

**Andrzej MORACZEWSKI, Marek WIŚNIEWSKI,  
Jan WOJTYSIAK**

Instytut Technologii Eksploatacji – PIB, Radom, O/Łódź

## **RECYKLING ODPADÓW TEKSTYLNICH ZA POMOCĄ TECHNIK WŁÓKNINOWYCH**

### **Słowa kluczowe**

Recykling, odpady tekstylne, techniki włókninowe.

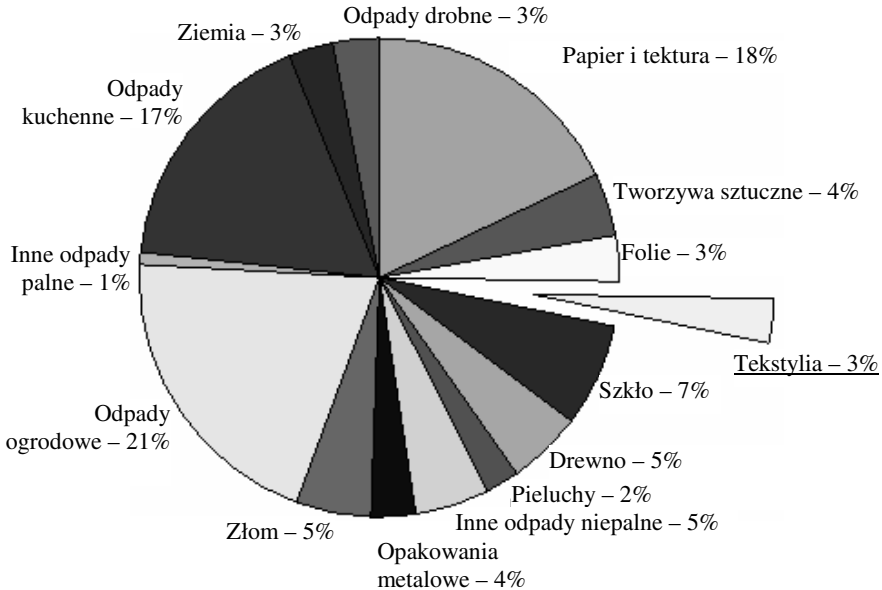
### **Streszczenie**

Przedstawiono wyniki badań zrealizowanych w ramach Programu Wieloletniego PW-004 nad recyklingiem odpadów tekstylnych za pomocą technik włókninowych. Spośród ponad 20 opracowanych technologii recyklingu mechanicznego przedstawiono jako egzemplifikację wyniki dla przeróbki worków jutowych, które dotychczas – z powodu braku możliwości technologicznych – były składowane. W podsumowaniu sformułowano wnioski na temat perspektyw i uwarunkowań recyklingu tekstyliów w Polsce.

### **Wprowadzenie**

Odpady i zużytki tekstylne prawie niepodlegające dotychczas utylizacji generowane są przede wszystkim w gospodarstwach domowych. Stanowią one średnio 3% całej masy odpadów domowych [1] – rys. 1. Spośród ok. 250 tys. ton wytwarzanych rocznie w kraju zużytków włókienniczych recyklingowi poddaje się tylko ok. 10%, przy czym do przerobienia nadaje się przynajmniej 50%. Dla porównania w gospodarstwach domowych Wielkiej Brytanii powstaje rocznie ok. 1 mln ton odpadów tekstylnych, przy czym 25% tej masy poddawane jest recyklingowi [2]. Z podanych liczb wyraźnie wynika, że gospodarka zuży-

tymi tekstyliami w Polsce powinna się rozwijać szybciej dla odrobienia istniejącego dystansu.



Rys.1. Skład odpadów z gospodarstw domowych w Wielkiej Brytanii [1]

W ogólnym bilansie użytkowych odpadów tekstylnych trzeba brać również pod uwagę tekstylia ze złomowanych samochodów. Przyjmuje się, że średnio w jednym samochodzie znajduje się ok. 3% tekstyliów o różnym przeznaczeniu. W roku 2005 do produkcji samochodów wykorzystano 1 214 tys. ton tkanin, 114 tys. ton włókien, 976 tys. ton kompozytów tekstylnych i 179 tys. ton innych materiałów włókienniczych [3]. Dyrektywa Komisji Europejskiej [4, 5] nakazuje od 1 stycznia 2006 r. poddać recyklingowi 80% materiałów pochodzących z likwidowanych samochodów. Obecnie w „starych” krajach UE stopień recyklingu materiałów z samochodów (przede wszystkim metali) wynosi ok. 75%. Jednak do roku 2015 stopień odzysku materiałów z likwidowanych samochodów ma osiągnąć 95%, co oznacza, że recykling powinien również objąć tekstylne materiały samochodowe. W Polsce recykling obejmie ponad 1 mln ton tekstyliów samochodowych.

