

AUTOREFERAT

A handwritten signature in black ink, located in the bottom right corner of the page. The signature is stylized and appears to be the author's name.

1. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

- doktor nauk technicznych - Politechnika Łódzka, Wydział Włókienniczy, 1996. „Sorpcja i desorpcja lotnych zanieczyszczeń powietrza - formaldehydu i styrenu - przez włókiennicze wyroby wyposażenia wnętrz”
- magister inżynier - Politechnika Łódzka, Wydział Włókienniczy, specjalność – chemiczna technologia włókna, 1983

2. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych.

- 2011-aktualnie - Instytut Włókiennictwa - Adiunkt, Pełnomocnik Dyrektora ds. Naukowych, Kierownik Zakładu Naukowego Niekonwencjonalnych Technik i Wytrobów Włókienniczych, Zastępca Przewodniczącego Rady Naukowej Instytutu Włókiennictwa (od 2012)
- 2007-2011 - Instytut Włókiennictwa - Adiunkt, Sekretarz Naukowy, Kierownik Zakładu Naukowego Niekonwencjonalnych Technik i Wytrobów Włókienniczych, członek Rady Naukowej Instytutu Włókiennictwa (od 2008)
- 2003-2007 - Instytut Inżynierii Materiałów Włókienniczych - Sekretarz Naukowy, członek Rady Naukowej Instytutu Inżynierii Materiałów Włókienniczych
- 1996-2003 - Instytut Inżynierii Materiałów Włókienniczych – kierownik Pracowni Chemicznej Technologii Włókienniczych Pokryć Podłogowych, Kierownik Laboratorium Badania Własności Elektrostatycznych, Kierownik Laboratorium Fizykochemii Powierzchni, członek Rady Naukowej Instytutu Inżynierii Materiałów Włókienniczych – przewodnicząca komisji ds. Naukowo-Badawczych (od 1999)
- 1992-1996 - Instytut Inżynierii Materiałów Włókienniczych – Pracownia Chemicznej Technologii Włókienniczych Pokryć Podłogowych
- 1989-1992 - Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Jedwabniczo-Dekoracyjnego - Pracownia Chemicznej Technologii Włókienniczych Pokryć Podłogowych
- 1984-1989 - Centralne Laboratorium Przemysłu Jedwabniczo-Dekoracyjnego - Pracownia Badań Użytkowych i Konserwacji Wytrobów Włókienniczych



3. Wskazanie osiągnięcia* wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):

Moje główne osiągnięcie badawcze wynika z prowadzonych przeze mnie badań interdyscyplinarnych nad wielofunkcyjnymi materiałami włókienniczymi, które wpływają na poprawę bezpieczeństwa i jakości życia. Uwzględnia ono wpływ materiałów włókienniczych na jakość powietrza w pomieszczeniach, ochronę przed mikroorganizmami oraz skutkami elektryczności statycznej. Badania z zakresu inżynierii materiałowej obejmują zarówno materiały wyposażenia wnętrz, w tym środków transportu, materiały odzieżowe, materiały techniczne oraz akcesoria specjalistyczne. Badania nad funkcjonalizacją materiałów włókienniczych prowadziłam w dużej mierze w oparciu o nanotechnologie włókiennicze i modyfikację powierzchni.

a) tytuł osiągnięcia naukowego;

Osiągnięciem naukowym wynikającym z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.) jest cykl 12 publikacji z IF, 3 patentów i 11 zgłoszeń patentowych, wynikających z prowadzonych przeze mnie badań z tematyki:

**FUNKCJONALIZACJA MATERIAŁÓW WŁÓKIENNICZYCH WPŁYWAJĄCA NA POPRAWĘ
BEZPIECZEŃSTWA I JAKOŚCI ŻYCIA.**

b) (autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa);

1. Cieślak M., Solarz K., Kamińska I. (2015) *Effect of bioactive modified nonwovens systems on the development of house dust mites Dermatophagoides farinae (Acari: Pyroglyphidae) in laboratory assay*. Textile Research Journal, 85(5), s. 469-478. IF - 1,332, MNiSW – 40

Mój wkład w powstanie tej pracy, w ramach kierowanego przeze mnie projektu kluczowego POIG.01.03.01-00-004/08 Funkcjonalne nano- i mikromateriały włókiennicze, polegał na opracowaniu koncepcji bioaktywnej modyfikacji włókien, zaplanowaniu programu badań, opracowaniu i interpretacji wyników badań, napisaniu manuskryptu oraz roli autora korespondencyjnego.

Mój udział procentowy szacuję na 50%.



2. Cieślak M., Schmidt H., Świercz R., Wąsowicz W. (2014) *Fibers susceptibility to contamination by environmental tobacco smoke markers*. Textile Research Journal, 84(8), s. 840-853. IF - 1,332, MNiSW – 40

Mój wkład w powstanie tej pracy, w ramach kierowanego przeze mnie projektu badawczego własnego, polegał na opracowaniu koncepcji i zaplanowaniu programu badań, opracowaniu i interpretacji wyników badań, napisaniu manuskryptu oraz roli autora korespondencyjnego.

Mój udział procentowy szacuję na 80%.

3. Cieślak M., Puchowicz D., Kamińska I. (2014) *SEM/EDS and Raman micro-spectroscopy examination of titanium-modified polypropylene fibres*. Fibres & Textiles in Eastern Europe, 22 (3), s.47-53. IF - 0,541, MNiSW – 25

Mój wkład w powstanie tej pracy, w ramach kierowanego przeze mnie projektu kluczowego POIG.01.03.01-00-004/08 Funkcjonalne nano- i mikromateriały włókiennicze, polegał na opracowaniu koncepcji fotokatalitycznej modyfikacji włókien polipropylenowych za pomocą ditlenku tytanu, zaplanowaniu programu badań, opracowaniu i interpretacji wyników badań, napisaniu manuskryptu.

Mój udział procentowy szacuję na 45%.

4. Roszak J., Stępnik M., Nocuń M., Ferlińska M., Smok-Pieniążek A., Grobelny J., Tomaszewska E., Wąsowicz W., Cieślak M. (2013) *A strategy for in vitro safety testing of nanotitania-modified textile products*. Journal of Hazardous Materials, 256-257, s. 67-75. IF - 4,331, MNiSW – 45

Mój wkład w powstanie tej pracy, w ramach kierowanego przeze mnie projektu kluczowego POIG.01.03.01-00-004/08 Funkcjonalne nano- i mikromateriały włókiennicze, polegał na koncepcji badań związanych ze strategią oceny toksykologicznej materiałów włókienniczych modyfikowanych nanoditlenkiem tytanu, uwzględniającej ocenę nanomodyfikatora, włókien polipropylenowych niemodyfikowanych i modyfikowanych fotokatalitycznie, zaplanowaniu doświadczeń z zakresu oceny właściwości powierzchniowych, opracowaniu koncepcji i modyfikacji fotokatalitycznej włókien polipropylenowych, opracowaniu i interpretacji wyników badań fizyko-chemicznych, napisaniu części manuskryptu, weryfikacji całości manuskryptu oraz roli autora korespondencyjnego.

Mój udział procentowy szacuję na 35%.

5. Cieślak M., Puchowicz D., Schmidt H. (2012) *Evaluation of the possibility of using surface free energy study to design protective fabrics*. Textile Research Journal, 82(11), s. 1177-1189. IF - 1,135, MNiSW – 40

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zaplanowaniu doświadczeń z zakresu oceny właściwości powierzchniowych tkanin barierowych, opracowaniu i interpretacji wyników badań, napisaniu manuskryptu oraz roli autora korespondencyjnego.

