

BADANIA TRIBOLOGICZNE JAKO NOWA METODA OCENY JAKOŚCI PŁYNÓW DO PŁUKANIA TKANIN

W artykule zaproponowano nową metodę oceny skuteczności działania płynów do płukania tkanin. Opracowana metodyka opiera się na badaniach tribologicznych – ocenie współczynnika tarcia pomiędzy tkaniną a tkaniną za pomocą testera tribologicznego. W celu weryfikacji tej metody wykonano badania efektu zmiękczenia tkanin metodą normową. Na podstawie uzyskanych rezultatów można stwierdzić takie same tendencje zmian (wzrost miękkości tkanin wraz ze wzrostem stężenia kationowego surfaktantu) w obu metodykach kontroli jakości płynów do płukania tkanin. Można założyć, że badania tribologiczne mogą być w przyszłości wykorzystywane do oceny jakości tej grupy produktów. Atutem tej metody jest pełna automatyka pomiaru bez ingerencji człowieka oraz zdecydowanie krótszy czas wykonywania badania w stosunku do powszechnie stosowanej metody normowej. Może to stanowić istotny progres w kompleksowej ocenie płynów do płukania tkanin.

Słowa kluczowe: płyny do płukania tkanin, jakość, ocena jakości, badania tribologiczne

WSTĘP

Płyny do płukania tkanin zaliczane są do produktów chemii gospodarczej. Stosuje się je w procesach prania, prowadzonych w warunkach domowych. Produkty te dodaje się do ostatniej kąpieli płuczącej. Ich zadaniem jest ograniczanie skutków negatywnego oddziaływania składników środków piorących na włókna, polegające między innymi na: zmniejszaniu szorstkości tkanin (poprawa chwytu tkanin, uzyskanie efektu miękkości), ograniczeniu elektryzowania się i ułatwieniu rozprasowywania tkanin [1, 3, 4, 5, 1, 10, 11].

Płyny do płukania tkanin w swoim składzie zawierają od kilku do kilkunastu procent kationowych surfaktantów, kilka procent kompozycji zapachowych, niewielkie ilości konserwantów, barwników, stabilizatorów (najczęściej stosowane są niejonowe surfaktanty) i modyfikatorów lepkości (np. soli nieorganicznych). Bazę tego typu preparatów stanowi najczęściej woda lub mieszanina wody i niskocząsteczkowego alkoholu [1, 3, 4, 5, 7, 10, 11].

Po wprowadzeniu do kąpieli płuczącej aktywne składniki płynu do płukania tkanin (kationowe surfaktanty) ulegają adsorpcji na zazwyczaj ujemnie naładowanej powierzchni włókien [1, 3, 5, 7, 9, 10, 11, 12]. W literaturze proponowane są najczęściej dwa mechanizmy oddziaływania tego typu surfaktantów z powierzchniami włókien: elektrostatyczny i hydrofobowy [9]. W wyniku oddziaływania surfaktantów z włóknami na ich powierzchni wytwarzana jest warstwa adsorpcyjna.

Powoduje ona zwiększenie hydrofobowości powierzchni oraz ogranicza wzajemne oddziaływania poszczególnych włókien [3, 11]. Efektem obserwowanym w skali makroskopowej jest zmniejszenie oporów ruchu pomiędzy przemieszczającymi się między sobą włóknami lub pomiędzy tkaniną a stopką żelazka (np. podczas prasowania).

W procesie oceny jakości płynów do płukania tkanin szczególną uwagę zwraca się na skuteczność zmiękczenia tkanin [2, 8]. Jest to podstawowa cecha użytkowa tego typu produktów, stanowiącą dla nich wyróżnik jakości. Badania, które wykorzystywane są do określenia skuteczności działania danego produktu, polegają na wypłukaniu modelowej tkaniny w roztworze badanego środka, a następnie na wielokrotnym porównywaniu (metodą chwytu) z tkaninami wzorcowymi [8]. Badanie jest dość długie i bardzo pracochłonne. Wiele laboratoriów poszukuje nowszych metod, które pozwoliłyby przede wszystkim na skrócenie czasu badania oraz na wyeliminowanie często bardzo subiektywnych ocen osób wykonujących badania.