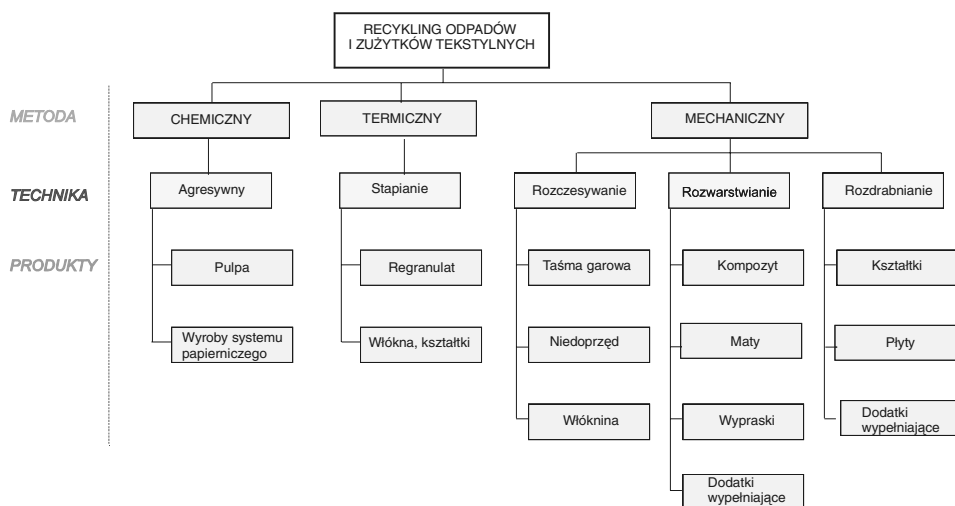
Tekstylna w rozumieniu prawa nie są obecnie uważane za odpady niebezpieczne. Należy jednak sądzić, że to zaszeregowanie ulegnie wkrótce zmianie. Przemawiają za tym fakty: włókna chemiczne nie podlegają rozkładowi nawet przez kilkaset lat, a włókna naturalne, np. wełniane, atakowane przez kultury bakteryjne produkują z ich rozkładu metan – czynnik globalnego ocieplenia.

Problemy recyklingu tekstyliów zostały ujęte w zadaniu Programu Wieloletniego PW-004 „Utylizacja i recykling odpadów i zużytków tekstylnych”. W tej publikacji przedstawiono niektóre wyniki prac nad recyklingiem odpadów tekstylnych technikami włókninowymi. Inne metody recyklingu odpadów włókienniczych zaprezentowano w referatach [6, 7].

## 1. Metody recyklingu tekstyliów odpadowych

Uregulowania prawne i warunki ekonomiczne w Polsce nie przemawiają za recyklingiem odpadów tekstylnych. Uznawane są one za materiały stanowiące niskie zagrożenie dla środowiska i mogą być wobec tego składowane na wysypiskach, a opłaty za ich składowanie w stosunku do kosztów ewentualnego recyklingu są bardzo niskie 1÷2 PLN za kilogram. Ten stan nie może mieć charakteru trwałego, a to z racji postępującego równoważenia cen i kosztów z poziomem Unii Europejskiej.

Na rys. 2 przedstawiono system możliwych metod recyklingu tekstyliów odpadowych, które podzielono na recykling mechaniczny, termiczny i chemiczny. Najbardziej popularną technologię recyklingu, stanowi technika mechanicznego rozczesywania, rozwarstwiania lub rozdrabniania odpadów.



