowej  $A_2$  – szerokość oczka,  $B_2$  – wysokość oczka w dzianinie,  $g_2$  – grubość dzianiny

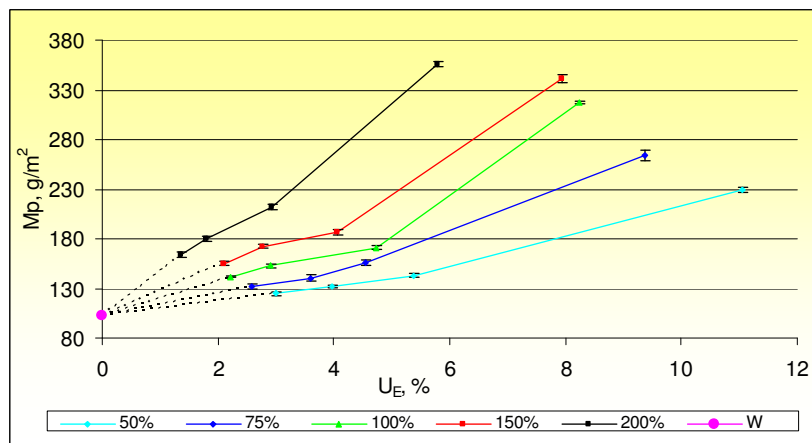
W przedziale wartości długości nitki elastomerowej w oczku  $l_E = 0,96 \div 1,30$  mm, grubość dzianin przyjmuje maksymalne wartości dla wszystkich raportów wrobienia. W tym przedziale łuki wierzchołkowe i łuki podstawy oczek z udziałem nitki elastomerowej stykają się ze sobą i wartości wysokości tych oczek przyjmują minimalne wartości bliskie wartości dwóch średnic przędzy bawełnianej  $B = 0,37$  mm, ( $D = 0,18$  mm). Zwiększenie długości nitki elastomerowej w oczku powoduje powiększanie wartości wysokości oczka  $B$ , gdyż nitki elastomerowe z coraz mniejszą siłą oddziałują na poszczególne elementy oczka wykonanego z przędzy bawełnianej. Po przekroczeniu określonej długości nitki elastomerowej w oczku oddziaływanie to jest już na tyle małe, że kształt oczka zaczyna być warunkowany przede wszystkim sztywnością zginania przędzy bawełnianej.

Z rysunku 13 wynika, że wyżej opisane zjawisko zaczyna pojawiać się dla wartości długości nitki elastomerowej w oczku większych od 1,62 mm. Oddziaływanie nitki elastomerowej na strukturę dzianiny uwidacznia się także dla pozostałych parametrów strukturalnych, gdzie można wyodrębnić trzy charakterystyczne przedziały o różnej intensywności zmian wartości parametrów pod wpływem długości nitki elastomerowej. Największa wrażliwość parametrów struktury na zmianę długości nitki elastomerowej uwidacznia się w przedziale środkowym, co w analizowanym przypadku odpowiada zakresowi długości nitki elastomerowej w zakresie  $l_E = 1,31 \div 1,62$  mm. Ten przedział wartości długości nitki elastomerowej w oczku charakteryzuje strukturę dzianiny najmniej stabilną geometrycznie z punktu widzenia procesu technologicznego, gdyż stosunkowo małe zmiany długości wrobienia nitki elastomerowej prowadzą do zmian parametrów strukturalnych dzianiny.

Na rysunku 14 przedstawiono wpływ udziału procentowego nitok elastomero-  
rowych na masę powierzchniową.



Rys. 13. Wpływ długości nitok elastomerowych w oczku na wartość grubości dzianiny  $g$ .  
Dla dzianiny bawełnianej bez udziału nitok elastomerowych  $g = 0,745$  mm.



