

**Maciej KUCHAR, Władysław PODSIEDLIK,
Jerzy SŁODOWY, Marek WIŚNIEWSKI**

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy,
Politechnika Łódzka

METODA TWORZENIA NOWYCH BEZSPLOTOWYCH STRUKTUR TEKSTYLNICH

Słowa kluczowe

Płaski wyrób włókienniczy, struktura bezspłotowa, rowing szklany, powłoka PCV, osnowa, wątek, konsolidowanie termiczne, stanowisko badawcze

Streszczenie

Przedstawiono realizację idei nowego systemu wytwarzania płaskich bezspłotowych wyrobów włókienniczych przy ciągłym ruchu organów wykonawczych urządzenia wytwórczego – bez tworzenia przesmyku. Brak splotu wyrobu tekstylnego uzyskano przez zaplatanie nitki wątkowej (rowingu szklanego z powłoką PCV) na wynoszonych lokalnie kołkach na obwodzie bębna pobierającego z ramy natykowej nitki osnowowe (takie same jak nitka wątkowa) i dociskanie nimi przez opasanie wątku do powierzchni bębna. Przewidziano konsolidację termiczną wyrobu płaskiego w postaci siatki budowlanej.

Dla uzyskania postępu zaplatania rowingu wątkowego zaplanowano wysuwanie po jednej stronie bębna pojedynczego kołka, a po drugiej – dwóch jednocześnie. Jako mechanizm wodzący wątek przewidziano przekładnię ciągnową o stałej prędkości obwodowej z wozikiem przymocowanym do ciągną.

Wykonano projekt stanowiska badawczego do tworzenia bezspłotowych wyrobów płaskich składającego się z posadowionych na ramie następujących zespołów:

- bębna z układem napędowym,
- zespołu wodzenia nitki wątkowej,
- zespołu odbioru wyrobu,
- dwóch kulowych popychaczy obrotowych.

Kulowe popychacze obrotowe realizują ruchy wynoszenia kołków, a napęd otrzymują od bębna – poprzez zazębienie kulek z wgłębieniami w czołach wysuwanych kołków. Zgłoszenie patentowe tego wynalazku (nr P.394865) zostało zarejestrowane w Urzędzie Patentowym RP. Wykonano część mechaniczną stanowiska badawczego oraz zbudowano na bazie sterowników PLC i falowników prądowych układy sterowania.

Badania wytwarzania tekstylnych wyrobów bezspłotowych przeprowadzono wg planu ujmującego 2 rodzaje rowingu w osłonie PCV, prędkość obwodową bębna do 1,5 m/min, napięcie nitek do 80 N i temperatury podczas procesu zgrzewania do 600°C. Określono optymalne dla stanowiska badawczego parametry procesu wytwórczego.

Uzyskany płaski bezspłotowy wyrób włókienniczy poddano ocenie geometrycznej (regularności podziałki siatki) i wytrzymałościowej. Stwierdzono pozytywne własności wytworzonego wyrobu bezspłotowego, wysoką wytrzymałość na rozrywanie i bardzo mały rozrzut wyników, co świadczy o dobrej powtarzalności procesu technologicznego.

Wprowadzenie

Idea bezspłotowego tworzenia płaskich struktur włókienniczych w ruchu ciągłym jest całkowicie nowa w skali światowej. Istnieją powstałe w ostatnich latach nowe metody wytwarzania tekstylnych wyrobów płaskich przy ruchu ciągłym organów wykonawczych maszyny, za pomocą krosna rotacyjnego [1, 2] czy płaszczkowego [3, 4]. Dotyczą one jednak nowego sposobu produkcji konwencjonalnego wyrobu tekstylnego – tkaniny ze strukturą spłotową. Nowością w tym projekcie jest bezspłotowe generowanie płaskiego wyrobu włókienniczego.

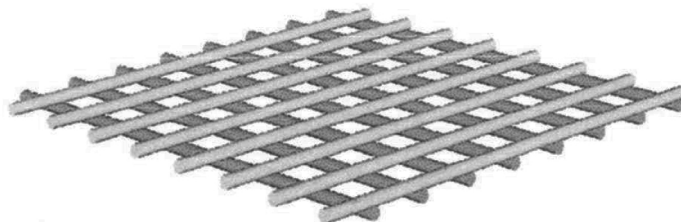
W badaniach wstępnych [5, 6] rozpoznano możliwość konsolidacji dwóch prostopadłych układów nitek metodą udaru termicznego i zbadano wytrzymałość na rozciąganie i wypychanie tak powstałej siatki. Wyniki były obiecujące. Były to jednak siatki wykonane statycznie na stelażu, a w niniejszym projekcie należało poddać ocenie siatkę wykonywaną na modelu funkcjonalnym urządzenia w trakcie jego ciągłej pracy.