Mój udział procentowy szacuję na 45%.

6. Wąsowicz W., Cieślak M., Palus J., Stańczyk M., Dziubałtowska E., Stępnik M., Döchler M. (2011) *Evaluation of biological effects of nanomaterials. Part I. Cyto- and genotoxicity of nano-silver composites applied in textile technologies*. International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health, 24(4), s.348-358. IF - 1,035, MNiSW – 20

Mój wkład w powstanie tej pracy, w ramach kierowanego przeze mnie projektu kluczowego POIG.01.03.01-00-004/08 Funkcjonalne nano- i mikromateriały włókiennicze, polegał na opracowaniu koncepcji badań funkcjonalnych modyfikatorów zawierających nanocząstki srebra, stosowanych w nanotechnologiach włókienniczych pod kątem oceny ich działania cyto i genotoksycznego, doborze i charakterystyce modyfikatorów, napisaniu części manuskryptu dotyczącego właściwości fizyko-chemicznych nanomodyfikatorów.

Mój udział procentowy szacuję na 35%.

7. Cieślak M., Schmidt H., Świercz R., Wąsowicz W. (2009) *TiO₂/Ag modified carpet fibres for reduction of nicotine exposure*. Fibres & Textiles in Eastern Europe, 17(2), s. 59-65. IF - 0,581, MNiSW – 20

Mój wkład w powstanie tej pracy, w ramach kierowanego przeze mnie projektu badawczego wewnętrznego IW, polegał na opracowaniu koncepcji fotokatalitycznej modyfikacji powierzchniowej włókien przeznaczonych na okrywą włókienniczych pokryć podłogowych, zaplanowaniu doświadczeń z zakresu sorpcji nikotyny - głównego markera ETS, współwykonaniu badań sorpcji i rozkładu nikotyny, opracowaniu i interpretacji wyników badań, napisaniu manuskryptu oraz roli autora korespondencyjnego.

Mój udział procentowy szacuję na 70%.

8. Cieślak M., Wróbel S., Kamińska I., Lao M. (2009) *Functional upholstery materials for protection against electrostatic risk*. *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 2009, 17(4), s. 52-58. IF - 0,581, MNiSW – 20

Mój wkład w powstanie tej pracy, w ramach kierowanego przeze mnie projektu Eureka EI 3422 – UPTEXEL, polegał na opracowaniu koncepcji wielofunkcyjnych materiałów włókienniczych przeznaczonych na obicia mebli i siedzisk w środkach transportu o trwałych właściwościach antyelektrostatycznych i trudnozapalnych dostosowanych do ich przeznaczenia użytkowego, opracowaniu programu badań, koncepcji i opracowaniu metody badań - Test krzesła, opracowaniu i interpretacji wyników badań, napisaniu manuskryptu oraz roli autora korespondencyjnego.

Mój udział procentowy szacuję na 70%.

9. Cieślak M., Kamińska I., Wróbel S., Solarz K., Szilman E., Szilman P. (2007) *Effects of modified textile floor coverings on house dust mites*. *Polish Journal of Environmental Studies*, 16(10), s. 35-42. IF – 0,627, MNiSW – 10

*Mój wkład w powstanie tej pracy, w ramach kierowanego przeze mnie projektu badawczego własnego, polegał na opracowaniu koncepcji modyfikacji antyroztoczowej włókienniczych pokryć podłogowych polegającej na modyfikacji powierzchniowej – antyadhezyjnej i bioaktywnej - włókien tworzących okrywę oraz bioaktywnej modyfikacji warstwy podklejającej, uzgodnieniu metodyki badań z zespołem realizującym eksperyment hodowlany roztoczy *Dermatophagoides farinae*, wykonaniu badań właściwości powierzchniowych, opracowaniu i interpretacji wyników badań, napisaniu manuskryptu oraz roli autora korespondencyjnego.*

Mój udział procentowy szacuję na 70 %.

10. Cieślak M., Schmidt H. (2004) *Contamination of wool fibre exposed to environmental tobacco smoke*. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 12(1), s. 81-83. IF – 0,225, KBN – 7

Mój wkład w powstanie tej pracy, w ramach kierowanego przeze mnie projektu badawczego wewnętrznego IIMW, polegał na opracowaniu koncepcji badań dotyczących zanieczyszczenia włókien wełnianych niemodyfikowanych i modyfikowanych powierzchniowo w wyniku sorpcji środowiskowego dymu tytoniowego (ETS), udziale w opracowaniu stanowiska do badań sorpcji, wykonaniu modyfikacji powierzchniowej i przygotowaniu włókien do badań, współwykonaniu badań sorpcji i desorpcji, opracowaniu i interpretacji wyników badań, napisaniu manuskryptu oraz roli autora korespondencyjnego.

Mój udział procentowy szacuję na 80%.

11. Cieślak M. (2006) *New approach to environmental tobacco smoke exposure and its relation to reemission processes*. International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health, 19(2), s. 92-98. MNiI – 5

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na analizie piśmiennictwa dotyczącego jakości powietrza wewnętrznego (IAQ - Indoor Air Quality), środowiskowego dymu tytoniowego (ETS - Environmental Tobacco Smoke), problemu palenia biernego (SHS - Secondhand Smoke, PTS – Passive Tobacco Smoke), podatności materiałów włókienniczych do sorpcji lotnych związków organicznych (VOC – Volatile Organic Compounds) i ich reemisji oraz napisaniu całej pracy.

Mój udział procentowy szacuję na 100%.

12. Cieślak M., Kamińska I., Wróbel S. (2003) *Überprüfungen der schmutzabweisenden Ausrüstung bei textilen Bodenbelägen (Efficiency of the anti-soiling finish of textile floor coverings)*. Melliand Textilberichte, 6, s. 553-556. KBN – 6

Mój wkład w powstanie tej pracy, w ramach projektu badawczego własnego, polegał na określeniu celu badań, opracowaniu koncepcji przeciwbrudowej i hydrofobowej modyfikacji powierzchni wykładzin podłogowych, zaplanowaniu doświadczeń z zakresu oceny właściwości przeciwbrudowych, opracowaniu i interpretacji wyników badań, napisaniu manuskryptu oraz roli autora korespondencyjnego.

Mój udział procentowy szacuję na 80%.

Patenty:

1. Lao M. (30%), **Cieślak M.** (30%), Krawczyńska I. (25%), Kamińska I. (15%), Patent Nr 216206, 25.07.2013, Tkanina antyelektrostatyczna, Polska, UPRP.

Mój wkład w powstanie tego patentu, w ramach kierowanego przeze mnie projektu Eureka EI 3422 – UPTEXEL, polegał na opracowaniu koncepcji elastycznej tkaniny o strukturze reliefowej i trwałych właściwościach antyelektrostatycznych i trudno zapalnych, zapewniającej najefektywniejsze odprowadzanie ładunków elektrycznych, bez zmiany lub utraty tych właściwości podczas całego okresu jej użytkowania oraz udziale w przygotowaniu opisu patentowego i sformułowaniu zastrzeżeń patentowych. Mój udział procentowy szacuję na 30%.

2. Lao M. (25%), **Cieślak M.** (25%), Kamińska I. (20%), Grabowski M. (10%), Wróbel S. (20%), patent Nr 213295, 27.08.2012, Trudnozapalna przędza antyelektrostatyczna, Polska, UPRP.