Rys. 14. Wpływ udziału procentowego nitok elastomerowych na masę  
powierzchniową  $M_p$  g/m<sup>2</sup> dla wszystkich wartości rozciągu przed strefą dziania.  
W- wariant dzianiny wyjściowej wykonanej z bawełny o masie liniowej 20 tex.

Wzrost udziału procentowego nitok elastomerowych w dzianinie w grupie wariantów należących do określonego raportu wrobienia, powoduje wzrost masy powierzchniowej. Jednak ten wzrost spowodowany jest głównie przyrostem masy powierzchniowej oczek wykonanych z przędzy bawełnianej. Najwyższą wartość masy powierzchniowej ma wariant wykonany przy maksymalnym wydłużeniu nitki elastomerowej równym 200% o udziale procentowym nitki elastomerowej 5,79%.

Związki eksperymentalne zbiegają się w punkcie wartości dla ww. parametru dla dzianiny bez udziału nitok elastomerowych. Podobny wniosek odnosi się do innych parametrów strukturalnych.

### 3. WNIOSKI

1. Z istniejącego stanu wiedzy wynika, że dotychczasowe badania związane z warunkami wrabiania przędz, dotyczyły głównie przędz wykonanych z włókien naturalnych (bawełny i wełny) a także jedwabi syntetycznych. Brak jest badań związanych z identyfikacją warunków wrabiania nitok elastomerowych na szydełkach jak i ich wpływu na strukturę i własności dzianin.
2. Badania współczynnika tarcia nitok elastomerowych wykazały, że nitki o masie liniowej 44 *dtex* pochodzące od różnych producentów posiadają zróżnicowane wartości współczynnika tarcia w funkcji napięcia wstępnego  $F_0$  dla określonych średnic barier ciernych.
3. Wyniki badań współczynnika tarcia dla nitok elastomerowych wskazują na dominujący wpływ uogólnionego prawa tarcia  $T = a N^n$  (model Howerla-Lincolna) na wartość umownego współczynnika tarcia, gdyż dla większego zakresu wartości średnic barier ciernych, charakter zmienności wartości współczynnika tarcia w funkcji średnicy bariery ciernej zgodny jest z modelem Howella-Lincolna. Stwierdzenie to odnosi się do nitok elastomerowych pochodzących od różnych producentów. Wpływ własności reologicznych elastomeru na wartość współczynnika tarcia jest niewielki i ujawnia się nieznacznie w przedziale średnic barier ciernych mniejszych od 1mm. W tym przedziale obserwujemy wzrost wartości składowej dynamicznej wraz ze zmniejszaniem się średnicy bariery ciernej. Natomiast dla przędz bawełnianych składowa ta przeważa i determinuje ilościowo wartość umownego współczynnika tarcia dla większego zakresu wartości średnic barier ciernych.
4. Wyniki symulacji komputerowej wskazują iż, w zależności od kąta wynoszenia igieł w strefie dziania, podawanie nitki elastomerowej przy stałej wartości napięcia wstępnego prowadzi do różnych wartości podziałowego współczynnika wrobienia nitki elastomerowej przy stałej wartości tego współczynnika dla przędzy zasadniczej. Dla krańcowych wartości kątów

wynoszenia  $\beta = 0^\circ\text{--}500^\circ$  przy kącie spychania  $\gamma = 500^\circ$  i napięcia wstępnego nitki elastomerowej  $F_0 = 4 \text{ cN}$  uzyskano zakres współczynnika  $Wt$  od 1,08 do 1,56.

