

METODY OCENY DYSTRYBUCJI WŁÓKIEN W TWORZYWACH WZMOCNIONYCH WŁÓKNAMI

Plaska Stanisław¹, Wolszczak Piotr², Bieniaś Jarosław³

STRESZCZENIE

W Katedrze Automatykacji Politechniki Lubelskiej opracowany został system oceny mikrostruktur tworzyw wzmocnionych włóknem (TWW). W pracy przedstawiono metodę wykonywania pomiarów, wymieniono stosowane obecnie miary oceny geometrii TWW. W ramach systemu rozwijany jest program umożliwiający opracowywanie i wykonywanie operacji związanych z przetwarzaniem obrazu i wykonywaniem pomiarów geometrycznych.

1. WSTĘP

Tworzywa wzmocnione włóknem (TWW) są atrakcyjnym surowcem konstrukcyjnym. Ich zalety ujawniają się w takich aspektach projektowania jak: wytrzymałość, lekkość, trwałość[2]. Właściwości mechaniczne tworzywa WW, a w szczególności wytrzymałość na ścinanie międzywarstwowe i wytrzymałość na rozwarstwienie mają związek z ich strukturą [1].

Geometria mikrostruktury tworzyw wzmocnionych włóknem jest w ten sposób cechą determinującą jakość wyrobów. Opracowywanie i udoskonalanie sposobów analizy geometrii mikrostruktur jest jednym z podstawowych zagadnień badawczych związanym ze ilościowym wzrostem krajowej produkcji [1].

2. METODY OCENY ROZMIESZCZENIA WŁÓKIEN

Stosując wizyjną ocenę jakości wykonania tworzyw wzmocnionych włóknami (TWW) analizowane mogą być następujące właściwości:

- powierzchnia styku włókien z osnową,
- grubość warstwy osnowy oddzielającej włókna
oraz wskaźniki obliczane na ich podstawie:
- stosunek sumy obwodów włókien do sumy powierzchni przekrojów poprzecznych,

- stosunki odległości krawędzi włókien (grubość osnowy) do średnicy włókna.

Właściwości te korelują z właściwościami mechanicznymi wymienionymi we wstępie [1].

Rozmieszczenie włókien w osnowie jest cechą, która posiada istotne znaczenie dla wytrzymałości TWW. Przykładami wad są skupiska i pasma włókien. Dlatego też ważnym zagadnieniem jest dobór odpowiedniej miary do oceny rozmieszczenia włókien. W tego rodzaju ocenie mogą być wykorzystane doświadczenia metalograficzne stosowane podczas oceny niejednorodności metali [3] oraz:

- metoda losowych elementów testowych,
- metoda systematycznie rozmieszczonych elementów testowych,
- tesselacja (Dirichleta, Voronoi'a) [5, 6],
- kowariancja,
- funkcja rozkładu radialnego [4].

Obraz mikrostruktury zapisywany w postaci cyfrowej analizowany jest za pomocą specjalistycznego oprogramowania. Niektóre pomiary mogą być wykonywane automatycznie. Algorytm przygotowania i fotografowania próbek oraz dalszego przetwarzania obrazów w postaci cyfrowej podlega pewnym ogólnym schematom. W poszczególnych przypadkach wymaga jednak dostosowywania do specyfiki problemu.