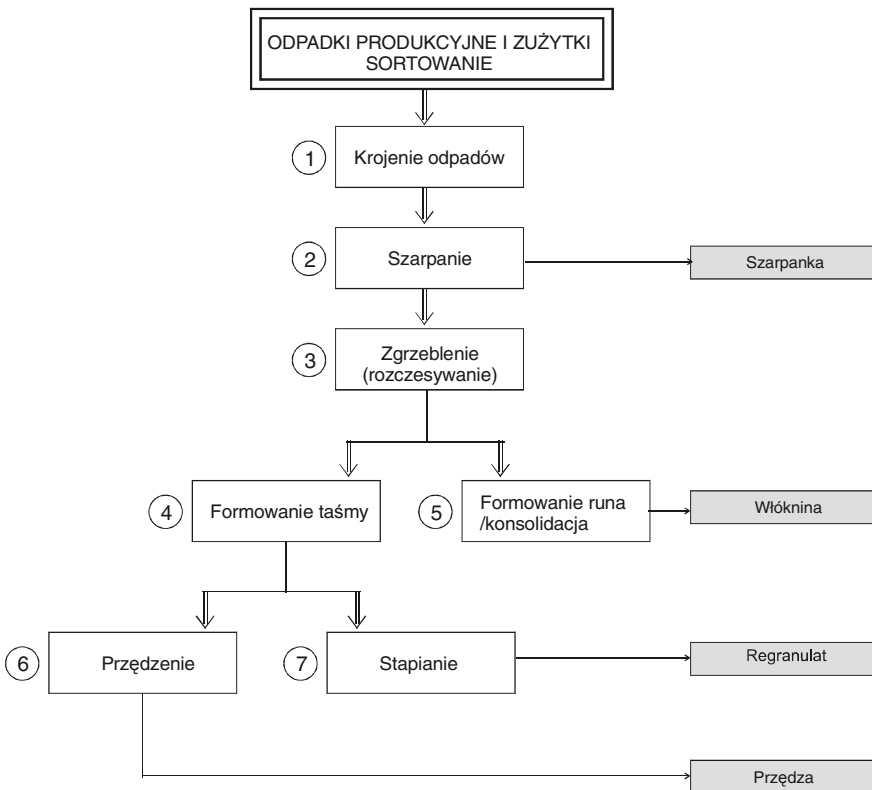
Rys. 2. Metody recyklingu i otrzymywane produkty

Badania nad mechanicznymi procesami recyklingu tekstyliów wykazały, że włókna wtórne po recyklingu mechanicznym poprzez rozczesywanie mają pogorszone parametry fizyczne – są skracane i występuje stosunkowo mała ilość włókien elementarnych, co najwyżej 2÷5%. Badania procesu recyklingu z tych

odpadków mają za zadanie uzyskać podwyższoną średnią długość włókien oraz zwiększony udział włókien elementarnych na jednostkę masy przetworzonego odpadu. Wynikiem tego procesu recyklingu jest wielość otrzymanych możliwych produktów, które w zależności od popytu i efektywności ekonomicznej będą rozwijane i doskonalone.

Warianty technologiczne realizowane według zaprezentowanego systemu zależą przede wszystkim od budowy przerabianego odpadu, jego składu surowcowego, podatności na rozwłóknianie oraz uzyskanych długości włókien wtórnych. Doskonalenie mechanicznych metod recyklingu jest realizowane alternatywnie jako modyfikacja istniejących instalacji, albo wprowadzenie nowych technik dostosowanych do odpowiedniej kategorii odpadów. Wybór rodzaju produktu końcowego po recyklingu zależy wyłącznie od spodziewanej efektywności procesu i jego wartości rynkowej.

W obszarze rozwoju mechanicznej technologii recyklingu odpadów produkcyjnych i zużytków tekstylnych opracowano pakiet procedur technologicznych, dla których uzyskano różne produkty końcowe. Zestawienie procedur technologicznych przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Mechaniczne metody recyklingu odpadów i zużytków włókienniczych

W *recyklingu materiałowym* wykorzystuje się materiał z rozdrobnionych wyrobów podłogowych do wytwarzania nowych użytecznych produktów, np. wypełnienia w materacach i workach treningowych. *Recykling surowcowy* polega na odzyskaniu z odpadów przede wszystkim poliamidu i polipropylenu.

## 2. Badania technologiczne recyklingu materiałowego odpadów włókienniczych

W ramach prezentowanej części zadania dotyczącej recyklingu materiałowego badaniom poddano odpady/zużytki tekstylne do przeróbki mechanicznej technikami włókninowymi (tekstylią z udziałem włókien niepoddających się przeróbce termicznej lub wyroby włókiennicze o nieznanym składzie surowcowym). Materiałami wyjściowymi do badań technologii recyklingu były odpady/zużytki wykonane z następujących surowców:

- poliamid (PA),
- poliester (PES),
- poliamid z poliestrem (PA + PES),
- poliester (PES) + wiskoza,
- bawełna,
- jedwab PES,
- juta.