5. Ogólne zalecenie dotyczące wrabiania nitek elastomerowych, przy wartości napięcia wstępnego w  $\text{cN}$  równej 0,1 wartości masy liniowej wyrażonej w  $\text{dTex}$ , prowadzi do różnych wartości długości wrabiania nitki elastomerowej w zależności od wartości kąta wynoszenia igieł  $\beta$ , a tym samym do różnych wartości parametrów struktury dzianin i ich właściwości. Utrudnia to wytwarzanie dzianin z udziałem nitek elastomerowych o jednorodnej strukturze przy uwzględnieniu jedynie zalecanej zasady wrabiania nitek elastomerowych odnoszącej się do wartości napięć wstępnych względnie wydłużenia względnego w strefie podawania.
6. Podobnie jak dla klasycznej strefy dziania, cechą charakterystyczną mechaniki formowania oczka dla strefy dziania Relanit przy wrabianiu nitki elastomerowej 44  $\text{dTex}$  (Lycra) jest brak występowania zjawiska przeciągania zwrotnego nitki. Zapotrzebowanie w strefie igieł spychanych rekompensowane jest kosztem nitki podawanej z nawoju i w dużej mierze kosztem jej wydłużenia z powodu niskiej wartości sztywności rozciągania. Z tych względów, pomimo mniejszej wartości kąta opasania elementów formujących nitką w strefie igieł spychanych w technice Relanit, o wartości sił decyduje wydłużenie nitki elastomerowej. O niższych obciążeniach nitek w strefie dziania na szydełkarkach typu Melanit, przy wytwarzaniu dzianin platerowanych nitkami elastomerowymi, decydują przede wszystkim obciążenia wygenerowane przez niskoelastyczną przędze zasadniczą.
7. Niskie wartości względnej sztywności rozciągania nitek elastomerowych  $c < \sim 10 \text{ cN}$  sprawiają, iż wartości dynamicznych obciążeń tych nitek w strefie dziania Relanit mają zbliżone wartości do obciążeń nitek na szydełkarkach z klasyczną strefą dziania.
8. Wymiary oczek lewoprawych dzianin bawełnianych z udziałem nitek elastomerowych o masie liniowej 44  $\text{dTex}$  o nazwie handlowej Lycry zwiększają się proporcjonalnie dla określonej wartości długości nitki elastomerowej w oczku wraz z ubytkiem procentowego udziału tych nitek w dzianinie i dążą do wartości wymiarów oczek dzianiny bawełnianej bez udziału elastomeru.
9. Największa wrażliwość parametrów struktury na zmianę długości nitki elastomerowej uwidacznia się w przedziale długości nitki w oczku  $l_E = 1,31\text{--}1,62 \text{ mm}$ . Ten przedział wartości długości nitki elastomerowej w oczku charakteryzuje strukturę dzianiny najmniej stabilną geometrycznie z punktu widzenia procesu technologicznego, gdyż stosunkowo małe zmiany długości wrobienia nitki elastomerowej prowadzą do względnie dużych zmian parametrów strukturalnych dzianiny. Należy zaznaczyć, iż takie zmiany długości nitki elastomerowej w oczku mogą wystąpić na szydełkarkach

różniących się zarysem kształtki w strefie dziania, przy stosowaniu jedynie ogólnych zaleceń technologicznych wrabiania nitek elastomerowych sformułowanych przez producentów.