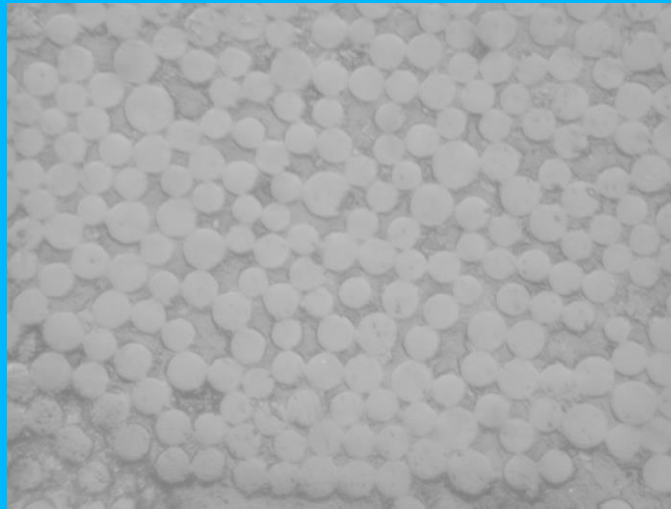
3. PRZYGOTOWANIE OBRAZÓW MIKROSTRUKTUR

Struktury włókien szklanych w osnowie z tworzywa w obrazach przekrojów nie są wyraźnie widoczne (rys. 1). W celu uzyskania reprezentatywnych obrazów mikrostruktur umożliwiających wykonywanie pomiarów geometrycznych przygotowywane są próbki zgodnie z następującymi zaleceniami:

1. Pobranie próbki materiału. Podczas pobierania próbki należy zwrócić uwagę aby nie uszkodzić jej struktury.
2. Wykonanie zglądów. Próbka umieszczana jest w formie do wykonywania zglądów, tak aby powierzchnia zglądu była prostopadła do kierunku ułożenia włókien, a następnie forma jest wypełniana żywicą. Kolejną czynnością jest polerowanie zglądów za pomocą specjalistycznych tarcz, past i maszyny do polerowania.
3. Dodatkowe obróbka powierzchni zglądów. Ten zabieg stosuje się w przypadku uzyskiwania obrazów, na których poszczególne fazy są trudne do oznaczenia. Z tego powodu dokonuje się trawienia powierzchni zglądu oraz naparowywania na nią metali szlachetnych. W wyniku tych operacji, a czasami ponownego delikatnego polerowania zglądów, obrazy

mikroskopowe są bardziej kontrastowe. Ułatwia to zastosowanie automatów podczas obróbki obrazów i pomiarów.

4. Wykonanie zdjęć. Dokonuje się tego za pomocą aparatu cyfrowego i mikroskopu. W prezentowanym rozwiązaniu użyto aparatu o rozdzielczości 1600 x 1200 punktów i mikroskopu z obiektywem o powiększeniu 20-krotnym.



Rys. 1. Widok struktury próbki TWW, obraz surowy

5. Cyfrowe przetwarzanie obrazów. Większość automatycznych metod pomiarów geometrycznych wymaga aby analizowane obrazy były dwukolorowe. Dlatego uzyskane obrazy są tak przetwarzane aby podczas operacji redukcji kolorów otrzymać kształty plam odpowiadające kształtom włókien w tworzywie.

4. POMIARY GEOMETRYCZNE MIKROSTRUKTUR

W Katedrze Automatykacji Politechniki Lubelskiej opracowany został program komputerowy służący do opracowywania i wykonywania algorytmów przetwarzania obrazu oraz wykonywania pomiarów geometrycznych. Jego zadaniem jest zautomatyzowanie prac związanych z oceną geometrii mikrostruktury TWW umożliwiając jednocześnie pełną modyfikowalność zastosowanego algorytmu.

System charakteryzuje się następującymi funkcjami:

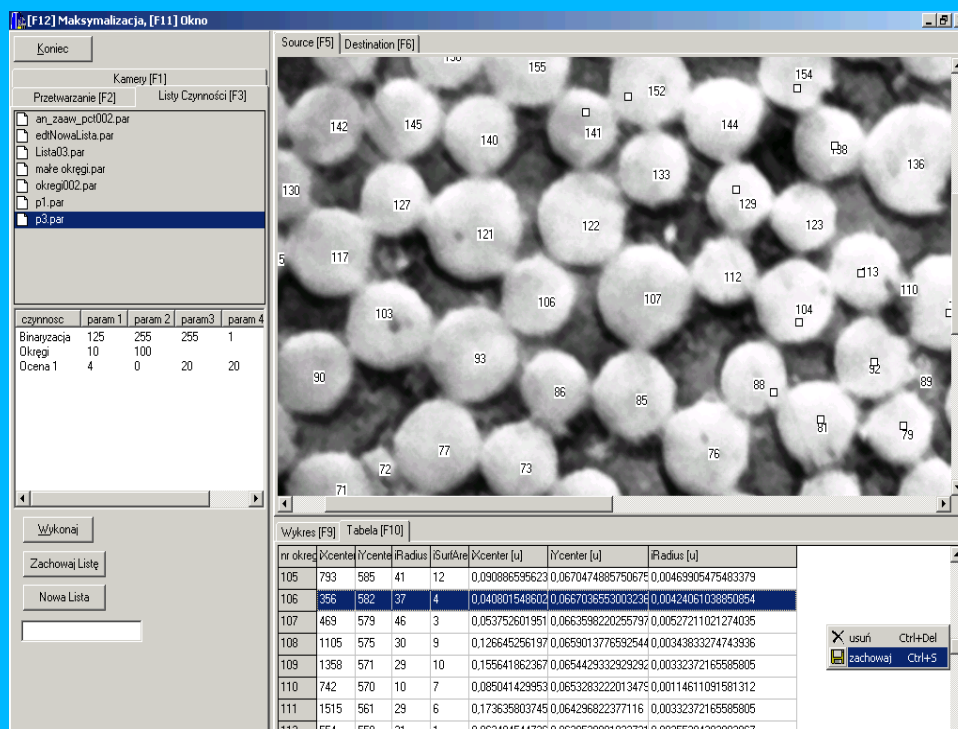
- wprowadzanie obrazu (kamery przemysłowe, urządzenia TWAIN, pliki),

- opracowywanie algorytmu przetwarzania i analizy obrazu oraz wykonywanie pomiarów geometrycznych,
- rejestracja wykonywanych zestawów operacji w formie skryptów (wykorzystywanych później podczas pracy półautomatycznej),
- podgląd obrazu surowego, przetworzonego, wykresów i tabel wyników,
- eksport wyników pomiarów do pliku.

Podstawowymi wielkościami oznaczanymi za pomocą programu, są współrzędne położenia środków średnic i wymiary włókien. Na podstawie tych pomiarów zliczane są włókna stykające się oraz obliczane są ich rozkłady.

4.1. Przykładowe próbki i wyniki

Poniżej przedstawiono przykładowe wyniki analizy próbek TWW wykonane podczas testowania algorytmu oceny udziału włókien stykających się w ogólnej ich liczbie.



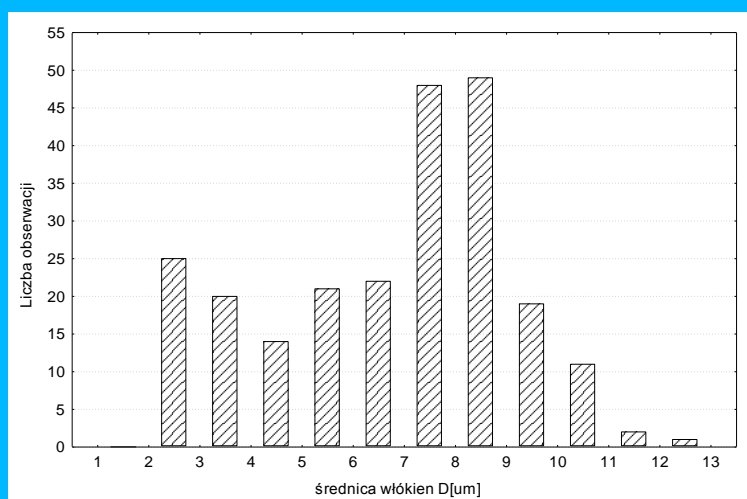
Rys. 2. Obraz przetworzony – widoczne wyznaczone średnice

Działanie algorytmu polega na wyselekcjonowaniu kształtów okrągłych

w zadanym zakresie średnic i zgromadzeniu współrzędnych środków i ich rozmiarów. Zliczanie par włókien, których krawędzie są oddalone o dystans mniejszy niż zadany graniczny.