W niniejszym artykule podjęto próbę wykazania możliwości zastosowania badań tribologicznych do oceny skuteczności działania płynów do płukania tkanin. Przeprowadzono testy, w których oceniano współczynnik tarcia pomiędzy tkaninami wypłukanymi w kąpielach zawierających różne stężenia kationowych surfaktantów. Otrzymane wyniki korelowano z rezultatami uzyskanymi na drodze badań normowych.

1. MATERIAŁY I METODY BADAWCZE

1.1. Przygotowanie tkaniny bawełnianej do badań

Tkaninę bawełnianą o wymiarach dobranych stosownie do potrzeb poddano gotowaniu w kąpeli zawierającej 3 g alkilobenzenosulfonianu sodowego w przeliczeniu na 100-procentową substancję czynną, 2 g wodorowęglanu sodowego oraz 1 l wody destylowanej, zachowując stosunek masy tkaniny do masy kąpeli 1:20. Tkaninę gotowano przez 15 min w celu usunięcia z niej klejonek oraz apretury. Następnie po wygotowaniu tkaninę poddano pięciokrotnemu płukaniu, stosując wodę o temperaturze pokojowej. Tak przygotowaną tkaninę płukano w roztworach kationowego surfaktantu.

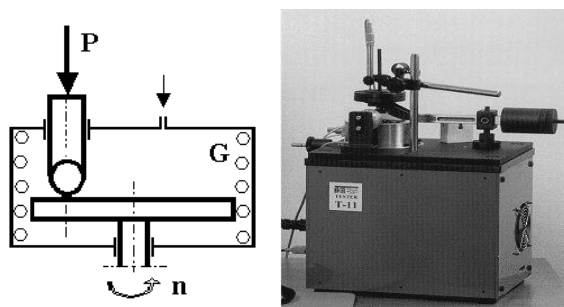
1.2. Roztwory kationowego surfaktantu imitujące modelowe kąpiele płuczące

Do badań zastosowano kationowy surfaktant powszechnie wykorzystywany do wytwarzania płynów do płukania tkanin: Bis (acyloxyethyl) hydroxyethyl methylammonium methosulphate. Zaliczany jest on do czwartorzędowych soli amonio-

powierzchniowo czynnego oraz 10% izopropanolu. Związek ten jest obecnie powszechnie stosowany głównie ze względu na dość niską cenę i dużą wydajność płynów do płukania tkanin z jego udziałem. Badania prowadzono dla tkanin wypłukanych w roztworach o stężeniach kationowego surfaktantu, odpowiednio: 0,0001%, 0,001%, 0,01%, 0,1%, 1%.

1.3. Badanie współczynnika tarcia przy użyciu testera tribologicznego o skojarzeniu kulka–tarcza

Tkaninę bawełnianą, przygotowaną według opisanej powyżej procedury, pocięto na odpowiednie kawałki. Następnie płukano je w badanych roztworach przez 15 min w temperaturze pokojowej. Wysuszone paski tkanin wyprasowano oraz oznaczono według stężenia kationowego surfaktantu w kąpeli płuczącej. Do badań wykorzystano tester tribologiczny (T-11) pracujący w skojarzeniu kulka–tarcza. Zdjęcie aparatu T-11 i schemat skojarzenia ciernego przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat skojarzenia ciernego i zdjęcie urządzenia typu kulka–tarcza, T-11 (P – nacisk, G – grzałka, n – liczba obrotów)

Fig. 1. The schema of friction couple and picture of friction device ball-on-disc, T-11 (P – pressure, G – heater, n – number of revolutions)

