

RENATA KRASOWSKA**Katedra Odzieżownictwa
Politechnika Łódzka**

WPŁYW WARUNKÓW PRACY TARCZOWEGO PODCIĄGACZA NICI NA CHARAKTERYSTYKĘ ŚCIEGU CZÓŁENKOWEGO

Promotorzy: **prof. dr hab. inż. Iwona Frydrych**
dr hab. inż. Ryszard Korycki, prof. nadzw. PŁ

Recenzenci: **prof. zw. dr hab. inż. Józef Wojnarowski**
Politechnika Śląska
dr hab. inż. Krzysztof Kowalski, prof. nadzw. PŁ

Podczas omawiania procesu sterowania nicią przez podciągacz zaakcentowano szczególną rolę mechanizmu podciągacza nici w maszynach ściegu czółenkowego. Wyróżniając charakterystyczne fazy działania podciągacza, tj. zasilanie nicią oraz wybieranie nici kończące się tzw. zaciąganiem ściegu, zwrócono uwagę na warunki lokowania przepłotu w materiale i możliwość ich poprawiania poprzez budowę podciągacza. Temu celowi służyło modelowanie procesu zaciągania ściegu.

Zaprojektowany i zbudowany podciągacz nici pozwolił ponad dwukrotnie obniżyć szczytowe wartości siły zaciągania ściegu, co jest znaczącym osiągnięciem techniczno-technologicznym. Ponadto spowodował spadek strat wytrzymałości nici na zrywanie.

1. WPROWADZENIE

Proces tworzenia ściegów maszynowych wymaga uwzględnienia mechanizmu sterującego ruchem nici w przestrzeni zwanej strefą tworzenia ściegu (STS), ponieważ długość nici wymagana w procesie tworzenia ogniwa ściegu zmienia się w przedziale stanowiącym wielokrotność jej długości w tym ogniwie. Z powyższego wynika zmęczeniowy charakter oddziaływania na nić barier stałych oraz ruchomych, wśród których wyróżnić można bariery należące do systemu podciągacza nici [1].

Różnorodność rozwiązań podciągaczy nici w maszynach szyjących uwarunkowana jest przede wszystkim ich przynależnością do określonego rodzaju narzędzia wprowadzającego nić do ogniwa ściegu (igły, chwytacze, przeplatacze) oraz budową tego ogniwa, gdzie wyróżnić można ściegi o przeplotach otwartych i zamkniętych [2, 3, 4]. W tym ostatnim przypadku podciągacz nici igłowej pełni szczególną rolę, z uwagi na konieczność współdziałania z chwytaczem cewkowym [3]. Mechanizm podciągacza nici igłowej w maszynach ściegu czółenkowego na przestrzeni lat podlegał przekształceniom, głównie ze względu na wymagania wydajnościowe maszyn szyjących. Można tu wyróżnić rozwiązania:

- trajektorii punktu roboczego stanowiącej łuk okręgu (krzywkowe, kulisowe),
- trajektorii bez punktów zwrotnych (korbowo-wahaczowy z punktem roboczym osadzonym na łączniku, podciągacz powszechnie stosowany w maszynach ściegu czółenkowego),
- rozwiązania wielopunktowe (wielobarierowe) o ruchu obrotowym ze wspólnym środkiem obrotu [3].

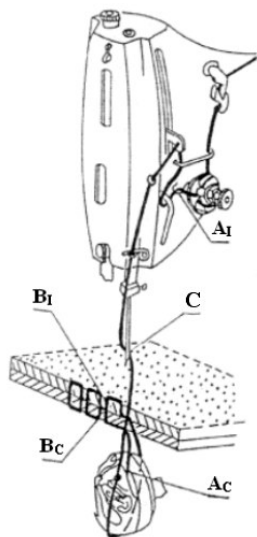
Należący do ostatniej grupy podciągacz tarczowy jednoosiowy nie jest stosowany obecnie w maszynach szyjących. Jest on szczególnie interesujący z uwagi na prostą budowę oraz relatywnie niskie zmęczenia niszczenie nici stwierdzone w badaniach wstępnych przeprowadzonych w Katedrze Odzieżownictwa oraz [5].

W dostępnej literaturze nie napotkano opublikowanych wyników oceniających podciągacz ze względu na obciążenie nici w procesie tworzenia ściegu oraz powiązanie tych obciążeń z właściwościami szwu [6, 1, 7]. Istnieje konieczność opracowania zbioru kryteriów oceniających poprawność działania podciągacza w grupie mechanizmów tworzących ścieg. Znane z dostępnej literatury [1, 8] wyniki badań strefy tworzenia ściegu, tj. przestrzeni, w której proces tworzenia ściegu zachodzi, nie zawierają odniesienia do podciągacza nici. Dotyczy to przede wszystkim maszyn ściegu czółenkowego, gdzie podciągacz nici pełni złożoną rolę z uwagi na niezbędne powiązanie z chwytaczem cewkowym oraz dynamiką zaciągania ściegu (wciąganie przeplotu w głąb materiału). Wpływa to istotnie na proces tworzenia ściegu, a w szczególności na towarzyszące mu zakłócenia mogące prowadzić do nadmiernej zrywności nici oraz niekorzystnych właściwości szwu. Jak wynika z powyższego, wprowadzenie podciągacza w strefę tworzenia ściegu kształtuje tę przestrzeń, a tym samym zachodzące w niej zjawiska oraz cechy użytkowe szwu nitkowego.

Celem pracy jest poszukiwanie konfiguracji tarczowego podciągacza nici w maszynie ściegu czółenkowego poprawiających jakość realizowanego szwu nitkowego. Wymaga to jednak analizy literatury odnoszącej się zarówno do samego mechanizmu podciągacza nici, jak i jego otoczenia w strefie tworzenia ściegu.

1.1. Warunki tworzenia ściegu czółenkowego

Ścieg [8] jest to *łańcuch* zbudowany z nici szwalnych, składający się z ogniów utworzonych przez narzędzia maszyny w jej cyklu roboczym. Ścieg czółenkowy zbudowany jest na przeplotach zamkniętych w wyniku przeprowadzenia końca nici cewkowej przez pętlę nici igłowej. Nić cewkowa musi mieć zatem skończoną długość. W strefie tworzenia ściegu (rys. 1) zachodzi kilkuetapowy proces prowadzący do powstania ogniwa ściegu.



- A_1 – punkt wejścia nici igłowej do strefy tworzenia ściegu maszyny (punkt wyjścia nici z naprężacza),
- B_1 – punkt wyjścia nici igłowej ze strefy tworzenia ściegu maszyny,
- A_c – punkt wejścia nici chwytaçzowej do strefy tworzenia ściegu maszyny (płaska sprężynka naprężacza na powierzchni bocznej kosza cewkowego),
- B_c – punkt wyjścia nici chwytaçzowej ze strefy tworzenia ściegu maszyny,
- C – punkt podziału strefy tworzenia ściegu na strefę wstępną i główną (uszek igły).