Założono, iż możliwe jest wytworzenie bezspłotowego płaskiego wyrobu włókienniczego realizowane przy ruchu ciągłym organów wykonawczych maszyny produkcyjnej dla dających się zgrzewać filamentów szklanych z powłoką z tworzywa termoplastycznego. Celem pracy było eksperymentalne wykazanie możliwości produkowania bezspłotowych struktur tekstylnych wykazujących

pożądane własności wytwarzanych wyrobów płaskich do przyszłej aplikacji jako siatki budowlane.

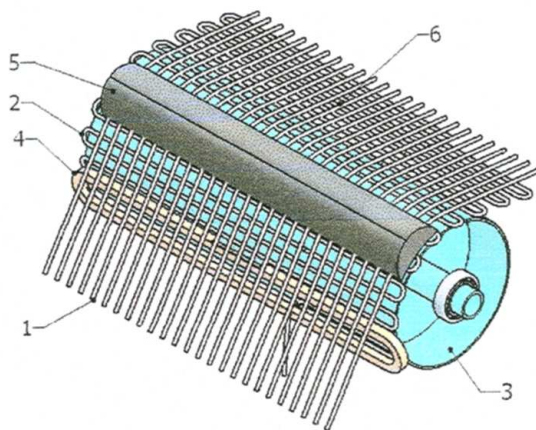
1. Realizacja nowego systemu wytwórczego

Dla realizacji nowej technologii konieczne były opracowanie i budowa stanowiska badawczego realizującego metodę tworzenia BEzspłotowych Struktur Tekstylnych i doświadczalnie wykazanie jej możliwości oraz określenie właściwości płaskiego wyrobu z akronimem BEST. Do egzemplifikacji nowej metody wybrano siatki tekstylne, które są produktami technicznymi o rosnącym znaczeniu. Są to jednocześnie wyroby, dla których metoda BEST da poważny wzrost wydajności produkcji i poprawę własności mechanicznych. Strukturę bezspłotowego płaskiego wyrobu włókienniczego przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Bezspłotowy płaski wyrób włókienniczy BEST

Jako nitki osnowowe i wątek przewidziano rowing szklany w otoczce z polichloru winylu. Skonsolidowanie wyrobu miało nastąpić przez zgrzanie ze sobą powłok z tworzywa termoplastycznego. Konceptję stanowiska badawczego przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Konceptcja stanowiska do bezspłotowego tworzenia płaskich struktur tekstylnych BEST

Na stanowisku tym nowa struktura będzie tworzona z osnowy 1 i układanego pod nią wątku 2, przy czym przesuw osnowy zapewni napędzany bęben 3, a układanie wątku pod osnową zrealizuje mechanizm wodzikowy 4 z obiegającą taśmą bez końca. Docisk wątku i osnowy zapewni opasanie bębna z odpowiednim napięciem wstępnym. Przewidziano konsolidację termiczną wyrobu płaskiego – za pomocą promiennika 5 (lub nadmuchu gorącego powietrza). Na wyjściu powstanie bezspłotowa struktura tekstylna 6.

Schemat zaplatania rowingu na kołkach wynoszonych z pierścieni stanowiących obrzeża bębna przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Koncepcja nawijania rowingu wążkowego na stanowisku do bezspłotowego tworzenia płaskich struktur tekstylnych BEST