Na obydwu elementach pary trącej (kulce i tarczy) mocowano badane kawałki tkanin. Następnie dociskano kulkę do tarczy i wprowadzano urządzenie w ruch. Badania prowadzono w następujących warunkach: skojarzenie tkanina–tkanina, obciążenie – 10 N, czas – 300 s, promień, po jakim poruszała się kulka – 0,01 m, prędkość liniowa – 0,05 m/s, droga – 15 m, liczba obrotów – 239, prędkość obrotowa – 48 obr./min. Na podstawie pomiaru siły tarcia obliczano współczynnik tarcia ze wzoru:

$$\mu = \frac{F_T}{P}$$

gdzie:

F_T – siła tarcia [N],

P – nacisk [N].

W czasie testów dokonywano zapisu siły tarcia, co 1 s. Punkty prezentowane na wykresie (rys. 2) są uśrednionymi wartościami 30-sekundowych przedziałów czasowych.

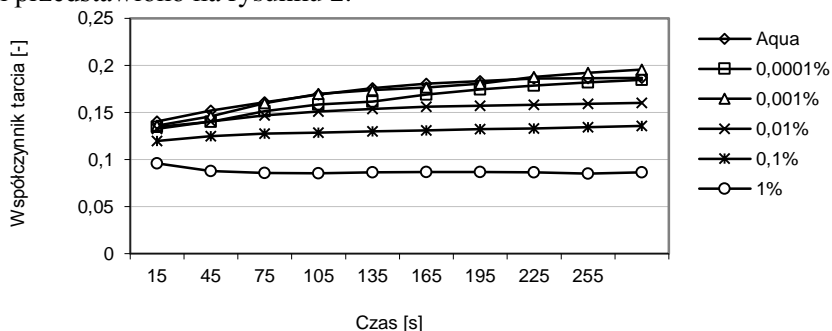
1.4. Efekt zmiękczenia tkanin

Badania efektywności zmiękczenia wykonywano zgodnie z polską normą [8]. Zasada metody polega na ocenie porównawczej tkaniny wypłukanej w kąpeli płuczącej zawierającej oceniany środek ze wzorcami, systemem oceny chwytu. Oceny tej dokonuje zespół 10 osób, z których każda kolejno porównuje ze sobą próbki zestawione parami. Osoba testująca według swojego odczucia określa, która próbka jest bardziej miękka. Wówczas tkaninie bardziej miękkiej przyznaje się 1 punkt, a w przypadku równego odczucia miękkości badanych próbek tkanin obie próbki otrzymują po 0,5 punktu. Każda próbka jest porównywana ze wszystkimi pozostałymi i w ten sposób może otrzymać maksymalnie 5 punktów. Największa liczba punktów, jaką może uzyskać badany płyn, wynosi 50, co oznacza maksymalny efekt zmiękczenia w danej serii.

2. REZULTATY BADAŃ

2.1. Ocena współczynnika tarcia pomiędzy tkaniną a tkaniną

Analizowano zmiany współczynnika tarcia w funkcji czasu dla tkanin wypłukanych w roztworach o różnych stężeniach kationowego surfaktantu. Rezultaty badań przedstawiono na rysunku 2.

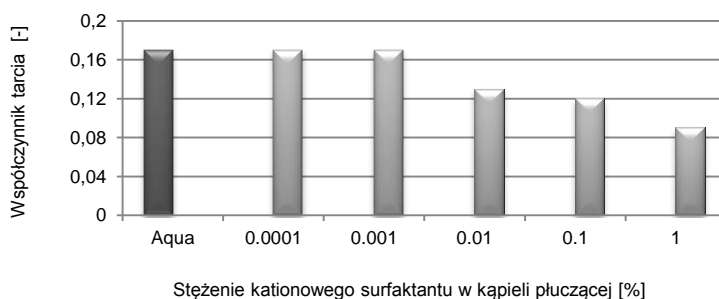


Rys. 2. Zależność współczynnika tarcia od czasu dla tkanin wypłukanych w roztworach o różnych stężeniach surfaktantu kationowego