Rys. 1. Strefa tworzenia ściegu czółenkowego dwunitkowego

Przedstawiony na rys. 1 podział pozwala na wyodrębnienie różnego obciążenia nici w strefie wstępnej i głównej, gdzie:

$A_1 \rightarrow C$ – strefa wstępna (długość nici między naprężaczem a uszkiem igły),

$C \rightarrow B_1$ – strefa główna (maksymalna długość nici między uszkiem igły a ostatnim przeplotem położonym w materiale).

Analiza strefy tworzenia ściegu maszyny pozwala na określenie stopnia obciążeń, jakim poddawana jest nić w procesie szycia maszynowego. Całkowitą długość nici igłowej w strefie tworzenia ściegu można przedstawić jako sumę odcinków nici:

$$\lambda_c = \lambda_w + \lambda_g, \quad (1)$$

gdzie: λ_c [m] – całkowita długość nici igłowej w strefie tworzenia ściegu, λ_w [m] – długość nici igłowej w strefie wstępnej, λ_g [m] – długość nici igłowej w strefie głównej.

Jeżeli całkowitą długość nici w strefie tworzenia ściegu podzielimy przez długość nici w strefie głównej otrzymamy tzw. współczynnik kształtu strefy tworzenia ściegu P wyrażony zależnością (1):

$$P = \frac{\lambda_c}{\lambda_g}, \quad (2)$$

gdzie: P [-] – bezwymiarowy współczynnik kształtu strefy tworzenia ściegu.

Wskaźnik ten charakteryzuje strefę tworzenia ściegu maszyny pod względem geometrycznym i jest wielkością stałą, charakterystyczną dla danej maszyny. Proces tworzenia ściegu wiąże się z warunkami pracy nici szwalnej, gdyż ciągłe podnoszenie wydajności maszyn i ich szybkości powoduje, że nić jest najsłabszym i najbardziej zawodnym elementem procesu technologicznego realizowanego na maszynie szyjącej. Największe obciążenia działają na nić igłową w strefie głównej tworzenia ściegu, co wynika z tarcia nici o uszko igły, materiał i chwytacz. Podstawowym narzędziem powodującym obciążenia nici igłowej jest podciągacz. Podawanie nici przez podciągacz do strefy tworzenia ściegu nie powoduje istotnych jej obciążeń, natomiast wybieranie nici ze strefy, a następnie lokowanie przepłotu wewnątrz zszywanych warstw tkaniny wywołuje istotne obciążenia nici igłowej.

Do opisu warunków pracy nici dla różnych typów maszyn, niezbędna jest znajomość związków zachodzących pomiędzy długością nici w strefie tworzenia ściegu a elementarnym zapotrzebowaniem nici, ponieważ określają one wielokrotność obciążeń nici przy przechodzeniu przez strefę tworzenia ściegu maszyny. Więźlak wprowadził tzw. *iloraz obciążeń dynamicznych* χ [1], który pozwala na ilościowe oszacowanie warunków pracy nici szwalnych przy ustalonych parametrach technologicznych maszyny. Iloraz obciążeń dynamicznych χ wyraża liczbę cykli obciążania nici w strefie tworzenia ściegu maszyny. Nie dotyczy jednak punktu, lecz odcinka nici równego elementarnemu zapotrzebowaniu na utworzenie jednego ogniwa ściegu:

$$\chi = \frac{\lambda_c}{l_0} \quad (3)$$

gdzie: χ [-] – iloraz obciążeń dynamicznych, λ_c [m] – całkowita długość nici w strefie tworzenia ściegu maszyny szyjącej, l_0 [m] – elementarne zapotrzebowanie nici na jedno ogniwo ściegu.

Dla różnych typów maszyn iloraz długości nici w strefie tworzenia ściegu i elementarnego zapotrzebowania nici przyjmuje różne wartości.

Podstawę do projektowania dowolnego typu mechanizmu podciągacza nici stanowi przebieg zapotrzebowania nici w cyklu tworzenia ścięgu [3] (krzywa I na rys. 2).

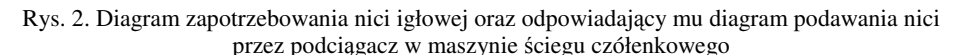


Diagram na rys. 2 ilustruje długość nici igłowej, jaką należy podawać maszynie (krzywa II), aby otrzymać jedno ogniwo ścięgu, niezależnie od przyjętej konstrukcji mechanizmu podciągacza nici [3, 9]. Zapotrzebowanie nici igłowej zależy od konstrukcji mechanizmu igłowego oraz mechanizmu chwytacza, grubości zszywanych warstw materiałów oraz skoku transportera (liczności ścięgu). Budowę diagramu zapotrzebowania nici prowadzi się dla maksymalnej grubości zszywanych materiałów $\Delta_{\max}$ oraz maksymalnego skoku transportera $T_{\max}$.

Zbudowany przy takich założeniach diagram słuszny jest także dla mniejszych grubości materiałów oraz dla mniejszych skoków transportera. Przedstawiony na rysunku 2 diagram zapotrzebowania nici igłowej (krzywa I) zakłada nierozciągliwość nici użytej w procesie szycia maszynowego. Jednakże w procesie zaciągania ściegu nić igłowa doznaje znacznych naprężeń, w wyniku których wydłużenie

nici wpływa niekorzystnie na jakość powstałego szwu (powstaje jego skrócenie). W szczególności odnosi się to do nici syntetycznych [10], dla których wydłużenie jest większe niż w przypadku nici bawełnianych.

Diagram zasilania nicią to graficzne przedstawienie długości L nici igłowej, którą powinien podawać podciągacz w procesie tworzenia ściegu. Jeśli wielkość podawanej nici igłowej przez podciągacz będzie mniejsza od zapotrzebowania nici, wówczas ulegnie ona zerwaniu. Aby wyeliminować zrywność systematyczną nici, należy zapewnić podawanie nici podciągaczem igle oraz chwytaczowi większe o 10÷20% niż wynika to z zapotrzebowania [9]. Podczas ruchu podciągacza ku górze nie stawia się takich wymagań. Diagramy zapotrzebowania i zasilania nicią są ze sobą powiązane, dlatego też należy je rozpatrywać łącznie – w jednym układzie współrzędnych.

Przedstawiony na rysunku 2 diagram zasilania nicią (krzywa II) odpowiada wcześniej zbudowanemu diagramowi I – zapotrzebowania nici. Diagram ten zbudowany został niezależnie od konstrukcji mechanizmu podciągacza. Stanowić może podstawę do projektowania dowolnego mechanizmu podciągacza. Można go więc nazwać diagramem teoretycznym. Ostateczna postać diagramu zasilania nicią igłową, zwana diagramem rzeczywistym, uzależniona będzie od przyjętej konstrukcji mechanizmu podciągacza (krzywa III na rysunku 2).