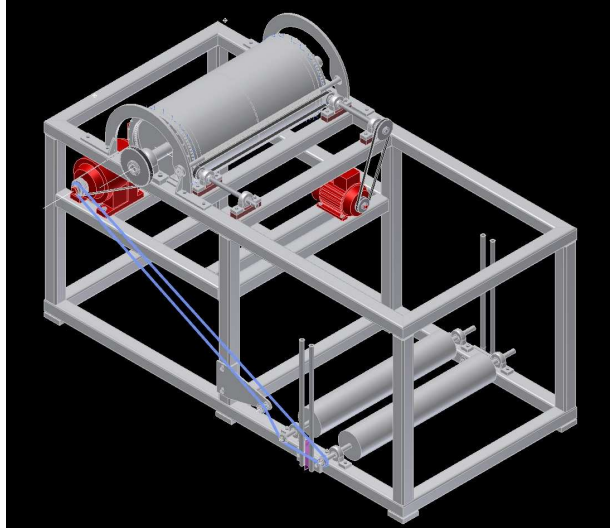
Jak widać, rowing po lewej stronie ma otaczać jeden kołek, a po prawej – dwa. Zatem po lewej stronie powinny być wysuwane pojedyncze kołki, a po prawej należy wynieść dwa kołki jednocześnie, przy czym powinno to nastąpić synchronicznie z ruchem wodzenia nitki wążkowej.

Konstrukcję stanowiska badawczego opracowano za pomocą oprogramowania inżynierskiego 3D. Widok ogólny zaprojektowanego urządzenia przedstawiono na rys. 4.

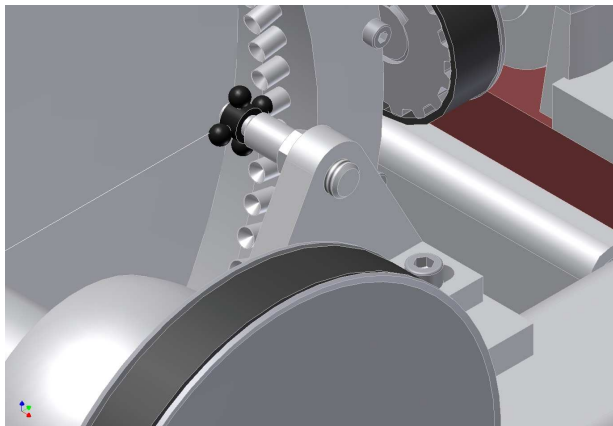
Zespoły maszyny posadowiono na spawanej ramie z zamkniętych profili giętych. Były to:

- zespół bębna,
- zespół odbioru wyrobu gotowego,
- zespoły wynoszenia kołków,
- zespół wodzenia nitki wążkowej.

Kluczowe znaczenie w budowie stanowiska badawczego miały zespoły wynoszenia kołków do zaplatania rowingu wążkowego. Stacjonarne krzywki wynoszące nie wchodziły w rachubę – z racji wymaganego kąta natarcia, który musiałby być większy od kąta tarcia. Wysuwanie kołków za pomocą aktuatorów elektromagnetycznych wiązałoby się ze znacznym rozbudowaniem układów sterowania. W tej sytuacji wprowadzono innowacyjne rozwiązanie mechaniczne przedstawione na rys. 5.



Rys. 4. Projekt stanowiska do bezplotowego tworzenia płaskich struktur tekstylnych BEST



Rys. 5. System lokalnego wynoszenia kołków do zaplatania rowingu wątkowego z zadaniem wysunięcia pojedynczego kołka

Zastosowana idea polega na zazębieniu rozety z 4 lub 6 kulami ze stożkowymi wgłębieniami w czołach stożków. System wynoszenia kołków za pomocą obrotowych popychaczy został zgłoszony do ochrony w Urzędzie Patentowym RP (nr P.394865).

3. Stanowisko do badań eksperymentalnych struktur BEST

Zdjęcie wytworzonego stanowiska badawczego do tworzenia struktur BEST przedstawione zostało na rys. 6.



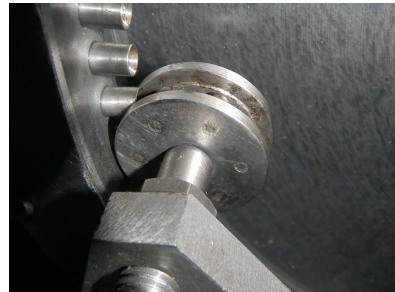
Rys. 6. Stanowisko badawcze do wytwarzania bezplotowych struktur włókienniczych

Zazębienie ślizgowe kul ze sprzężeniem ślizgowym z czołami kołków (rys. 5) wykazywało zacięcia. Dlatego wprowadzono nowy wariant – z kulami na osiach z ruchem tocznym w stosunku do czoł współpracujących kołków – rys. 7.

a)



b)



Rys. 7. Rozety ze sprzężeniem tocznym kul z czołami zazębionych z nimi kołków: a) rozeta wynosząca jeden kołek (4 kule), b) rozeta wynosząca dwa kołki (6 kul)

4. Badania eksperymentalne struktur bezspłotowych

W badaniach wykorzystano rowing szklany produkcji firmy Krosclass w Krośnie, którego charakterystyki wg danych producenta [7] podano w tab. 1.