Mój wkład w powstanie tego patentu, w ramach kierowanego przeze mnie projektu Eureka EI



3422 – UPTEXEL, polegał na opracowaniu koncepcji przędzy łączącej w sobie trwałe właściwości antyelektrostatyczne i trudno zapalne, przeznaczonej na wyroby wyposażenia wnętrz, doborze elementów składowych przędzy oraz udziale w wytwarzaniu prototypu przędzy i sformułowaniu zastrzeżeń patentowych. Mój udział procentowy szacuję na 25%.

3. Cieślak M. (50%), Witczak E. (25%), Lao M. (25%), zgł. P.396641 od 14.10.2011, decyzja z 18.03.2015), Przestrzenna struktura włókienna, Polska, UPRP.

Mój wkład w powstanie tego patentu polegał na opracowaniu koncepcji włókiennych struktur przestrzennych z przestrzeniami wypełnianymi elementami nie włókienniczymi, zapewniających poprawę komfortu użytkowania i właściwy rozkład sił nacisku na ciało oraz udziale w przygotowaniu opisu patentowego i sformułowaniu zastrzeżeń patentowych. Mój udział procentowy szacuję na 50%.

Zgłoszenia patentowe:

1. P.394633: Włókno syntetyczne o zmniejszonej sorpcji i kumulacji lotnych substancji zanieczyszczających i sposób produkcji takiego włókna, 20.04.2011, Cieślak M. (35%), Schmidt H. (30%), Twarowska-Schmidt K. (20%), Olczyk K. (15%)
2. P.397077: Nitka elektroprzewodząca, 22.11.2011, Witczak E. (40%), Śledzińska K. (30%), Lao M. (15%), Cieślak M. (15%)
3. P.397459: Taśma konduktywna, 19.12.2011, Lao M. (30%), Krawczyńska I. (30%), Witczak E. (20%), Cieślak M. (20%)
4. P.400017: Materiał włókienniczy do sorpcji i rozkładu nikotyny z ETS, 17.07.2012, Cieślak M. (80%), Schmidt H. (20%)
5. P.406395: Antyroztoczowy kompozyt włókienniczy, 5.12.2013, Cieślak M. (75%), Polus Z. (15%), Goetzendorf-Grabowska B. (10%)
6. P.405177: Sposób otrzymywania powłoki fotokatalitycznej na powierzchni wyrobów włókienniczych, 29.08.2013 (gładki), Cieślak M. (45%), Celichowski G. (45%), Łyczkowska P. (5%), Grobelny J. (5%)
7. P.405204: Sposób otrzymywania powłoki fotokatalitycznej na powierzchni wyrobów włókienniczych, 30.08.2013 (porowaty), Cieślak M. (45%), Celichowski G. (45%), Łyczkowska P. (5%), Grobelny J. (5%)
8. P.406851: Liniowy elastyczny wyrób włókienniczy do zastosowań tekstronicznych, 14.01.2014, Cieślak M. (25%), Śledzińska K. (25%), Lao M. (25%), Witczak E. (25%)

9. P.409130: Moduł tekstroniczny i wyrób tekstroniczny z takim modulem, 7.08.2014, Cieślak M. (12,5%), Śledzińska K. (12,5%), Lao M. (12,5%), Witczak E. (12,5%), Nawrat A. (10%), Bereska D. (10%), Koterak R. (10%), Jędrasiak K. (10%), Daniec K. (10%)
10. PCT/PL2014/000143: The linear flexible textile product for textronic applications, 16.12.2014, Cieślak M. (25%), Śledzińska K. (25%), Lao M. (25%), Witczak E. (25%)
11. Wspólnotowy wzór przemysłowy RCD 002640755-0001/002640755-0002, Odzież tekstroniczna, 25.02.2015, Cieślak M. (25%), Śledzińska K. (25%), Lao M. (25%), Witczak E. (25%)

c) omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania;

1. CEL NAUKOWY

Prognozy innowacyjnego rozwoju inżynierii materiałów włókienniczych wskazują, że z uwagi na ich interdyscyplinarność, oprócz podstawowych oczekiwań dotyczących trwałości użytkowej przy jednoczesnym uwzględnianiu aktualnych nurtów wzorniczych i estetycznych, współczesne materiały włókiennicze coraz częściej powinny spełniać wiele funkcji dodatkowych. Niektóre z nich, wynikają z założonych funkcji ochronnych wyrobu, w stosunku do użytkownika i miejsca użytkowania, a dotyczą między innymi ograniczenia ryzyka powodowanego przez czynniki:

- chemiczne (płynne, stałe i gazowe substancje chemiczne, zanieczyszczenie powietrza)
- biologiczne (mikroorganizmy)
- fizyczne (pola elektrostatyczne i elektromagnetyczne, promieniowanie UV, płomień i wysoka temperatura)

Zagrożenie jest definiowane jako zjawisko wywołane działaniem sił natury bądź człowieka, które powoduje, że poczucie bezpieczeństwa maleje bądź zupełnie zanika. Ryzyko jest pojęciem wieloznacznym, ogólnie oznacza ocenę niebezpieczeństwa wynikającego z prawdopodobnych zdarzeń od nas niezależnych lub z możliwych konsekwencji podjęcia decyzji. Jest wskaźnikiem stanu lub zdarzenia, które może prowadzić do strat. Chociaż zagrożenie i ryzyko występują równolegle, nie można ich ze sobą utożsamiać, ponieważ podobnie jak przyczyna i skutek są to dwa odrębne zjawiska. Zagrożeniem są np. wybuchy metanu w kopalni, ale ryzykiem praca w odzieży generującej ładunki elektrostatyczne.

Celem prowadzonych przeze mnie prac były badania nad opracowaniem zaawansowanych wielofunkcyjnych materiałów włókienniczych o właściwościach ochronnych, ograniczających ryzyko w różnych obszarach ich zastosowania, a tym samym wpływające na poprawę bezpieczeństwa i jakości życia.

Wielofunkcyjne wyroby włókiennicze high-tech powinny w optymalny sposób łączyć

właściwości podstawowe i dodatkowe, aby zapewnić bezpieczeństwo i komfort ich użytkowania. Do oceny właściwości takich wyrobów, niezbędny jest również zaawansowany interdyscyplinarny warsztat analityczny. Prowadzone przeze mnie badania z zakresu funkcjonalizacji materiałów włókienniczych obejmowały nadawanie im właściwości i/lub trudno zapalnych, antyelektrostatycznych/konduktywnych, bioaktywnych, fotokatalitycznych, antyalergicznym, antybrudowych i termoregulacyjnych.