Z uwagi na nadmiar nici podawanej przez podciągacz, wyznaczyć można maksymalne podawanie nici (punkt P_3 na rys. 1), potrzebne do budowy teoretycznego diagramu zasilania nicią igłową, wyrażone jako:

$$L_{\max} = (1,1 \div 1,2) Y_{\max} \quad (3)$$

Ponadto można określić maksymalną długość nici igłowej podawanej igle i chwytaczowi, a mianowicie:

$$L_{\max 1} = (1,1 \div 1,2) Y_{\max 1} \quad (4)$$

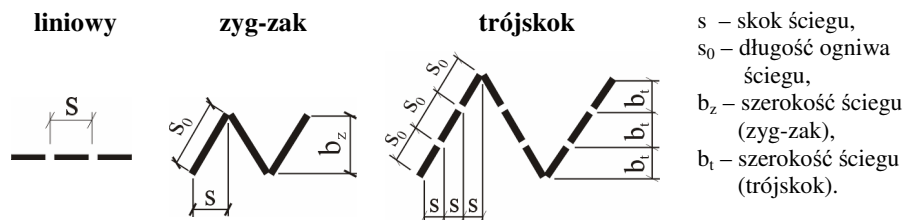
$$L_{\max 2} = (1,1 \div 1,2) Y_{\max 2} \quad (5)$$

Budując diagram teoretyczny II, należy wziąć pod uwagę, że podciągacz nie powinien podawać nici natychmiast w początkowej części diagramu, ponieważ w tym momencie maszyna nie wymaga podawania nici igłowej.

Końcowy moment zaciągania ściegu może wyprzedzać początek zapotrzebowania nici przez igłę. Zwykle wyprzedzenie to mierzone od górnego zwrotnego położenia igły (DZPI) wynosi $60 \cdot \pi/180$ rad, co ilustruje rysunek 2. Na rysunku 2 uwagę zwraca ponadto część diagramu odpowiadająca wybieraniu nici z układu chwytaczowego oraz zaciąganiu ściegu (krzywa łamana). Tutaj również podciągacz musi spełniać określone warunki. Pierwszy z nich dotyczy prędkości wybierania nici z układu chwytaczowego. Wymagana prędkość to taka, która nie pozwala na powtórne załapanie nici igłowej poprzez chwytacz. Drugi warunek wiąże się z zaciąganiem ściegu i wymaga włączenia się w ten proces naprężaczy nici igłowej oraz cewkowej.

2. BADANIA MODELOWE PODCIĄGACZA TARCZOWEGO

Do badań wytypowano maszynę ściegu czółenkowego (stębnowego) nowej generacji Juki 2284, wyposażoną w profilowany podciągacz nici. Konstrukcja maszyny stwarza możliwości wymiany podciągacza na przewidziany do zaprojektowania podciągacz tarczowy wielobarierowy. Dla wytypowanej maszyny znamieną jest ponadto możliwość tworzenia ściegu o ścieżce liniowej, typu zyg-zak oraz tzw. trójskok (rys. 3).



Rys. 3. Geometrie ścieżki ściegu możliwe do realizacji w maszynie Juki 2284

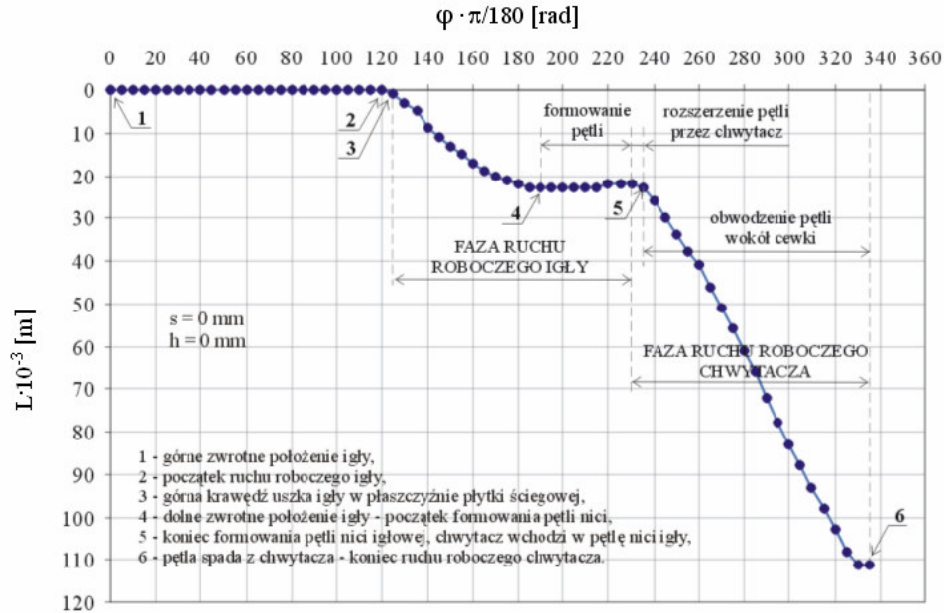
Maszyna stwarza możliwość zmiany położenia ścieżki ściegu liniowego oraz ściegu typu zyg-zak względem otworu w płycie ściegowej poprzez zmianę położenia osi igły (położenie symetryczne, niesymetryczne).

Podstawę do projektowania dowolnego typu mechanizmu podciągacza nici stanowi przebieg zapotrzebowania nici w cyklu tworzenia ściegu (rys. 4), gdzie wyróżnić można zapotrzebowanie nici wymuszone ruchem igły (część krzywej na rys. 4 ograniczona punktami 1 i 5) oraz ruchem chwytacza (część krzywej ograniczona punktami 5 i 6).

Mechanizm podciągacza powinien zabezpieczać takie podawanie porcji nici w procesie szycia, aby nić nie uległa zerwaniu oraz aby nie było jej w nadmiarze, co można określić jedynie w badaniach eksperymentalnych obejmujących próby szycia. Garbaruk [3] określa relację zapotrzebowanie – zasilanie, podając jedynie, że nadmiar nici w momencie zrzucania pętli przez chwytacz powinien stanowić 10÷20% zapotrzebowania nici w tym momencie.