Tabela 1. Własności rowingu ER 3003 B wytwarzanego przez zakłady Krosclass

Parametr	Jedn.	Wartość	Metoda badania
Postać rowingu		włókno pasmowe	
Rodzaj szkła		E	
Nominalna masa liniowa	tex	400	PN-EN ISO1889
Średnica włókna elementarnego	µm	16÷22	PN ISO 1888
Rodzaj preparacji		winylowo-silanowa	
Zawartość preparacji w rowingu	%	0,6÷1,0	PN ISO 1887
Zawartość wilgoci	%	max. 0,15	PN-EN ISO 3344
Wytrzymałość na rozciąganie	N/tex	min. 0,3	DB-IO-10-023

Powłoki PCV na rowingu wykonało przedsiębiorstwo Plastimet w Zgierzu [8], przy czym wyprodukowane zostały otoczki o dwóch różnych średnicach z sumarycznymi masami liniowymi wyrobu wynoszącymi 1100 i 1700 tex. Najoje z wyprodukowanym surowcem pokazano na rys. 8.

a)

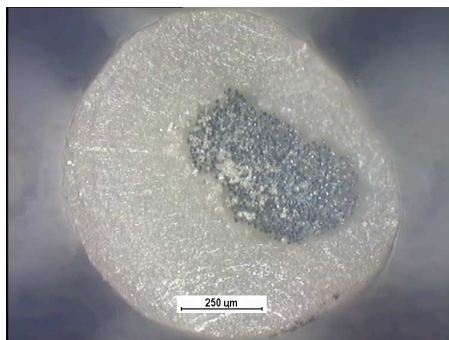


b)



Rys. 8. Rowing w powłoce PCV: a) masa liniowa 1100 tex, b) masa liniowa 1700 tex

Przykładowy przekrój surowca do produkcji bezspłotowego wyrobu płaskiego przedstawiono na rys. 9.



Rys. 9. Obraz mikroskopowy przekroju rowingu z powłoką PCV (masa liniowa 1700 tex)

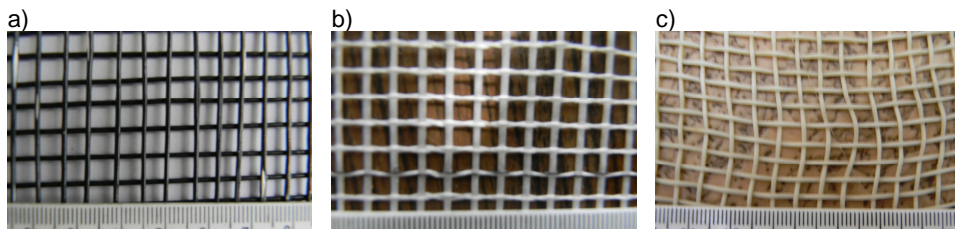
Jak widać, rowing szklany nie był umiejscowiony w środku przekroju nitki, jednak najcieńsza warstwa PCV miała grubość ok. 0,1 mm. Jeżeli styk wątku i osnowy nastąpiłby w punkcie, w którym obie nitki miałyby najcieńszą powłokę z tworzywa termoplastycznego, to ich łączna grubość wyniosłaby ok. 0,2 mm, co wystarcza do spojenia wyrobu.

Oprócz dwóch różnych surowców w planie badań ujęto następujące czynniki:

- prędkość obwodowa bębna, czyli wydajność wytwarzania wyrobu bezspłotowego wynosiła od 0,2 do 1,5 m/min – z regulacją ciągłą. Prędkość wodzenia nitki wątkowej była zsynchronizowana z prędkością bębna,
- napięcie nitek osnowy uzyskiwane za pomocą hamulców ciernych i przewału wynosiło od 10 do 80 N. Regulację wartości sił umożliwiała zmiana kąta opasania,
- warunki zgrzewania za pomocą nagrzewnic powietrznych ustalano za pomocą regulatorów temperatury w zakresie od 50 do 600°C oraz zmiany wydatku powietrza (150/300/500 dm³).