Szczególną uwagę poświęciłam funkcjonalizacji powierzchniowej, co wiąże się z zaawansowanymi badaniami z zakresu fizykochemii powierzchni. Zagadnienia związane z fizykochemią powierzchni mają charakter wybitnie interdyscyplinarny. Zjawiska zachodzące na powierzchniach kontaktujących się faz determinują procesy fizyczne, chemiczne oraz biochemiczne. Występują one zarówno w układach o dużych powierzchniach, jak i mikro- i nanopowierzchniach międzyfazowych. Precyzyjne scharakteryzowanie oddziaływań międzyfazowych odgrywa decydującą rolę w inżynierii materiałowej i jest niezbędnym narzędziem do opracowywania nowych, funkcjonalnych materiałów włókienniczych i kompozytowych. Znajomość fizykochemii powierzchni (morfologia, zwilżalność, swobodna energia powierzchniowa) ułatwia badania nad modyfikacją powierzchni polimerów i włókien, a szczególnie badania nad zastosowaniem mikro i nanomateriałów do wykończeń specjalnych wyrobów włókienniczych, badania przyczepności błon polimerowych, powleczeń i podklejeń do wyrobów włókienniczych oraz odporności połączeń składników kompozytów na działanie wody i innych rozpuszczalników, a także interakcji z płynami ustrojowymi, sorpcji cieczy i substancji lotnych. Wiedza ta jest szczególnie ważna w odniesieniu do nowej generacji materiałów włókienniczych i kompozytowych, nie tylko odzieżowych i wyposażenia wnętrz, ale do zastosowań medycznych (opatrunki, implanty, podkłady), rolniczych (np. drenaże, agrowłókniny) oraz technicznych (np. filtry, wypełnienia, separatory, membrany funkcjonalne, ekrany, osłony).

2. FUNKCJE OCHRONNE

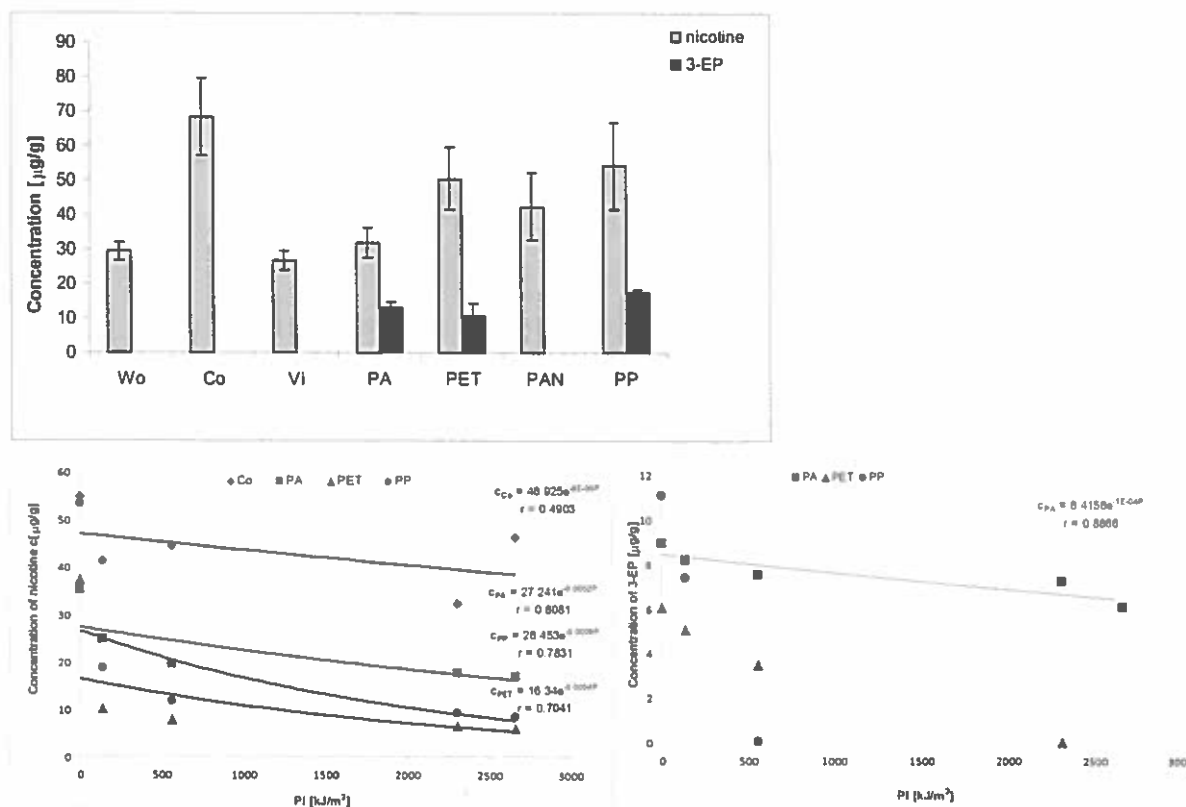
2.1. Ochrona przed lotnymi zanieczyszczeniami powietrza.

Ten obszar zainteresowań badawczych jest kontynuacją kierunku badań podjętego w ramach mojej pracy doktorskiej pt. Sorpcja i desorpcja lotnych zanieczyszczeń powietrza - formaldehydu i styrenu - przez włókiennicze wyroby wyposażenia wnętrz. Ze względu na nasilanie się pewnych dolegliwości zdrowotnych oraz ogólną troskę o poprawę jakości życia, odnotowuje się duży rozwój badań nad wpływem warunków panujących w pomieszczeniach na zdrowie ich użytkowników, w tym nad jakością powietrza, szczególnie że większość populacji spędza blisko 90% życia w różnych pomieszczeniach. Skład powietrza pomieszczeń, tzw. powietrza wewnętrznego

(Indoor Air Quality, IAQ), jest funkcją różnych czynników. Na wiele z nich użytkownik nie ma bezpośredniego wpływu. Dotyczy to przede wszystkim zanieczyszczeń wprowadzanych do pomieszczeń z zewnętrznym powietrzem atmosferycznym, a także pochodzących z zastosowanych materiałów konstrukcyjnych, izolacyjnych czy wykończeniowych. Znaczący udział w wyposażeniu wnętrz mają materiały włókiennicze, istotna jest więc znajomość roli jaką odrywają one w kształtowaniu jakości powietrza pomieszczeń. Wiedza ta pozwala na odpowiedni dobór włókienniczych elementów wyposażenia do pomieszczeń zagrożonych lotnymi zanieczyszczeniami.

Zjawisko sorbowania zanieczyszczeń powietrza przez materiały włókiennicze znajdujące się w pomieszczeniach jest znane i dokumentowane od wielu lat. Mechanizm sorpcji i desorpcji jest szczególnie trudny do zdefiniowania w przypadku sorbowania mieszanin, takich jak np. dym tytoniowy (Environmental Tobacco Smoke ETS). Zgodnie z definicją Environmental Protection Agency (EPA) ETS jest mieszaniną tysięcy substancji gazowych i cząstek stałych emitowanych przy paleniu tytoniu i z dymu wydychanego przez palaczy. Jest on jednym z najpowszechniejszych i najbardziej szkodliwych zanieczyszczeń IAQ. Szczególną grupę ryzyka stanowią osoby niepalące, korzystające z tych samych pomieszczeń co palacze, lub pomieszczeń do których przenika dym tytoniowy, określane jako Involuntary or Passive Smokers. Passive Tobacco Smoke (PTS) lub Secondhand Smoke (SHS) jest sklasyfikowane przez U.S. EPA jako kancerogen grupy A. Do problemu palenia „pośredniego” przywiązuje się coraz większą uwagę. W ostatnim czasie podjęto badania nad Third-Hand Smoking (THS), które związane jest z procesami reemisji. Wg Międzynarodowej Agencji Badań nad Rakiem (International Agency for Research on Cancer, IARC) dym tytoniowy należy do kancerogenów grupy I. Ocenia się, że w USA 31 milionów osób niepalących narażonych jest na ETS, w tym 16 milionów nieletnich. W UE liczbę osób ekspozowanych na ETS określa się na 7.5 mln. Dotyczy to zarówno narażenia zawodowego, środowiskowego jak i narażenia w środowisku bytowania. W pierwszym i drugim przypadku grupy ryzyka stanowią głównie osoby dorosłe i ekspozycję można ograniczyć poprzez odpowiednie regulacje prawne. W środowisku bytowania natomiast, oprócz dorosłych, w dużym stopniu zagrożone są również dzieci i młodzież. Nikotyna w organizmie człowieka utrzymuje się stosunkowo długo, blokuje działanie kilkudziesięciu enzymów i jest silnie uzależniająca. Narażenie inhalacyjne użytkowników pomieszczeń, w których palono wyroby tytoniowe spowodowane jest bezpośrednio ETS, substancjami lotnymi zaadsorbowanymi z ETS, a następnie reemitowanymi z materiałów wyposażenia pomieszczeń oraz obecnością cząstek stałych z substancjami zaadsorbowanymi w sposób fizyczny i chemiczny. Szacuje się, że w ETS znajduje się blisko 5000 związków, o różnym charakterze fizykochemicznym i stopniu szkodliwości. Nikotyna, główny alkaloid tytoniu, obecny zarówno w fazie gazowej jak i cząstkach stałych, oraz polidyspersyjne cząstki stałe są uznawane za główne markery ekspozycji na ETS. Oprócz tego brane są także pod uwagę 2,5-dimetylofuran (2,5-DMF) oraz 3-etenilopirydyna (3-EP) - główny produkt pirolizy nikotyny.