Do rozwiązania problemu dopasowywania konfiguracji tarczowego podciągacza nici do wymagań stawianych przez igłę, chwytacz i transporter maszyny wykorzystano algorytmy genetyczne. W tym celu opracowano program „Take-up disc 2.0” w środowisku C++, który wykorzystuje komponenty standardowej biblioteki *VCL Borlanda*, a jego działanie oparte jest na klasycznym algorytmie genetycznym. Program ten uwzględnia cechy funkcjonalne oraz strukturalne podciągacza tarczowego, gdzie wyróżnić należy przede wszystkim: sposób

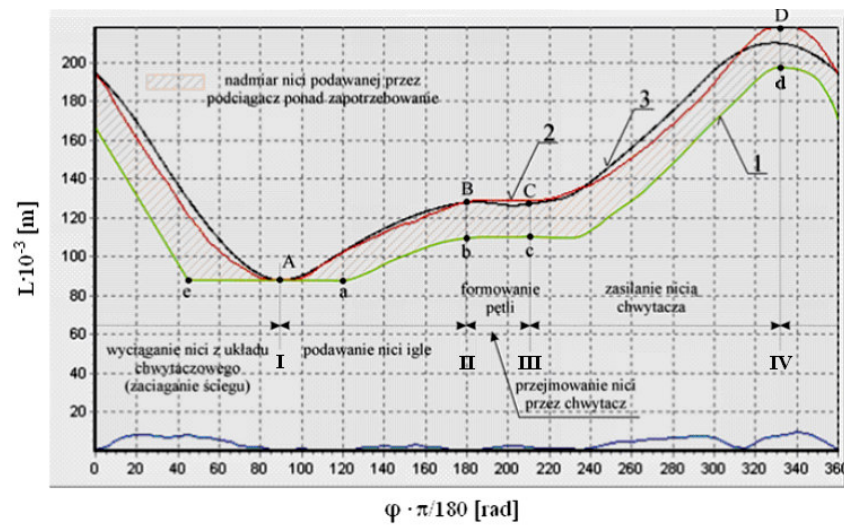
zasilania nicią, sposób oddziaływania na nią barier ruchomych, a także położenie barier stałych. Opracowany program w poszukiwaniu rozwiązania preferuje konfiguracje podciągacza z minimalną liczbą barier ruchomych z zadanego przedziału. Jest to istotne ze względu na obciążenie nici w procesie tworzenia ściegu.



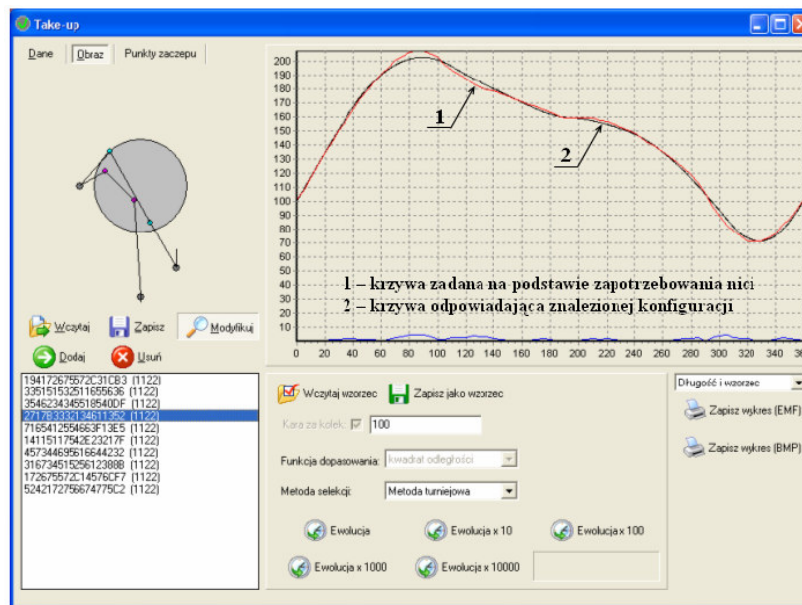
Rys. 4. Zapotrzebowanie nici wywołane ruchem igły i chwytacza dla maszyny Juki 2284, określone w warunkach quasistatycznych

Uzyskanie konfiguracji tarczy z ruchomymi barierami poprzedzono wprowadzeniem do programu „Take-up disc 2.0” krzywej sterowania nicią przez podciągacz, która wykreślona została na podstawie zapotrzebowania nici przez igłę i chwytacz oraz wymagań ogólnych określających wielkość nadmiaru nici ($10 \div 20\%$ [3]) podawanej przez podciągacz w stosunku do zapotrzebowania w położeniu początkowym (rys. 5) oraz współrzędnych położenia barier stałych.

Jako rozwiązanie otrzymano określoną liczbę barier ruchomych oraz ich współrzędne. Przykładowy wygląd interfejsu graficznego programu został pokazany na rys. 6.



Rys. 5. Przebieg krzywej sterowania nicią przez podciągacz na tle zapotrzebowania nici przez igłę oraz chwytacz w maszynie Juki 2284 w charakterystycznych fazach tworzenia ściegu
1 – krzywa odpowiadająca zapotrzebowaniu nici przez igłę i chwytacz, 2 – krzywa sterowania nicią przez podciągacz wyznaczona w oparciu o zapotrzebowanie nici przez igłę i chwytacz, 3 – krzywa sterowania nicią przez podciągacz wyznaczona przy pomocy programu Take-up disc 2.0 odpowiadająca krzywej 2



Rys. 6. Modelowanie krzywej sterowania nicią przez podciągacz tarczowy w maszynie Juki 2284 przy pomocy programu Take-up disc 2.0

Do programu „Take-up disc 2.0” wprowadzono krzywą 1 wykreśloną na podstawie zapotrzebowania nici przez igłę i chwytacz oraz wymagań ogólnych określających wielkość nadmiaru nici podawanej przez podciągacz w stosunku do zapotrzebowania. Jako rozwiązanie otrzymano liczbę barier ruchomych oraz ich współrzędne w postaci krzywej 2.

Wyniki rozwiązań podawane są w postaci współrzędnych opisujących położenie wyselekcjonowanych barier podciągacza oraz w postaci wykresu obrazującego długość nici w strefie działania podciągacza, w zależności od położenia kąтового wału głównego maszyny. W rezultacie powstała konfiguracja podciągacza tarczowego opisana jest liczbą i położeniem barier stałych (A, B, C) oraz ruchomych (P_1 , P_2 , L_1 , L_2) (tabela 1).