W czasie prób technologicznych stwierdzono, że rowing z powłoką PCV o mniejszej grubości (masa liniowa 1100 tex) konsoliduje się trudniej niż rowing z grubszą warstwą tworzywa termoplastycznego (masa liniowa 1700 tex). Osiągnięta została maksymalna prędkość robocza urządzenia, tj. 1,5 m/min. Wyznaczone zostały pozostałe parametry procesu wytwórczego – wartości napięcia rowingów osnowowych i wątkowego, temperatura powietrza oraz jego wydatek.

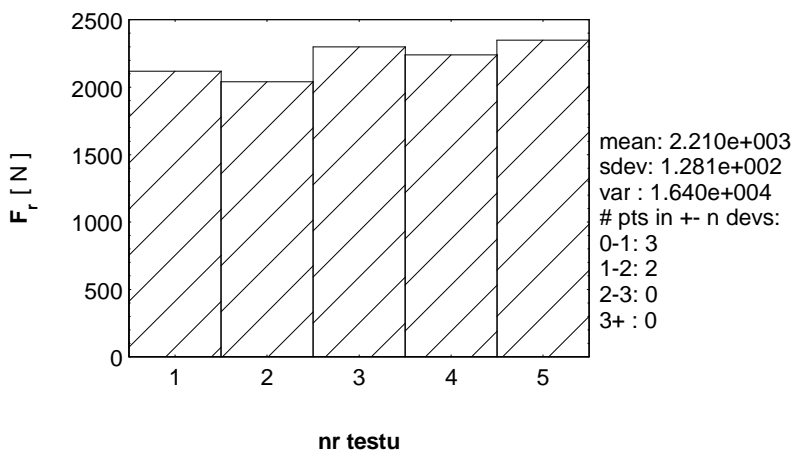
Ocena tekstylnego wyrobu bezspłotowego polegała na określeniu cech geometrycznych wytworzonej siatki, tj. regularności podziałki w kierunku osnowy i wątku. Przykłady wyrobu bezspłotowego i porównywanych siatek konwencjonalnych przedstawiono na rys. 10.



Rys. 10. Regularność geometryczna włókienniczych wyrobów siatkowych: a) bezspłotowy wyrób tekstylny, b) tkanina ze splotem gazejskim, c) tkanina ze splotem płóciennym

Jak wynika z rys. 10, siatka ze splotem gazejskim wykazuje najmniejsze wahania podziałki, największy rozrzut ma siatka ze splotem płóciennym, a wyrób bezspłotowy plasuje się między nimi.

Testowaniu podlegała wytrzymałość nowego wyrobu. Siłę zrywającą wyznaczono według normy PN ISO 3342. Wyniki tych badań podsumowano na rys. 11.



Rys. 11. Zestawienie zbiorcze testów wytrzymałościowych tekstylnego wyrobu bezspłotowego

Średnia wytrzymałość na rozrywanie z wartością $F_r = 2210$ N okazała się bardzo wysoka, odchylenie standardowe z $\sigma = 128$ N niskie, czego miarą jest współczynnik zmienności $v = \sigma/F_r = 0,058$, a więc poniżej 6%, co świadczy o bardzo małym rozrzucie wyników testów. Również fakt, że wszystkie wyniki znalazły się w przedziale $\langle F_r - 2\sigma, F_r + 2\sigma \rangle$ potwierdza bardzo dobre skupienie

rozkładu. Niski rozrzut wyników testów wytrzymałościowych potwierdza powtarzalność własności wyrobu bezplotowego, czyli jego dobrą jakość.

Podsumowanie

Wykazano, iż możliwe jest zrealizowanie systemu wytwórczego do produkcji bezplotowych płaskich struktur tekstylnych, pracującego przy ruchu ciągłym organów wykonawczych maszyny produkcyjnej dla dających się zgrzewać filamentów szklanych z powłoką z tworzywa termoplastycznego.

Trzeba podkreślić, że wyrób BEST nie ma odpowiednika w skali światowej, a do urządzenia do jego produkcji opracowano również unikalny system mechaniczny chwilowego i lokalnego wynoszenia kołków rozmieszczonych na listwie lub pierścieniu z odstępami rzędu ich średnicy, przy czym otrzymują one napęd od przesuwanej się listwy lub obracającego się pierścienia. Opracowane rozwiązanie zostało zgłoszone do ochrony w Urzędzie Patentowym RP.