W celu określenia podatności materiałów włókienniczych do sorpcji ETS badałam podatność siedmiu rodzajów włókien (włókna syntetyczne: poliamid (PA), polipropylen (PP), poliakrylonitryl (PAN), sztuczne: wiskoza (Vi), naturalne białkowe; wełna nowozelandzka (Wo) i naturalne roślinne; bawełna uzbecka (Co) do sorpcji czystej nikotyny (NCT) oraz nikotyny i 3-etenopirydyny (3-EP) pochodzących z ETS, zmian stężenia obu substancji we włóknach pod wpływem naświetlania oraz ich wstępnej oceny jako markerów zanieczyszczenia ETS materiałów włókienniczych.

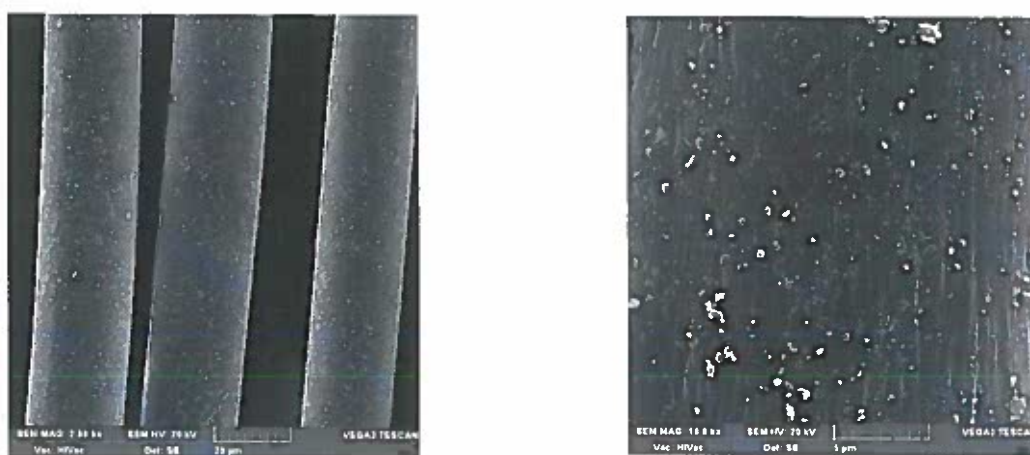


Rys. 1 Stężenie nikotyny i 3-EP po sorpcji ETS (50% RH) (góra) i zmiany stężenia nikotyny (lewa) i 3-EP (prawa) we włóknach naświetlanych światłem słonecznym w zależności od dawki promieniowania [Ref.2]

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdziłam, że wszystkie badane włókna sorbują nikotynę, ale różnią się podatnością do jej sorpcji, zarówno w postaci czystej NCT jak i zawartej w ETS. Zmiany stężenia nikotyny zaadsorbowanej przez włókna podczas ich naświetlania zależą od rodzaju włókna. 3-EP sorbowana jest przez włókna syntetyczne, w największej ilości przez włókna poliamidowe. Bawełna i polipropylen ma największą podatność do sorpcji nikotyny. Największa podatność do jednoczesnej sorpcji nikotyny i 3-EP wykazuje włókno polipropylenowe. Zmiany stężenia nikotyny we włóknach zależą od jego rodzaju i czasu ekspozycji na światło i przebiegają zgodnie z równaniem I-go rzędu. W przypadku 3-EP taka zależność występuje tylko dla włókien poliamidowych (Rys. 1).

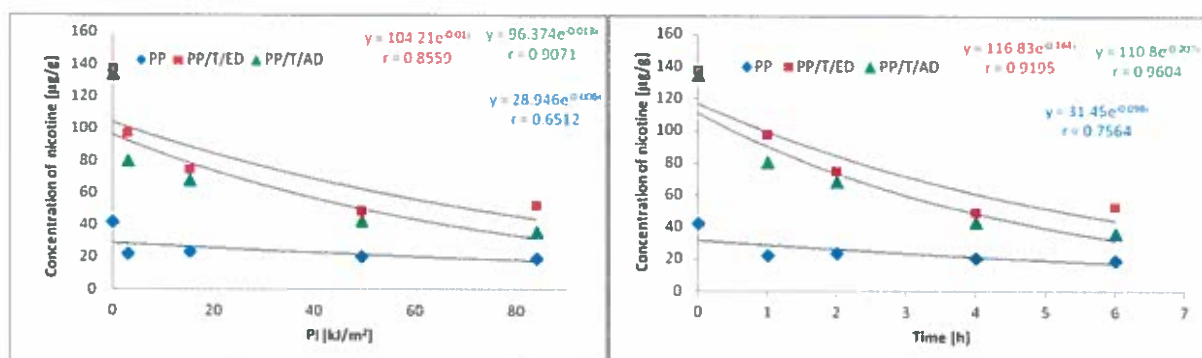
Na podstawie badań stwierdziłam także, że rozkład nikotyny w najbardziej podanych na zanieczyszczenie włóknach polipropylenowych można przyspieszyć poprzez ich modyfikację

fotokatalityczną. Nadanie tym włóknom właściwości przyspieszania rozkładu fotolitycznego nikotyny, bez pogorszenia ich podstawowych cech, było podstawowym celem kierowanego przeze mnie projektu badawczego własnego NS08 440736 Włókna PP modyfikowane TiO_2/Ag o ograniczonej podatności do kumulowania nikotyny. Celem naukowym projektu było zbadanie mechanizmu sorpcji i desorpcji nikotyny na włóknach polipropylenowych, które stosowane są w wyrobach wyposażenia wnętrz oraz porównanie kinetyki rozkładu fotolitycznego nikotyny na włóknie PP niemodyfikowanym i modyfikowanym TiO_2/Ag . Zastosowana modyfikacja powierzchniowa włókna, oparta jest na aktywatorze rozkładu - ditlenku tytanu z nanocząstkami srebra (TiO_2/Ag), a efektywność fotokatalityczna oceniona na podstawie szybkości rozkładu nikotyny, wg opracowanego w ramach projektu stanowiska badawczego i metodyki badań. Przeprowadziłam również badania wpływu zastosowanej modyfikacji fotokatalitycznej na właściwości fizykochemiczne włókien; tj. odporność na światło, wytrzymałość mechaniczna, energia powierzchniowa, właściwości termiczne.