10. Wzrost udziału procentowego nitek elastomerowych w dzianinie w grupie wariantów należących do określonego raportu wrobienia, powoduje wzrost masy powierzchniowej. Jednak ten wzrost spowodowany jest głównie przyrostem masy powierzchniowej oczek wykonanych z przędzy bawełnianej. Wartości masy powierzchniowej dzianin, charakteryzującej się jednakową długością nitki, lecz różnym udziałem procentowym nitki elastomerowej w oczku (różne raporty wrobienia) zbiegają się w punkcie wartości masy powierzchniowej dla dzianiny wykonanej bez udziału elastomeru.
11. Pomniejszanie długości nitki elastomerowej w oczku i wzrost liczby oczek bez udziału nitek elastomerowych prowadzi do coraz mniejszych zmian względnych wymiarów kolumniek  $z_{kl}$  po I praniu i wartości tego parametru dla dzianin z udziałem nitek elastomerowych zbliżają się do wartości względnej zmiany wymiarów dla dzianiny bawełnianej bez udziału elastomeru. W odniesieniu do względnej zmiany wymiarów rządków brak jest jednoznacznego wpływu długości nitki w oczku i liczby oczek bez udziału elastomeru na wartość parametru  $z_{rl}$ .
12. Wartości przepuszczalności powietrza poszczególnych wariantów dzianin charakteryzujących się jednakową długością nitki elastomerowej w oczku, rosną wraz ze zmniejszającym się udziałem procentowym tych nitek w oczku (różne raporty wrobienia) i zbiegają się w punkcie wartości przepuszczalności powietrza dla dzianiny wykonanej bez udziału elastomeru. Związek między ścisłością powierzchniową a przepuszczalnością powietrza, dla całej populacji dzianin bawełnianych z udziałem nitek elastomerowych, opisuje funkcja wykładnicza przy współczynniku korelacji  $R = 0,978$ .
13. Zwiększenie długości nitki elastomerowej w oczku powoduje spadek wartości współczynnika sprężystości dla dzianin rozciąganych w kierunku rządków i kolumniek. Pomniejszanie wartości długości nitki elastomerowej w oczku skutkuje wzrostem sił powrotnych i w konsekwencji udział odkształceń sprężystych dzianiny w odkształceniu całkowitym rośnie. Cechą charakterystyczną zmian współczynnika sprężystości dla dzianin rozciąganych w kierunku rządków jest wyraźny podział charakterystyki na trzy obszary o różnej wrażliwości współczynnika  $\delta r$  na zmiany długości nitki elastomerowej w oczku. Zakres wartości długości nitki elastomerowej w oczku, dla którego zachodzą największe zmiany współczynnika sprężystości jest także odpowiedzialny za największe zmiany parametrów struktury i masy powierzchniowej dzianiny.

## LITERATURA

- [1] **Bednarek J.:** Słowo o przerobie elastomerów. Przegląd Włókienniczy. 1993, nr 11.
- [2] Materiały firmy Dorlastan Dorlastan w przemyśle pończoszniczym.
- [3] **Kowalski K.:** Identyfikacja dynamicznych sił w nitkach na szydełkarkach na podstawie symulacji komputerowej i cyfrowej techniki pomiarowej. Politechnika Łódzka, Zeszyty Naukowe nr 613, Rozprawy naukowe z. 147, Łódź 1991.
- [4] **Kowalski K.:** Modellierung der Faden-Festkörper-Reibung. Melliand Textilberichte 1991 (3), s. 171-175.
- [5] **Kowalski K.:** Modelowanie procesu przeciągania nitek przez bariery cierne- model fizyczny procesu przeciągania nitek przez bariery cierne Przegląd Włókienniczy 41, 1987, s 163 -166.
- [6] **Kowalski K.:** Analiza modelu reologicznego procesu przeciągania nitek przez bariery cierne, Przegląd Włókienniczy 41, 1987, s 226 -229, 14 rys 22.

## THE IDENTIFICATION OF THE ELASTOMER THREADS WORKING IN CONDDITIONS ON THE WEFT KNITTING MACHINE

### Summary

In this thesis the multiaspeptional identification of elastomer threads working-in on the knitting machines was done based on both, the computer simulation of dynamic loads of threads and the length of their working in, and the experimenters research on the knitting machine. Special analysis was concentrated on the elastomer friction in the field of friction barriers as a result of the lack of the earlier research. It is also a significant element of the identification of elastomer threads working-in conditions on the knitting machines both in cognitive and practical aspect. During the research the accordion cotton fabrics plated with elastomer threads were fabricated. The threads called Lycra were worked-in the fabric to every raw and every second, third and fourth one. In every working-in report five variants of fabrics were created. All above with different length of elastomer thread in the eyelet. Produced fabrics were applied to determine the influence of the elastomer thread on the structure and physical parameters of the fabric.