Rozpoznano też możliwości recyklingu kompozytu polietylenowego przeznaczonego na kamizelki kuloodporne; stwierdzono, że podstawowym problemem, nierozwiązanym w skali światowej jest jego rozdrobnienie. Zadanie to ujęto w odrębnym projekcie rozwojowym, złożonym w MNiSzW wspólnie z Instytutem Technologii Bezpieczeństwa MORATEX.

W sumie opracowano ponad 20 wariantów przeróbki tekstyliów odpadowych za pomocą technik włókninowych. Jako przykład podano tutaj recykling worków jutowych – opakowań kawy dostarczanej do palarni (jedno przedsiębiorstwo tego typu z sektora MSP ma do utylizacji ok. 25 ton tego odpadu rocznie). Juta jest surowcem bardzo trudnym przy powtórным przerobie z uwagi na kruchość tego włókna (w badaniach stwierdzono brak przedności juty po przeróbce mechanicznej). Odpady jutowe pokazano na rys. 4.

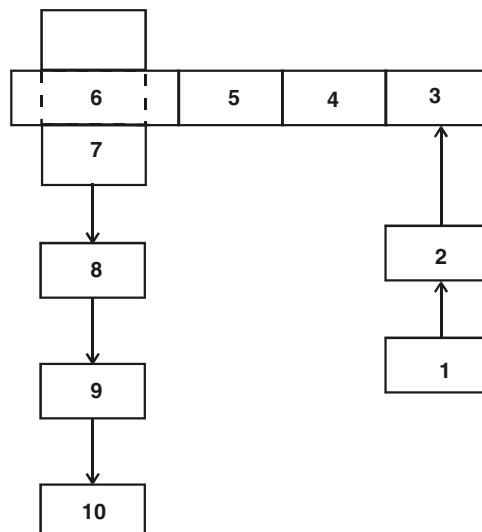
Próby technologiczne mechanicznego recyklingu wybranych odpadów i zużytków włókienniczych (w tym omawianej juty) przeprowadzono na linii doświadczalnej skonfigurowanej z następujących maszyn i urządzeń:

- krajarka odpadów,
- rozwłóknarka,
- zasilarka,
- szarpak,
- zgrzeblarka,
- kompensacyjny układacz runa,
- walce zagęszczające pokład runa,
- maszyna igłująca,
- przecinarka wzdłużna do obcinania brzegów włókniny,
- zwijacz.



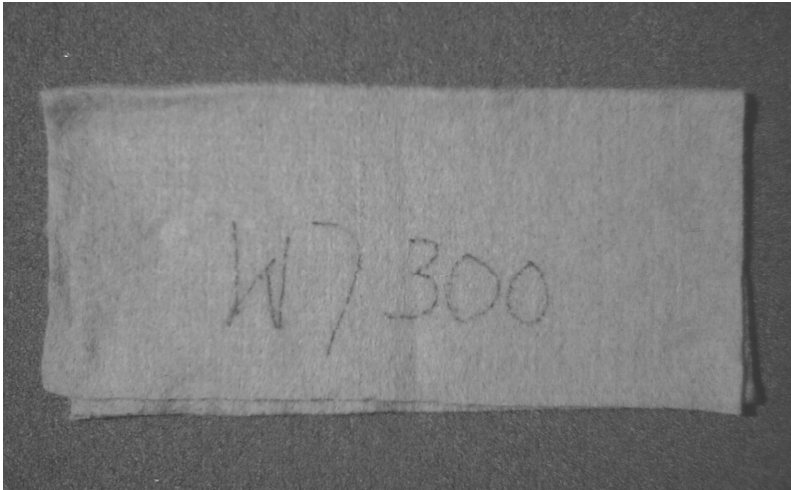
Rys. 4. Worki jutowe po kawie do przerobu technikami włókninowymi

Na schemacie blokowym (rys. 5) przedstawiono skonfigurowany zespół maszyn i urządzeń do produkcji włókniny igłowanej.