Dla przykładowo analizowanego obrazu uzyskano wynik 99 par stykających się włókien w ogólnej liczbie równej 232. W przypadku występowania trzech zetkniętych włókien program zlicza 3 miejsca styków.

Rys. 3 przedstawia rozkład średnic włókien w analizowanym przekroju. W analizowanym obszarze zaobserwowano zwiększone udziały włókien o średnicach 2,5 μm oraz 8 μm .



Rys. 3. Rozkład średnic włókien

5. PODSUMOWANIE

Wykorzystanie narzędzi informatycznych w ocenie geometrii mikrostruktur wpływa istotnie na rodzaj stosowanych miar i dokładność otrzymywanych wyników. Jednak nie są one powszechnie stosowane z powodu wysokich cen specjalistycznych programów.

Rozwiązaniem może być zastosowanie systemu generującego specjalistyczne narzędzia informatyczne przeznaczone do rozwiązywania konkretnych problemów.

System akwizycji obrazu oraz program komputerowy rozwijane są w celu opracowywania przemysłowych systemów oceny TWW. Systemy takie muszą być dopasowane do specyfiki konkretnego tworzywa. Jednocześnie muszą być one elastyczne umożliwiając stosowanie w ocenie tworzyw różnego rodzaju.

6. LITERATURA

- [1] Krywult B.: *Wybrane problemy technologiczne i badawcze z zakresu przetwórstwa tworzyw wzmocnionych włóknem*. Konferencja "Postęp w przetwórstwie materiałów polimerowych", Wydawnictwo Politechniki Opolskiej, Częstochowa 2002.
- [2] Leda H.: *Kompozyty polimerowe z włóknami ciągłymi*. Politechnika Poznańska, Poznań 2000.
- [3] Ryś J.: *Metalografia ilościowa*. Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Kraków 1983.
- [4] Roźniatowski K.: *Metody charakteryzowania niejednorodności struktury materiałów wielofazowych*. V jesienna szkoła stereologii i analizy obrazu. Materiały konferencyjne, Polskie Towarzystwo Stereologiczne, <http://pts.polsl.katowice.pl>
- [5] Byers, J.A.: *Dirichlet tessellation of bark beetle spatial attack points*. Journal of Animal Ecology 61, s. 759-768, 1992.
- [6] Byers, J.A.: *Correct calculation of Dirichlet polygon areas*. Journal of Animal Ecology 65, s.528-529, 1996.
- [7] Chrapoński J.: *Metody nowoczesnej stereologii w medycynie i nauce o materiałach*. V jesienna szkoła stereologii i analizy obrazu. Materiały konferencyjne, Polskie Towarzystwo Stereologiczne, <http://pts.polsl.katowice.pl>

FIBRES DISTRIBUTION IN GLASS REINFORCED PLASTIC ESTIMATION METHODS

ABSTRACT

A system for glass reinforced plastic quality estimation is being tested in the Department of Automation, Technical University of Lublin. This paper presents measurements and methods used for plastic geometry estimation. Program for image processing and measurement is developed as part of the system.

¹ prof. dr hab. inż. Stanisław Płaska, Katedra Automatykacji Politechniki Lubelskiej, ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin, automat@lctt.pol.lublin.pl

² mgr inż. Piotr Wolszczak, Katedra Automatykacji Politechniki Lubelskiej, ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin, pwolszczak@lctt.pol.lublin.pl

³ mgr inż. Bieniaś Jarosław, Politechnika Lubelska, Katedra Inżynierii Materiałowej, ul. Nadbystrzycka 36a, 20-618 Lublin