Tabela 1

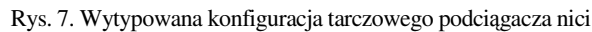
Położenie barier ruchomych należących do systemu podciągacza przy użyciu programu „Take-up disc 2.0”

Symbol bariery	Położenie barier ruchomych należących do systemu tarczowego podciągacza nici	
	odległość bariery od środka tarczy podciągacza $r \cdot 10^{-3} [\text{m}]$	kąt obrotu bariery $\beta [^\circ]$
$1 \rightarrow P_1$	40,6	345,2
$1 \rightarrow P_2$	49,3	138
$2 \rightarrow L_1$	40,6	113
$2 \rightarrow L_2$	16,8	22,9

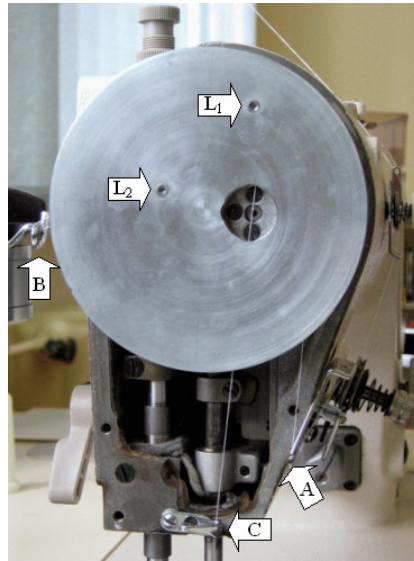
Dla uzyskanej konfiguracji tarczy podciągacza przy pomocy programu „Take-up disc 2.0” wyznaczono kołowy cyklogram pracy punktów stałych oraz ruchomych należących do systemu podciągacza wiążący położenie początkowe barier ruchomych z kątem obrotu wału głównego maszyny (rys. 7).

Analiza różnych konfiguracji tarczowego podciągacza nici przy użyciu opracowanego programu „Take-up disc 2.0” doprowadziła do budowy jego prototypu, który następnie wyważono dynamicznie i zainstalowano na maszynie stanowiącej obiekt badań (rys. 8).

Na rysunku 8 zaznaczono jedynie widoczne bariery podciągacza tarczowego, tj. bariery stałe (A, B, C) oraz ruchome (L_1 , L_2). W celu oceny poprawności działania zbudowanego mechanizmu poddano go testom szycia. Badania mające charakter wstępny przeprowadzono przy maksymalnej prędkości obrotowej maszyny $n = 4500 \text{ } 1/60\text{s}^{-1}$ oraz dla trzech różnych geometrycznie ścieżek przeszywania (liniowa, zyg-zak, trójskok – patrz. rys. 3). Wyniki potwierdziły poprawność opracowanego algorytmu projektowania tarczowego podciągacza nici.



We wszystkich przypadkach próby szycia przebiegały bez zakłóceń dla konfiguracji podciągacza przedstawionej na rysunku 8. Próby zmiany konfiguracji barier nieruchomych podciągacza kończyły się niepowodzeniem (zrywy systematyczne nici szwalnej). Stanowi to potwierdzenie wcześniejszych doniesień [3], według których *mechanizmy podciągaczy nici różnych typów stosowane w maszynach ściegu członkowego są wrażliwe na zmiany warunków współdziałania, zwłaszcza w układzie: podciągacz – chwytacz*. Przeprowadzono badania porównawcze podciągacza oryginalnego w maszynie Juki 2284 oraz prototypu podciągacza tarczowego dla różnych nici szwalnych oraz różnych geometrii ścieżki ściegu (ścieg liniowy, ścieg typu zyg-zak, ścieg typu trójskok) przy stałych wartościach sił hamowania nici (igłowej $P_{h/i} = \text{const.}$ oraz nici chwytaczowej $P_{h/ch} = \text{const.}$). Podciągacze te różnią się przede wszystkim długością nici magazynowanej w strefie roboczej podciągacza (dla maszyny z podciągaczem profilowanym $\lambda c = 0,395$ m z podciągaczem tarczowym $\lambda c = 0,624$ m).



Rys. 8. Widok prototypu podciągacza tarczowego zainstalowanego na maszynie szyciej

3. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

Celem eksperymentalnych badań sprawdzających jest ocena dostosowania parametrów budowy podciągacza tarczowego do właściwości wytrzymałościowych nici szwalnych oraz właściwości użytkowych ściegu czółenkowego.

W celach porównawczych badania eksperymentalne prowadzono na tej samej maszynie z podciągaczem profilowanym (podciągacz oryginalny w maszynie przyjętej do badań). Badania przeprowadzono na pakiecie tekstylnym składającym się z dwóch warstw tkaniny bawełnianej typu „drelich”. Do przeszyci wykonanych w warunkach dynamicznych wytypowano trzy rodzaje nici firm: Coats, Gütermann oraz Amann o zróżnicowanej grubości, których charakterystykę przedstawiono w tabeli 2. Zarówno igła, jak i chwytacz tworzące ścieg stębnowy, zasilane były tym samym rodzajem nici.

Tabela 2

Charakterystyka nici wytypowanych do badań eksperymentalnych

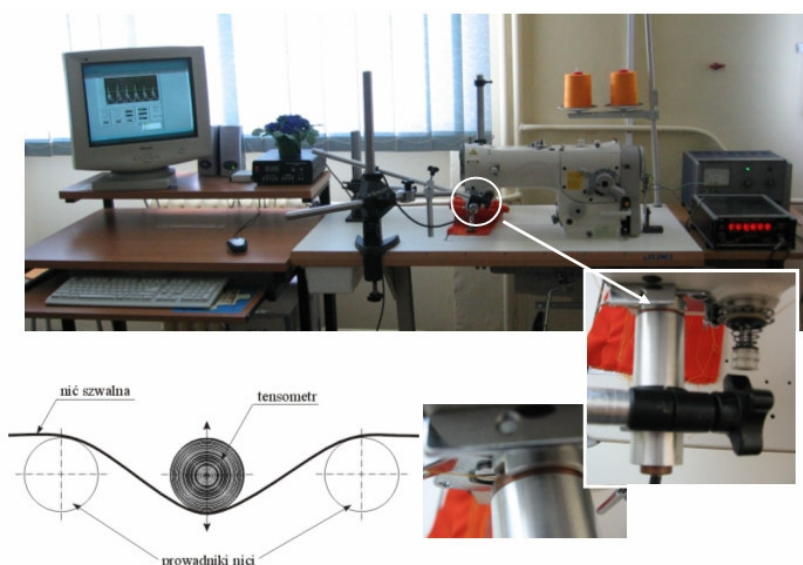
Lp.	Nazwa nici	Skład surowcowy	Średnica nici	Masa liniowa
1.	COATS Astra No 120 – nici przędzone	100% PES	$d = 0,26 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	Tt = 31,5 tex
2.	GÜTERMANN No 120 – nici przędzone	100% PES	$d = 0,27 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	Tt = 25,1 tex
3.	Amann Mercifil No 50 – nici przędzone	100% bawełna	$d = 0,32 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	Tt = 37,8 tex

Badania eksperymentalne prowadzono na dwuwarstwowym pakiecie tekstylnym przy:

- a) dwóch poziomach prędkości obrotowej maszyny:
 - $n_1 = 2500 \cdot 1/60 \text{ s}^{-1}$ – przy tej prędkości wykonywana jest większość operacji technologicznych z udziałem maszyn szyjących ściegu czółenkowego charakteryzujących się otwartym cyklem technologicznym,
 - $n_2 = 4500 \cdot 1/60 \text{ s}^{-1}$ – maksymalna możliwa do osiągnięcia prędkość obrotowa badanej maszyny,
- b) nominalnym skoku transportera $s_{\text{nom}} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$,
- c) stałej sile hamowania nici igłowej $F_{h/i} = 100 \cdot 10^{-2} \text{ N}$,
- d) stałej sile hamowania nici chwytaçzowej $F_{h/c} = 70 \cdot 10^{-2} \text{ N}$.