Rys. 2 Włókno PP modyfikowane TiO_2/Ag ; widok ogólny i powierzchnia włókna.

Opracowane włókna polipropylenowe (PP) modyfikowane TiO_2/Ag , przyspieszają rozkład nikotyny, jednocześnie zachowując podstawowe cechy fizykochemiczne i użytkowe. Szybkość rozkładu nikotyny w zależności od dawki promieniowania i czasu naświetlania ma charakter wykładniczy.



Rys.3 Zmiany stężenia nikotyny we włóknach polipropylenowych; niemodyfikowanych (PP) i modyfikowanych TiO_2/Ag (PP/T/ED – dyspersja etanolowa, PP/T/AD – dyspersja w powietrzu) w zależności od dawki promieniowania światła słonecznego i czasu naświetlania.

W zależności od sposobu modyfikacji włókna i źródła nikotyny, jest ona 1,5 do 2 razy większa niż dla włókien niemodyfikowanych (Rys. 3). Stwierdziłam również, że szybszy rozkład nikotyny wykazują włókna modyfikowane ditlenkiem tytanu domieszkowanym nanosrebrem (TiO_2/Ag) niż włókna modyfikowane ditlenkiem tytanu (TiO_2) (około 1,7x). Reakcje z udziałem półprzewodników, w tym z udziałem TiO_2 , należą do katalizowanych reakcji fotochemicznych. Naniesienie metali na powierzchnię TiO_2 wzmacnia działanie fotokatalityczne poprzez przyspieszenie przejścia elektronów do cząsteczek tlenu. Dlatego depozycja metali grupy VIII lub metali szlachetnych na powierzchni fotokatalizatora skutkuje poprawą szybkości przejścia elektronów do tlenu i tym samym wydajności kwantowej. W przypadku półprzewodników przerwa energetyczna jest mała i wynosi 1-3 eV. Absorpcja fotonu o energii tego rzędu powoduje przeniesienie elektronu do pasma przewodnictwa, a w tym czasie w paśmie walencyjnym powstaje nie obsadzony poziom energetyczny (dziura). Dziura może się przemieszczać podobnie jak elektrony i po migracji obu tych ładunków do powierzchni naświetlonego półprzewodnika może następować wyłapywanie ich przez reagent. Aby zwiększyć wydajność powierzchnia półprzewodnika może być modyfikowana, np. poprzez dodanie metalu, który zmniejsza wartość stałej szybkości rekombinacji dziura-elektron, a tym samym powoduje wzrost wydajności kwantowej procesu fotokatalitycznego. Zastosowana modyfikacja TiO_2/Ag przyspiesza również rozkład drugiego markera ETS, 3-winylopirydyny (około 2x).

Na podstawie badań przyspieszonego starzenia pod wpływem światła sztucznego, o widmie zbliżonym do widma słonecznego, polegających na ocenie zmian wytrzymałości i wydłużenia oraz wyglądu powierzchni włókien modyfikowanych TiO_2/Ag i niemodyfikowanych, stwierdziłam, że TiO_2/Ag naniesiony na powierzchnię włókien PP nie obniża ich odporności na światło słoneczne. Stanowi to istotne osiągnięcie, ponieważ na podstawie danych literaturowych nie można było zdecydowanie stwierdzić, czy naniesiony powierzchniowo TiO_2/Ag nie powoduje fotooksydacyjnej degradacji włókien PP. Polipropylen jest węglowodorem nasyconym, nie zawierającym grup absorbujących światła UV długości fali mniejszej od 290 nm, absorbowanego całkowicie przez atmosferę ziemską, powinien więc być odporny na działanie światła słonecznego. Włókna PP zawierają jednak pewną ilość grup chromoforowych, powstałych podczas polimeryzacji i formowania wskutek oksydacji termicznej, które absorbując światło o długości większej niż 290 nm powodują bardzo powolną fotooksydację. Pod wpływem światła słonecznego tworzą się w izotaktycznym PP grupy karboksylowe i wodorotlenowe i w skutek tego włókna ulegają dalszej degradacji. Dla opracowywanych w ramach projektu włókien siła zrywająca włókna modyfikowanego, naświetlanego dawką do 8700 kJ/m^2 nie zmienia się, a wydłużenie nieznacznie maleje. Większe zmiany wytrzymałości miało włókno niemodyfikowane. Analiza mikroskopowa powierzchni naświetlanych włókien nie wykazała uszkodzeń w postaci poprzecznych pęknięć, charakterystycznych dla degradacji fotooksydacyjnej włókien PP. Opracowana modyfikacja nie ma również negatywnego wpływu na

właściwości termiczne włókien (temperatury: krystalizacji, topnienia i degradacji).

Opracowana metoda dyspergowania aktywatorów rozkładu organicznych zanieczyszczeń - ditlenków tytanu domieszkowanych i niedomieszkowanych nanocząstkami srebra, w wodzie i w etanolu, z zastosowaniem niejonowych dyspergatorów, zapewnia możliwość aplikacji dyspersji w procesie przędzenia włókien polipropylenowych oraz stabilność w czasie potrzebnym do wytworzenia włókien. Druga opracowana metoda modyfikacji powierzchniowej polega na aplikacji aktywatorów z aerozolu w trakcie przędzenia włókien. Opracowane włókna o zmniejszonej sorpcji i kumulacji lotnych substancji zanieczyszczających i sposób produkcji takiego włókna, zostały objęte ochroną patentową [P.394633]. Opracowany prototyp materiału włókienniczego do sorpcji i rozkładu nikotyny z ETS, w oparciu o opracowane modyfikowane włókna PP i włókna bawełny, również został objęty ochroną patentową [P.400017]. Wykonany zakres badań interdyscyplinarnych wnosi istotny postęp w aktualnym stanie wiedzy w zakresie nanotechnologii włókienniczych, a opracowane rozwiązania stanowią nowość w inżynierii materiałów włókienniczych. Zastosowanie modyfikowanych powierzchniowo włókien polipropylenowych o właściwościach fotokatalitycznych, między innymi we włókienniczych wyrobach wyposażenia wnętrza, może wpłynąć korzystnie na kształtowanie jakości powietrza pomieszczeń zanieczyszczanych dymem tytoniowym (ETS) i przyczynić się do ograniczenia problemu palenia biernego; Second-Hand Smoking (SHS) i Third-Hand Smoking (THS), a tym samym ograniczyć ekspozycję na silnie uzależniającą nikotynę.

Kontynuacją badań nad modyfikacją fotokatalityczną jest opracowanie w ramach kierowanego przeze mnie indywidualnego projektu kluczowego POIG.01.03.01-00-004/08 Funkcjonalne nano- i mikromateriały włókiennicze, metod fotokatalitycznej modyfikacji powierzchni włókien, przędz oraz wytworzonych z nich wyrobów. Polegają one na bezpośredniej syntezie na powierzchni włókna i otrzymaniu nanopowłok fotokatalitycznych ditlenku tytanu w postaci krystalograficznej anatazu, o zróżnicowanej strukturze i stopniu rozwinięcia (gładka i porowata), metodą sol-żel z następczą obróbką niskotemperaturową plazmą powietrzną i/lub kalcynacją. Przed aplikacją zolu, powierzchnia włókien jest modyfikowana plazmą w zróżnicowanych parametrach moc/czas.