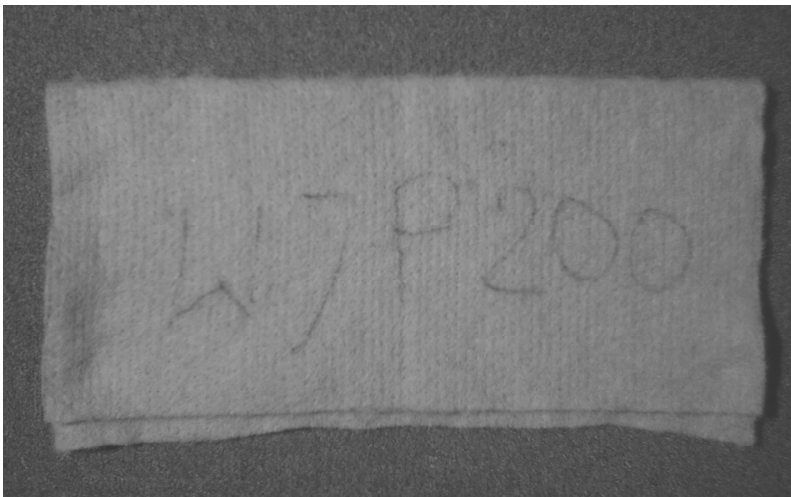


Rys. 5. Schemat blokowy skonfigurowanego zespołu maszyn i urządzeń do testowania technologii recyklingu odpadów i zużytków tekstylnych: 1 – krajarka odpadów, 2 – rozwłóknarka, 3 – zasilarka, 4 – szarpak, 5 – zgrzeblarka, 6 – kompensacyjny układacz runa, 7 – stół zbiorczy do formowania pokładu runa do zadanej masy powierzchniowej, 8 – walce zagęszczające pokład runa, 9 – maszyna igłująca, 10 – urządzenie konfekcjonująco-odbierające włókninę igłowaną

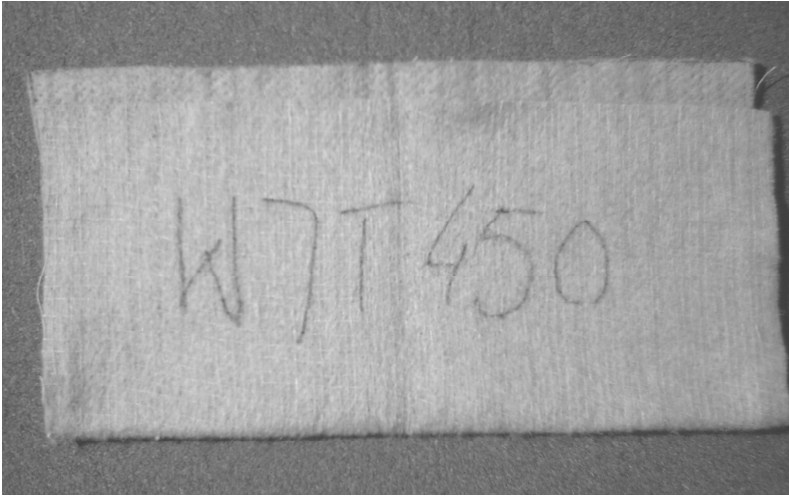
Przykłady włóknin uzyskanych z recyklingu worków jutowych pokazano na kolejnych rysunkach.



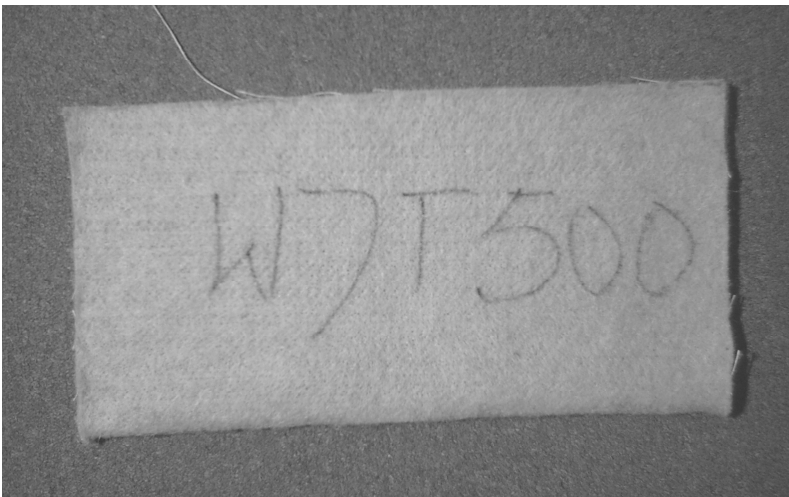
Rys. 6. Włóknina jutowa w 100% z rozwłóknionego odpadu o masie powierzchniowej 300 g/m<sup>2</sup>