Badania eksperymentalne będą kontynuowane – szczególnie w aspekcie podwyższenia prędkości wytwarzania wyrobu BEST; w testach osiągnięto, przy pozytywnych wynikach produkcji maksymalną prędkość urządzenia. Adresem wyrobu BEST będzie przede wszystkim budownictwo (siatki podtytkowe).

Praca zrealizowana w ramach projektu badawczego własnego nr N N507 317236.

Bibliografia

1. Szosland J.: Nowe technologie i struktury wyrobów tekstylnych, VII Międzynarodowa Konferencja Naukowa IMTEX' 2002, Łódź 2002.
2. Szosland J., Koziorowska A., Kabziński A.: Utilisation of Linear Textile Wastes with Use of a Rotary Loom, FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe, vol. 13 (2005), s. 34–37.
3. Kopias K.: Sposób wytwarzania tkaniny o splocie gazejskim oraz krosno tkackie do wytwarzania tkaniny o splocie gazejskim, P-352975, UP RP 2002.
4. Kopias K.: New Concept of Weaving Loom Construction, FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe, vol. 16 (2008), s. 74–76.
5. Jaskólski P.: Stabilność strukturalna siatki budowlanej, Politechnika Łódzka, Katedra Architektury Tekstyliów, Łódź 2005; praca dypl. pod kierunkiem J. Słodowego wykonana w CENARO.

6. Hajman P.: Cechy użytkowe siatek budowlanych, Politechnika Łódzka, Instytut Architektury Tekstyliów, Łódź 2007; praca dypl. pod kierunkiem J. Słodowego wykonana w ITeE.
7. <http://krosglas.pl>.
8. <http://plastimet.pl>.

Recenzent:

Zbigniew WROCLAWSKI

Method of generating the new weaveless textile structures

Key words

Textile fabric, weaveless structure, glass rowing, PCV coating, warp, weft, thermal consolidation, test rig.

Summary

As the aim of work the realisation of the system of producing the new weaveless textile fabrics with the continuous movements of the generating elements of machine without forming the shed has been set.

The performed actions involved:

- Designing the test rig for production of the weaveless textile structures,
- Production and verification of the test rig producing the weaveless textile structures,
- Tests of the technological parameters for the producing the weaveless flat textile fabrics,
- Identification of properties of the produced weaveless textile structures.

The weaveless structure of the textile fabric has been made through wrapping the weft (the PCV covered glass roving) around the locally shifted pins that are assembled in the rings on sides of the drum, which takes out the warp threads (also the PCV covered glass rovings) from creel that press the weft thread to the surface of the drum. The weft and warp threads have been consolidated thermally to the fabric - a building grid.

In order to achieve the progress in wrapping the weft thread its wrapping has been made on a single pin shifted on the one side of the drum and two pins moved on the opposite side. As a mechanism carrying the weft thread a roller chain transmission with a constant circumferential velocity, which has been provided with a feeder, has been utilised.

The design of a test rig for producing the weaveless textile fabrics has been made. The test rig consists of the following assemblies with their load-carrying structure:

- Drum with its driving unit,
- Weft feeding set with its driving unit,
- Take-up set of the fabric,
- Two ball rotating actuators.

The ball rotating actuators realize the pins shifting. They are driven from the rotating drum – through their meshing with holes in pins. The patent application for this invention has been registered in the Patent Office of the Republic of Poland (No P.394865).

The creel with its load-carrying structure with ball bearing systems and friction brakes has been designed. The test rig for the weaveless fabrics and creel have been produced in the Department of Textile Techniques of the Institute for Sustainable Technologies - National Research Institute. The control systems of the test device have been developed with usage of the PLC systems that govern:

- The setting of the velocities of the drum and the feeder and synchronise the mutual position of these components,
- The conditions of the thermal consolidation of the fabric.

The test rig for generating the weaveless structures has been verified in the series of tests. A number of the design changes were introduced and as a result the proper action of the rig has been achieved.

The tests of the producing the weaveless textile fabrics have been performed according to the research plan involving 2 types of the PCV coated glass roving, the circumferential velocity of the main drum up to 1.5 m/min, tension of the threads up to 80 N and temperature of the thermal consolidation up to 600°C. The optimum parameters of the production process have been determined.

The weaveless textile fabric has been tested for its geometric features (regularity of the grid) and its straight (tension tests) The good properties of the new fabric have been confirmed and very limited scatter of the test results has been shown, which demonstrates the good repeatability of the production process.