3.1. Ocena porównawcza napięć dynamicznych nici dla podciągacza tarczowego oraz profilowanego

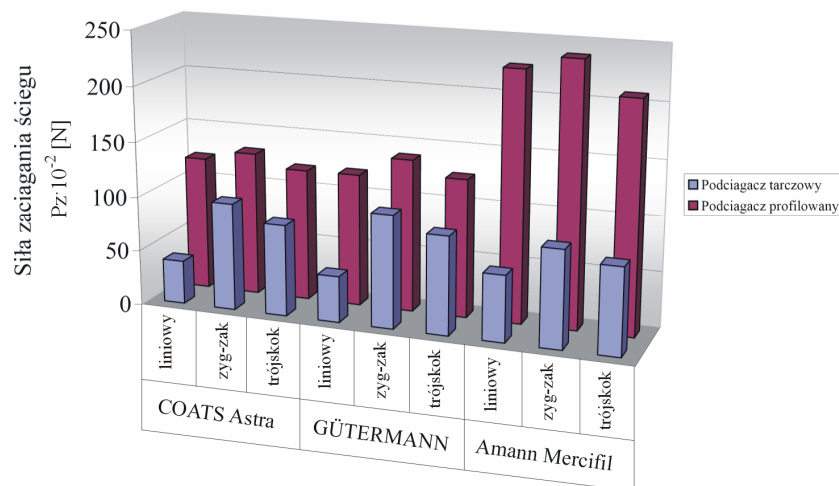
Badania napięć dynamicznych powstające w nici igłowej w procesie szycia maszynowego przeprowadzono na nowoczesnym stanowisku pomiarowym. Zbudowane stanowisko (rys. 9) wykorzystuje opracowany program „Napięcia dynamiczne” oparty na modułach programu LabView 8.2, który pozwala na zapis sygnału rejestrowanego za pomocą czujnika półprzewodnikowego umieszczonego w strefie tworzenia ściegu maszyny szyjącej (patrz rys. 9). Na rysunku 9 pokazano też schematycznie sposób współdziałania czujnika z nicią.



Rys. 9. Widok stanowiska do pomiaru napięć dynamicznych powstających w nici szwalnej

Sygnal z czujnika tensometrycznego po wcześniejszym wzmocnieniu przekazywany jest za pośrednictwem karty pomiarowej DAQ (Data Acquisition) do komputera. Użyty program „Napięcia dynamiczne” pozwala na szybką obróbkę i analizę uzyskanych oscylogramów napięcia. Przebiegi napięć dynamicznych rejestrowane są w postaci wykresu i wartości liczbowych średniej z maksymalnych pików oraz pola powierzchni pod zarejestrowaną krzywą.

Uzyskane wyniki pomiarów siły zaciągania ściegu P_z , prowadzone przy tych samych warunkach, tj. stała siła hamowania nici igłowej oraz chwytaczowej $F_h = \text{const.}$, stała prędkość obrotowa maszyny $n = \text{const.}$, w czytelny sposób potwierdzają fakt, iż napięcia dynamiczne powstające w nici podczas zaciągania ściegu są dwukrotnie mniejsze w przypadku opracowanego tarczowego podciągacza nici w stosunku do oryginalnego w badanej maszynie (podciągacza profilowanego). Na rysunku 10 zestawiono otrzymane wyniki pomiarów.

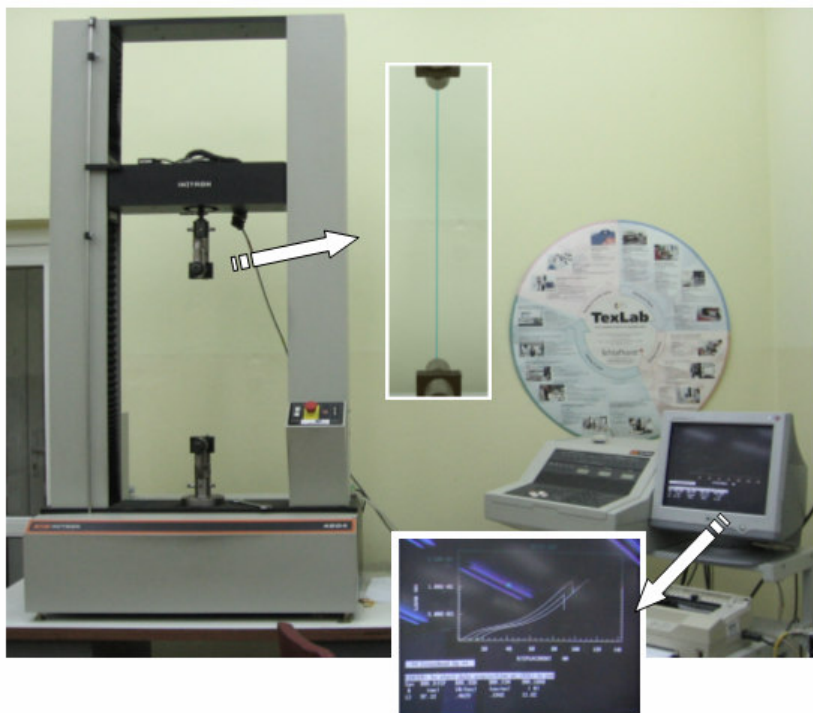


Rys. 10. Wartości średnie siły zaciągania ściegu

Jak wynika z rysunku 10 siły zaciągania ściegu P_z powstające w przypadku użycia podciągacza profilowanego są ponad dwukrotnie wyższe w porównaniu z podciągaczem tarczowym. Testowany podciągacz tarczowy nie powoduje istotnych zmian wielkości siły zaciągania ściegu P_z dla badanych nici i ścieżek przeszywania jak to ma miejsce w przypadku podciągacza profilowanego. Zaobserwowano istotny wpływ tego ostatniego (podciągacza profilowanego) na wielkość powstających napięć dynamicznych podczas zaciągania ściegu dla nici bawełnianych i trzech ścieżek przeszywania.