Rys. 7. Włóknina jutowa z domieszką 15% włókien chemicznych (ze względów technologicznych) o masie powierzchniowej 200 g/m<sup>2</sup>



Rys. 8. Włóknina jutowa w 100% z odpadu o masie powierzchniowej  $450 \text{ g/m}^2$  na nośniku siatkowym z tkaniny jutowej



Rys. 9. Włóknina jutowa w 100% z odpadu o masie powierzchniowej  $500 \text{ g/m}^2$  z nośnikiem siatkowym wewnętrznym z tkaniny jutowej

Warianty technologiczne recyklingu tylko jednego odpadu tekstylnego – worków jutowych – obejmowały 8 przypadków o masach powierzchniowych od  $200$  do  $500 \text{ g/m}^2$ , z czystego odpadu i z domieszką włókien chemicznych, bez nośnika tkaninowego i z nośnikiem. Opracowana technologia recyklingu worków jutowych została już wdrożona w Instytucie Technologii Eksploatacji; na zlecenie firmy MARTEX przerobowi poddano  $980 \text{ kg}$  odpadów.



## Wnioski

1. Recykling tekstyliów w Polsce znajduje się na etapie *in statu nascendi*, dlatego wymaga poważnego przyspieszenia, wynikającego z zasady zrównoważonego rozwoju. Temu m.in. służy Program Wieloletni PW-004, w ramach którego zrealizowano zadanie badawcze „Utylizacja i recykling odpadów i zużytków tekstylnych”.
2. W krajach wysoko rozwiniętych zauważa się obecnie, iż tempo wzrostu zużycia surowców wtórnych wyprzedza tempo wzrostu zużycia surowców pierwotnych, co jest zjawiskiem bardzo korzystnym.
3. Dopóki w Polsce recykling jako proces przetwórczy będzie ekonomicznie nieopłacalny, dopóty będą prezentowane jedynie wyniki badań doświadczalnych nieoparte istotnymi osiągnięciami praktycznymi.
4. Potrzebna jest od zaraz pełna statystyka i informacja o odpadach oraz instrumenty ekonomiczne skłaniające posiadacza odpadów i przedsiębiorcę realizującego recykling do racjonalnej gospodarki tymi zasobami.
5. Realizacja badań nad utylizacją odpadów i zużytków tekstylnych w ramach Programu Wieloletniego PW-004 zaowocowała już uruchomieniem w Zakładzie Technik Włókienniczych Instytutu Technologii Eksploatacji PIB produkcji włókna z nieprzetwarzanych dotychczas w kraju odpadów jutowych.

*Praca naukowa finansowana ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, wykonana w ramach realizacji Programu Wieloletniego pn.: „Doskonalenie systemów rozwoju innowacyjności w produkcji i eksploatacji w latach 2004–2008”.*

## Bibliografia

1. Parfitt J.: Analysis of Household Waste Composition and Factors Driving Waste Increases. London: WRAP 2002.
2. Textile Recycling in Gt Britain. [www.wasteonline.org.uk](http://www.wasteonline.org.uk) 2003.
3. Vasile S., Langenhove L.: Automotive Industry a High Potential Market for Nonwovens. [www.tx.ncsu.edu](http://www.tx.ncsu.edu) 2004.
4. End-of-Life Vehicles (ELV). Directive 2000/53/EG of the European Parliament, 2000.
5. Deal Reached on EU Recycleability Rules. [www.recyclingtoday.com](http://www.recyclingtoday.com) 2005.
6. Moraczewski A., Wiśniewski M., Wojtysiak J.: Recykling odpadów i zużytków tekstylnych. RECYKLING nr 1(61) 2006.
7. Wojtysiak J.: Recykling of Textile Waste Materials and Worn-Out Products. International Conference FIBRE MATERIALS OF XXI CENTURY, 23-27.05.2006, St Petersburg, Rosja.

Recenzent:  
**Ryszard JÓŹWICKI**

## **Recycling of textile wastes by means of the nonwoven technologies**

### **Key words**

Recycling, textile wastes, nonwoven technologies.

### **Summary**

Results of the research performed in the framework of the Government Programme PW-004 concerning the recycling of the textile wastes by means of non-woven technologies have been presented. As an example of the more than 20 developed technologies the processing of jute fibres has been presented, which up to now – because of the lack of the technological means, had not been realised worldwide. Conclusions on perspectives and possibilities of textile recycling in Poland have been given in summary.