Rozwiązania te są objęte ochroną patentową [P.405177] oraz [P.405204].

Ref.: Publikacje poz. 2,3,4,6,7,10,11, zgłoszenia patentowe poz. 1, 4, 6, 7.

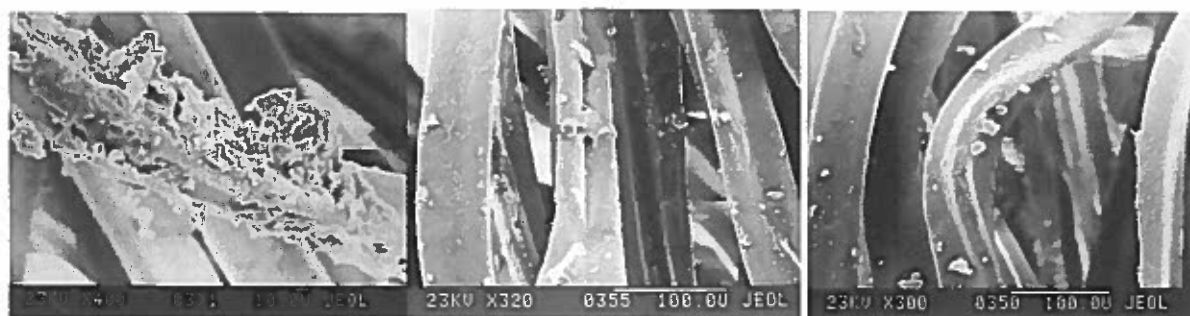
2.2. Ochrona przed mikroorganizmami.

Szacuje się, że około 1-2% ludności świata jest dotkniętych alergią na roztocze kurzu domowego (65-130 mln), a populacja osób uczulonych na te alergeny nadal wzrasta. Wyniki Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANE S III) wykazały, że 27,5 % populacji Stanów Zjednoczonych w grupie wiekowej 6-59 lat, ma pozytywny wynik testu skórniego na działanie alergenów roztoczy kurzu domowego. Alergeny odroztocze są przyczyną poważnych schorzeń, takich jak astma oskrzelowa. W latach 1960 – 2000 występowanie (prevalence of asthma) astmy w Australii wzrosło blisko dwukrotnie. Roztocze kurzu domowego występują na całym świecie. W Europie pomieszczenia są zasiedlane głównie przez *Dermatophagoides pteronyssinus* (DP) oraz *Dermatophagoides farinae* (DF), w mniejszym stopniu przez *Euroglyphus manyei* (EM) (Astigmatina, Pyroglyphidae). W polskich mieszkaniach bytują najczęściej DF (67%), wobec 17,6% DP i 1,6% EM. Roztocze z rodzaju *Dermatophagoides* zasiedlają przede wszystkim łóżka i meble tapicerowane, a wtórnie wykładziny podłogowe i inne miejsca, w których mają zapewnione pożywienie i warunki do rozwoju. Temperatura powietrza 21-28°C i wilgotność względna powietrza (RH) 60-80%, to optymalne warunki do rozmnażania i rozwoju. Poniżej 15°C i powyżej 35°C oraz powyżej 80% RH rozwój zostaje tylko zwolniony. W stanie ograniczonego dostępu do wody, regulując proces sorpcji poprzez gruczoły suprakoksalne, roztocze mogą przetrwać do kilku miesięcy, szybko odnawiając populację w korzystnych warunkach. Alergeny roztoczy kurzu domowego znajdują się głównie w odchodach oraz w niektórych fragmentach obumarłych osobników i mogą być przenoszone w sposób pasywny. **Ograniczanie ekspozycji na alergeny roztoczy kurzu domowego powinno mieć charakter kompleksowy.** Sposób zwalczania roztoczy uzależniony jest między innymi od miejsca ich bytowania. W pomieszczeniach roztocza zwalcza się metodami chemicznymi, fizycznymi. W przypadku materacy i pościeli najczęściej stosuje się pokrowce ograniczające dostęp roztoczy do tych miejsc bytowania, a także częste pranie bielizny pościelowej i okresową dezynsekcję chemiczną oraz obróbkę nisko- i wysokotemperaturową. W odniesieniu do pokryć podłogowych takie rozwiązania są możliwe tylko w ograniczonym zakresie. Jednym ze sposobów jest specjalistyczne czyszczenie podciśnieniowe oraz wysokotemperaturowe. Ze względu na trwałość użytkową włókienniczych pokryć podłogowych zabiegów tych nie można przeprowadzać zbyt często, a w odniesieniu do niektórych rodzajów WPP są one niemożliwe. Najczęściej praktykowana jest okresowa dezynsekcja, najczęściej środkami na bazie benzoesanu benzylu (Acarosan). Ocena skuteczności działania aplikowanych okresowo akaricydów, opartych na tym związku, jest dobrze udokumentowana w piśmiennictwie. Biorąc pod uwagę rozbudowaną strukturę wykładzin, penetracja tak aplikowanych środków roztoczobójczych jest utrudniona, a ponadto pozostaje problem usunięcia martwych, nadal alergennych roztoczy i ich odchodów. Bez systematycznego stosowania Acarosanu stężenie alergenów, w ciągu krótkiego czasu wraca do pierwotnego poziomu. Korzystniejszym rozwiązaniem jest nadanie wyrobom

włókienniczym cech, które nie sprzyjają zasiedlaniu, rozwojowi i zanieczyszczaniu ich przez roztocze kurzu domowego. Celem kierowanych przeze mnie badań było opracowanie modyfikowanych bioaktywnie włókienniczych pokryć podłogowych i układów włókien na rozwój roztoczy kurzu domowego *Dermatophagoides farinae* DF na podstawie eksperymentu hodowlanego.

Włókiennicze pokrycia podłogowe (WPP) są ważnym elementem wyposażenia wnętrz mieszkalnych oraz użyteczności publicznej, wpływającym nie tylko na estetykę, ale i komfort przebywania w pomieszczeniach. Jednocześnie uznaje się je za siedlisko roztoczy kurzu domowego, a tym samym przyczynę rozwoju alergii pochodzenia odroztoczoowego. Istnieje przekonanie, że należy usuwać dywany i wykładziny podłogowe z pomieszczeń użytkowanych przez osoby z rozpoznaną alergią na roztocze kurzu domowego. Wykazano, że wraz z usunięciem WPP w powietrzu zwiększa się zawartość cząstek kurzu i alergenów. Nawet niewielki ruch powietrza powoduje wzbijanie się kurzu z gładkiej powierzchni podłogi i unoszenie go w strefie oddychania. W efekcie narażenie układu oddechowego wzrasta. Jeżeli w pomieszczeniu znajdują się WPP zjawisko to jest w naturalny sposób ograniczane. Wykładziny włókiennicze o cech niesprzyjających zasiedlaniu i rozwojowi roztoczy mogą więc spełniać rolę swoistego filtra, który jak każdy inny filtr należy utrzymywać w czystości.