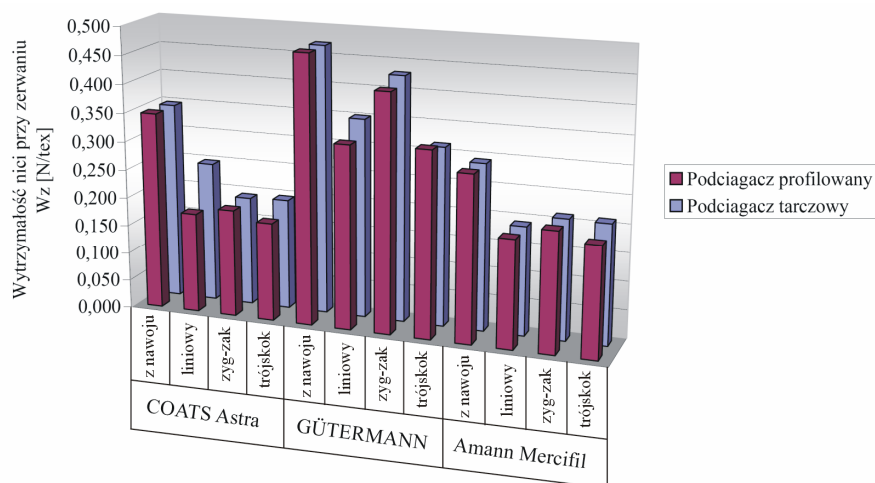
3.2. Ocena zmian wytrzymałości nici po przeszyciu

Przedmiot badań stanowiły odcinki nici igłowej wypreparowane z trzech ścieżek przeszycia różniących się geometrią. Przeszycia te wykonano dla trzech różnych nici, których charakterystykę podano w tabeli 2 oraz dla dwóch mechanizmów podciągaczy, tj. profilowanego oraz tarczowego. Badania przeprowadzono w warunkach klimatu normalnego zgodnie z normą PN-EN ISO 2062 (Tekstylnia. Nitki w nawojach. Wyznaczanie siły zrywającej i wydłużenia przy zerwaniu odcinków nici) na uniwersalnej zrywance firmy Instron 4204 (rys. 11).



Rys. 11. Widok stanowiska do pomiaru wytrzymałości nici szwalnej przed i po przeszyciu

Otrzymane wyniki pomiarów zobrazowane na rys. 12 wykazały spadek wytrzymałości nici po przeszyciu w porównaniu z wytrzymałością przy zerwaniu nici z nawoju (przed przeszyciem). Niemal dwukrotnie wyższą wytrzymałość przy zerwaniu zaobserwowano dla podciągacza tarczowego w przypadku użycia nici poliestrowej Astra firmy COATS dla ściegu liniowego. Pozostałe testowane warianty nie wykazują istotniejszych różnic pomiędzy badanymi podciągaczami.



Rys. 12. Wartości średnie wytrzymałości nici szwalnej przy zerwaniu

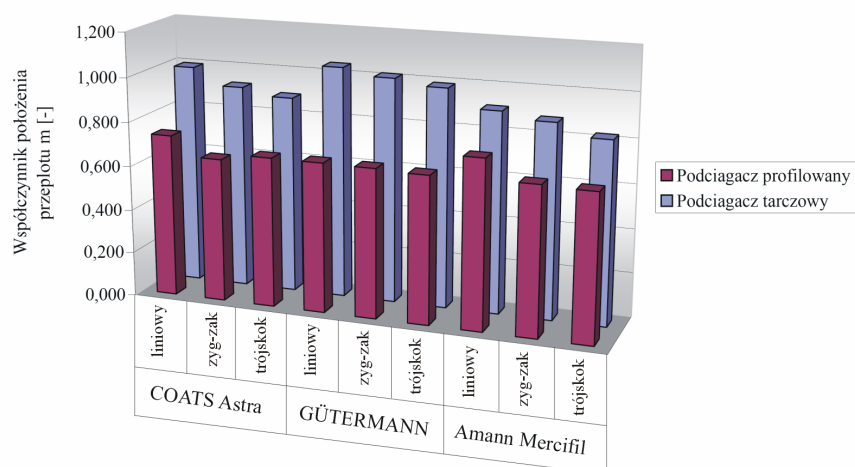
Przeprowadzone badania wykazały spadek wytrzymałości nici po przeszcyciu w odniesieniu do wszystkich rozpatrywanych ścieżek geometrycznych oraz wszystkich użytych nici.

3.3. Ocena stabilności położenia przeplotu

Oceny stabilności położenia przeplotu dokonano, uśredniając zapotrzebowanie nici obu systemów (nić igłowa oraz nić chwytaaczowa) na odcinku szwu. Do pomiaru przyjęto długość szwu wynoszącą 0,1 m, o liczności ściegu 40 dm⁻¹. Dodatkowo wyznaczono bezwymiarowy współczynnik kształtu ściegu, który pozwala ocenić kształt ogniwa ściegu.

Otrzymane wyniki pokazano na rysunku 13. Badania przeprowadzono dla stałej siły hamowania nici z cewki $F_h = \text{const.}$ oraz dla stałej prędkości obrotowej maszyny $n = \text{const.}$

Na rysunku 13 zauważyć można wyższe wartości współczynnika położenia przeplotu w przypadku podciągacza tarczowego w odniesieniu do podciągacza profilowanego, co upoważnia do zmniejszenia stałej siły hamowania nici z cewki F_h . Bezpośrednim skutkiem zmniejszenia siły hamowania nici z cewki F_h jest dalsze obniżenie wartości napięć dynamicznych powstających podczas zaciągania ściegu P_z . Dla tych samych warunków pomiarów przeprowadzono badania dotyczące oszacowania współczynnika kształtu ściegu. Wyniki pomiarów wskazują, że wyższe wartości współczynnika kształtu ściegu uzyskuje się przy zastosowaniu tarczowego podciągacza nici niż w przypadku podciągacza profilowanego. Analogiczny kierunek zmian jak w przypadku wartości współczynnika położenia przeplotu.



Rys. 13. Wartości średnie współczynnika położenia przepłotu m

4. WNIOSKI

Uzyskane wyniki badań przeprowadzonych w ramach pracy doktorskiej pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Opracowany w ramach pracy program „Take-up disc 2.0” oparty na algorytmie genetycznym pozwala na określenie konfiguracji geometrycznej podciągacza tarczowego dla zadanej krzywej sterowania nicią przez podciągacz. Umożliwia to w rezultacie budowę podciągacza według określonych założeń jego geometrii i dynamiki.
2. Wielobarierowość podciągacza tarczowego stwarza możliwości kształtowania krzywej sterowania nicią, stosownie do zapotrzebowania nici przez igłę i chwytacz, wymaganego nadmiaru nici podawanej przez podciągacz oraz warunków zaciągania ściegu.
3. Zaprojektowany i zbudowany podciągacz nici charakteryzuje się wydłużoną strefą tworzenia ściegu w stosunku do powszechnie stosowanych podciągaczy w maszynach ściegu czółenkowego. Zmiany te zachodzą jednak wyłącznie w strefie wstępnej, gdzie oddziaływanie barier ciernych na nić jest łagodniejsze, czyli obciążenia dynamiczne są znacznie mniejsze.
4. Badania mające na celu wizualizację procesu sterowania nicią przez podciągacz pozwoliły zaobserwować skokowy charakter podawania nici przez podciągacz tarczowy. Badania wykazały zmienne odcinkowo zapotrzebowanie na nić igłową w strefie tworzenia ściegu, wynikające ściśle ze współpracy narzędzi tworzących ścieg czółenkowy.