Fig. 2. The dependence of the friction coefficient on time for the fabrics rinsed in solutions with different concentrations of cationic surfactant

Wyniki uzyskane dla tkanin płukanych w roztworach o stężeniach od 0,0001% oraz 0,001% są zbliżone do wartości uzyskanych dla wody. W początkowej fazie testu współczynnik tarcia (μ) wynosi 0,13, a następnie wzrasta do wartości około 0,19. Wzrost stężenia surfaktantów kationowych w kąpeli płuczącej do 0,01% prowadzi do spadku współczynnika tarcia w końcowej fazie testu, do wartości około 0,16. W przypadku zastosowania roztworu o stężeniu 0,1% początkowo wartość μ wynosiła około 0,12, a następnie wzrosła do około 0,14. Zdecydowanie najniższe wartości współczynnika tarcia odnotowano dla tkanin wypłukanych w roztworze o stężeniu 1%. Wartości μ w ciągu praktycznie całego testu oscylowały w okolicach wartości 0,09.

W celu lepszego zobrazowania uzyskanych wyników przedstawiono wartości współczynnika tarcia uśrednione z całego testu (rys. 3).



Rys. 3. Uśrednione wartości współczynnika tarcia dla tkanin płukanych w roztworach kationowego surfaktantu

Fig. 3. Mean values of the friction coefficient for fabrics rinsed in solutions of cationic surfactants

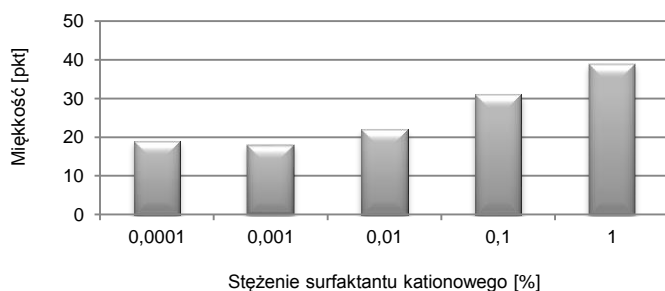
Uzyskane rezultaty wskazują, że dla stężeń powyżej 0,01% surfaktantu kationowego w kąpeli płuczącej badania tribologiczne różnicują poszczególne tkaniny. Poniżej stężeń 0,01% nie odnotowano większych rozbieżności w wartościach współczynnika tarcia.

Handlowe płyny do płukania tkanin zawierają około 10% kationowych surfaktantów, a do kąpeli płuczącej dodaje się nie więcej niż 50 ml płynu na 10–20 litrów wody. Wynika stąd, że stężenie surfaktantów w kąpeli płuczącej oscyluje na poziomie 0,01–0,1%. Porównując uzyskane wartości współczynników tarcia do rzeczywistych warunków użytkowania płynów do płukania tkanin, należy zauważyć, że zakres stężeń, w których udało się rozróżnić poszczególne tkaniny, jest wystarczający.

2.2. Ocena efektu zmiękczenia tkanin – badania normowe

W celu weryfikacji nowej metody oceny skuteczności działania płynów do płukania tkanin (testy tribologiczne) wykonano badania efektu zmiękczenia tka-

nin metodą normową [8]. Przedstawiono rezultaty badań, w których określano korelacje pomiędzy miękkością tkanin a stężeniem kationowego surfaktantu w kąpeli płuczącej. Zbiorcze zestawienie uzyskanych rezultatów dla wszystkich ocenianych tkanin pokazano na rysunku 4.



Rys. 4. Miękość tkanin wypłukanych w wodnych roztworach kationowego surfaktantu

Fig. 4. The softness of fabrics rinsed in aqueous solutions of cationic surfactant

Na podstawie uzyskanych rezultatów badań efektywności zmiękczenia tkanin przez wodne roztwory kationowego surfaktantu stwierdzono, że wraz ze wzrostem w kąpeli płuczącej stężenia kationowego związku powierzchniowo czynnego następuje zdecydowane zwiększanie miękkości tkanin. Jednakże, dla najniższych z analizowanych stężeń (0,0001 i 0,001%) różnice są bardzo małe. Obserwowana tendencja jest więc analogiczna do odnotowanej w badaniach tarcowych.

PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że:

- badania tribologiczne pozwalają na rozróżnienie właściwości tkanin wypłukanych w roztworach o stężeniach surfaktantów kationowych, przekraczających 0,01%;
- istnieje korelacja pomiędzy rezultatami badań tribologicznych a wynikami uzyskanymi w trakcie badań normowych (badania sensoryczne);
- badania tribologiczne w znaczący sposób skracają czas wykonywania eksperymentu.

Podsumowując, można stwierdzić, że istnieją przesłanki przemawiające za możliwością wykorzystywania badań tribologicznych do oceny skuteczności działania płynów do płukania tkanin.

LITERATURA

1. Dungalf G., *Zmiękczenie tkanin w procesie prania*, Pollena TŚPK, 1988, nr 1–12, s. 233–236.
2. Kin Fan Au, Cynthia N.Y. Chan, Yee Mei Ho, *An assessment of softness property of knitted golf fabrics*, Research Journal of Textile Apparel, 2000, no. 6(2), p. 37–49.
3. Levinson M., *Rinse – Added Fabric Softener Technology at the Close of the Twentieth Century*, Journal of Surfactants and Detergents, 1999, February, p. 223–235.
4. Lindahl M., *Household Care in Western Europe*, SOFW-Journal, 2006, no. 132, p. 100–102.
5. *Liquid Detergents*, ed. Kuo-Yann Lai, Marcel Dekker, New York 1997.
6. Militky J., *Influence of Softeners on Hand of Heavy Cotton Fabrics*, Cotton Utilization Conference: Textile Technology Symposium – Fabric, New Orleans, Louisiana 2007.
7. Mohammadi M.S., *Colloidal stability of di-chain cationic and ethoxylated nonionic surfactant mixtures used in commercial fabric softeners*, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2006, no. 288, p. 96–102.
8. PN-86/ C-04833/02. *Środki do płukania tkanin. Metody badań. Oznaczenie właściwości zmiękczejących*.
9. Wahle B., Falkowski J., *Softeners in textile processing. Part 1: An overview*, Rev. Prog. Color, 2002, no. 32, p. 118–124.
10. Wasilewski T., Bogdańska A., *Optimization of composition of fabric softeners*, Current Trends in Commodity Science, Proceedings of the 9th International Commodity Science Conference (IGWT), Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, 2007, p. 656–661.
11. Wasilewski T., Ogorzałek M., *Influence of isopropanol on quality of fabric softeners*, Polish Journal of Commodity Science, 2009, no. 2(19), p. 89–98.
12. Zieliński R., *Surfaktanty. Budowa, właściwości, zastosowanie*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2013.

TRIBOLOGICAL TESTS AS A NEW METHOD FOR QUALITY ASSESSMENT OF FABRIC SOFTENERS

Summary

This paper proposes a new method for evaluating the effectiveness of fabric softeners. The developed methodology is based on the tribological studies – assessment of the fabric – fabric friction coefficient using tribological tester. Standardized method of softening evaluating was used in order to validate a new method for evaluating the effectiveness of fabric softening. On the basis of the results it can be concluded the same trend of change (increase the softness of a fabric with increasing concentration of the cationic surfactant) in both quality control methodologies for fabric softeners. It can be assumed that the tribological tests may be used in future to assess the quality of this products group. The advantage of this method is a fully automatic measurement without human intervention and significantly shorter duration of the study compared to the commonly used standardized method. This could be a significant progress in the comprehensive assessment of fabric softeners.

Keywords: *fabric softeners, quality, quality assessment, tribological tests*