5. Badania modelowe procesu zaciągania ściegu czółenkowego z udziałem podciągacza tarczowego wykazały spadek wydłużenia względnego nici, a w rezultacie skrócenie drogi węzła przeplotu w kanale utworzonym przez igłę w pakiecie tekstylnym, w stosunku do podciągaczy powszechnie stosowanych w maszynach szyjących ściegu czółenkowego.
6. Jak wykazała analiza teoretyczna i weryfikacja doświadczalna utrzymanie położenia przeplotu w ogniwie ściegu na zadanym poziomie, w przypadku podciągacza tarczowego wymaga wydłużenia części cyklu roboczego maszyny odpowiadającej zaciąganiu ściegu w porównaniu z powszechnie stosowanymi podciągaczami.
7. Badania napięć dynamicznych nici wykazały, że w fazie zaciągania ściegu podciągacz tarczowy powoduje ponad dwukrotny spadek szczytowej wartości siły zaciągania ściegu. Wpływa to na poprawę warunków tworzenia ściegu.
8. Badania wytrzymałości nici w szwie wykazały spadek strat wytrzymałości nici na zrywanie w przypadku zastosowania podciągacza tarczowego, co należy oceniać pozytywnie. Niewielki poziom tego spadku potwierdza fakt, że oddziaływanie podciągacza na nić stanowi jedną z przyczyn osłabiania nici wprowadzonej do struktury szwu. Badania porównawcze prowadzono na tej samej maszynie.
9. Analiza napięć dynamicznych nici towarzyszących jej wyciąganiu z układu chwytaaczowego wykazała spadek wartości szczytowej tych napięć, co należy oceniać pozytywnie z punktu widzenia dynamiki i wytrzymałości nici.
10. Celowe jest kontynuowanie analiz teoretycznych i badań eksperymentalnych z udziałem podciągacza tarczowego o różnych konfiguracjach. Wydłużanie nici w strefie tworzenia ściegu może mieć bowiem pozytywne skutki ze względu na obciążenia nici w procesie tworzenia ściegu czółenkowego.

LITERATURA

- [1] **Więźlak W.:** Technologiczna ocena maszyn szyjących w aspekcie badania strefy tworzenia ściegu, *Odzież* nr 3/1974.
- [2] **Czerwiakow F. I., Nikolaenko A. A.:** Szweyjne maszyny, Moskwa 1976.
- [3] **Garbaruk W. P.:** Rasczet i konstruirowanie osnovnykh mekhanizmov chelnocnykh shvejnykh maszin, Leningrad 1977.
- [4] **Poluchin W. P., Rejbarch L. B.:** Szweyjne maszyny chelnogo stezka zarubezhnykh firm, Moskwa 1979.
- [5] **Więźlak W.:** Badania porównawcze obciążeń nici na maszynach szyjących różnych typów, część I „Rozważania ogólne”, *Przegląd Włókienniczy* nr 2/1981.
- [6] **Więźlak W., Nowak R.:** Zmiany dynamiczne napięcia nici w maszynie szyjącej ściegiem czółenkowym, *Odzież* nr 3/1968.
- [7] **Więźlak W. i in.:** Laboratorium podstaw konfekcjonowania wyrobów włókienniczych, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1991.

- [8] **Rybicki M., Słowikowska-Szymańska Z.:** Projekt Normy PZPN-ISO 4915.
- [9] **Komissarow A. I.:** Proektirovanie diagramm podaczi niti w czelnocnoj szwejnój maszine, Izwestia wuzow. Tehnologija legkoj promyszlennosti, 1958, № 1.
- [10] **Zwerew-Stepnoj K. A., Lopandin I. W.:** Osobennosti proektirovania diagramm podaczu niti s raalicznej żestkostju. Trudy MTILP, 1965, nr 31.

THE INFLUENCE OF THE WORKING CONDITIONS OF THE THREAD TAKE-UP DISC ON THE CHARACTER OF DYNAMIC TENSIONS IN THE LOCKSTITCH MACHINE

Summary

Analysis of literature described in the dissertation showed the complexity of phenomena of machine stitch creation processes. The reference to the lockstitch proves particularly difficult working conditions of needle thread. Tools forming the stitch (needle, bobbin, needle thread take-up, thread tensioner, transporter of the textile package) cause the weakening of thread inserted into the seam structure, what can lead to thread breakage. Hence, a great attention is paid to the action on thread of stitch forming mechanisms in the sewing machines. A particular role of thread take-up mechanism was stressed during discussing the process of thread control conditions by the take-up in the lockstitch machines. Characteristic working phases of the take-up were distinguished i.e., supplying by the thread and drawing of thread end during the stitch tightening. One has paid the attention to the conditions of interlacement location in the material and the possibility of correcting them by the improving the structure of the thread take-up mechanism. Changing the stitch tightening modelling process was to achieve this aim. So, a physical model, and next a mathematical model of the zone of stitch creation were elaborated. Due to the possibility of configuration of multibarrier take-ups creation a model of the stitch tightening considering the take-up disc was built.

The presented results of model research required the experimental verification. The dynamic tensions in threads and the thread strength decrease after the sewing through process as well as a reaction of the take-up to changes thread length in the link of the stitch were studied. Carrying out the experimental analysis required the building the take-up disc installed on the chosen machine. Thus, there is a need for elaboration of the methodology of the take-ups disc designing using genetic algorithms as well as a classical programming in Fortan and C++ languages. The determination of requirement take-up disc configuration was preceded by a definition of the curve of the thread controlled by the take-up disc.

Next, one made an estimation of defined curve of the thread controlled by take-up disc with a software called “Take-up disc 2.0” elaborated on the basis of genetic algorithm.

The designed and built thread take-up disc allow decreasing peaks of strength of the stitch tightening over twice of the basic value, which is the significant achievement from a technical-technological point of view. Moreover, it causes the decrease of thread breaking strength losses. In the case of the take-up disc, holding the position of the interlacement in the stitch link on the set level requires the extending the part of machine working cycle corresponding to the stitch tightening in comparison to the generally used take-ups.

Department of Clothing Technology
Technical University of Lodz