W ramach kierowanego przeze mnie projektu badawczego własnego 4 T08E 035 23 Włókiennicze pokrycia podłogowe o właściwościach antyroztozczowych opracowałam włókiennicze pokrycia podłogowe (WPP) o właściwościach wielofunkcyjnych, które stwarzają niekorzystne warunki do zasiedlania i rozwoju roztoczy kurzu domowego. Opracowane rozwiązania zostały zweryfikowane doświadczalnie na podstawie eksperymentu hodowlanego i oceny kinetyki zaniku populacji roztoczy *Dermatophagoides farinae* oraz oceny skuteczności modyfikacji antyadhezyjnej włókien WPP, mającej na celu ograniczenie kontaminacji alergennymi odchodami roztoczy i ułatwienie usuwania zanieczyszczeń. WPP wytworzone techniką igłową (tufting) składają się z polipropylenowej warstwy nośnej, poliamidowej warstwy użytkowej - okrywy oraz warstwy spodniej z usieciowanej żywicy butadienowo-styrenowej. Warstwa spodnia oraz okrywa WPP zostały zmodyfikowane bioaktywnie (Actigard® AM 21-16 i Actigard® AM 98-12), a okrywa również antyadhezyjnie, w celu nadania właściwości antybrudowych (Texguard AS).



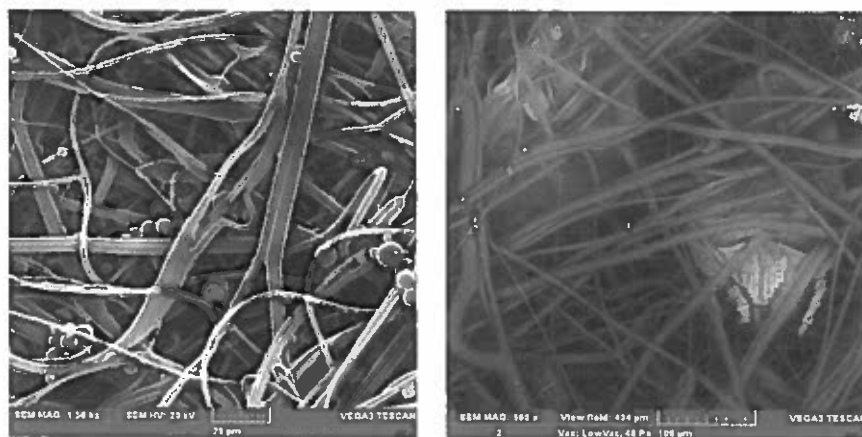
Rys. 4 Obrazy mikroskopowe włókien tworzących okrywę wykładzin podłogowych po przeprowadzeniu eksperymentu hodowlanego: a) niemodyfikowanej, b) i c) modyfikowanych [Ref.9].

NE

Wykazałam, że oba biomodyfikatory działają hamująco na rozwój populacji roztoczy, przy czym skuteczniejszy jest Actigard® AM 98-12. Populacja roztoczy na próbach kontrolnych rozwijała się, obserwowano duże ilości stadiów młodocianych (larwy, protonimfy, tritonimfy) i jaj przez cały czas trwania eksperymentu. W próbach modyfikowanych nastąpiło wyraźne zmniejszenie liczby stadiów młodocianych, a w próbie z Actigard® AM 98-12, po trzecim dniu występowały wyłącznie dorosłe osobniki (zupełny brak jaj i stadiów larwalnych). Analiza kinetyki zmian liczebności roztoczy na podstawie porównania współczynników nachylenia prostych, wyznaczonych dla przedziału czasowego obejmującego okres, w którym nastąpiło wyginięcie populacji na próbie z Actigard® AM 98-12, wykazuje, że w próbie kontrolnej populacja rozwija się (współczynnik kierunkowy prostej wynosi 9,2), a w próbie z Actigard® AM 98-12 (-12,0) zanika szybciej niż z Actigard® AM 21-16 (-9,1). Wcześniej nie prowadzono tego rodzaju badań kinetyki zaniku populacji roztoczy w materiałach włókienniczych. Nieliczne publikowane prace dotyczyły głównie wpływu akarycydów na zawartość alergenów (Der p I i Der f I) w próbach kurzu, materacach czy dywanach. Podobnie nowatorskim podejściem było wykazanie, że energia powierzchniowa mikroorganizmów i wydzielanych przez nie odchodów jest ważnym parametrem wpływającym na ich adhezję do powierzchni włókien. Głównym składnikiem błony perytroficznej otaczającej alergizujące kulki fekalne roztoczy, zawierające niestrawione resztki pokarmu i enzymy trawienne, jest chityna, polimerowy wielocukier, o dużej liczbie grup mogących tworzyć mostki wodorowe, a więc też o dużej energii powierzchniowej, zwłaszcza jej składowej polarnej. Energia powierzchniowa niemodyfikowanych włókien jest również duża. Zastosowana modyfikacja antyadhezyjna obniżyła energię powierzchniową włókien w próbach modyfikowanych i zmieniała wyjściowe proporcje składowych dyspersyjnej i polarnej. Teoretyczna wartość energii powierzchniowej dla kulek fekalnych wynosi $\gamma_{kf} = 53,75 \text{ mJ/m}^2$. Odwracalna praca adhezji wg zależności Dupré dla układu kulki fekalne i włókna próby kontrolnej i prób modyfikowanych, która jest miarą siły przyczepności cieczy do ciała stałego, wynosiła odpowiednio $23,22 \text{ mJ/m}^2$ i $11,84 \text{ mJ/m}^2$. Takie obniżenie wartości odwracalnej pracy adhezji skutkuje ograniczeniem przyczepności i ułatwieniem usuwania z pokrycia podłogowego alergizujących odchodów. Czyszczenie wykładzin modyfikowanych jest skuteczniejsze. Na obrazach mikroskopowych (rys.4), wykonanych po zakończeniu eksperymentu hodowlanego, widoczne jest największe zanieczyszczenie na próbie kontrolnej. Włókna prób modyfikowanych zawierają pojedyncze kulki fekalne i cząstki zanieczyszczeń. Modyfikacja antyadhezyjna zabezpieczyła powierzchnię włókien przed zanieczyszczeniem kulkami fekalnymi i składnikami pokarmu oraz ułatwiła usuwanie tych zanieczyszczeń i martwych roztoczy z WPP. Po zakończeniu eksperymentu hodowlanego, najniższą zawartość alergenu wyznaczoną za pomocą testu *Acarex test®* (Allergopharma), który wykazuje zawartość guaniny w kurzu, pochodzącej z odchodów, zawierała wykładzina z Actigard® AM 21-16, która w najkrótszym czasie uniemożliwiła rozwój populacji

roztoczy. Zastosowana metodyka badań hodowlanych pozwala na ocenę zmian w populacji roztoczy w WPP. Umożliwia również oszacowanie, jak szybko działają zastosowane akarycydy, w optymalnych dla *Dermatophagoides farinae* warunkach klimatycznych i żywieniowych.

W ramach kierowanego przeze mnie indywidualnego projektu kluczowego PO IG.01.03.01-00-004/08 Funkcjonalne nano- i mikromateriały włókiennicze, kontynuowałam badania nad materiałami włókienniczymi o właściwościach antyroztozczowych (rys. 5). Badania prowadziłam na dwóch czterowarstwowych układach włóknin polipropylenowych: A - dwie wewnętrzne włókniny pneumatyczne i dwie zewnętrzne włókniny osłonowe spun-bonded, B – wewnętrzna włóknina osłonowa spun-bonded, wewnętrzna włóknina igłowana, wewnętrzna włóknina pneumatyczna, zewnętrzna włóknina osłonowa spun-bonded. Oba układy były modyfikowane bioaktywnie. Jako materiał bioaktywny zastosowałam biodegradowalne bioaktywne mikrosfery wytworzone przez Centrum Badań Makro i Mikromolekularnych PAN (Poland). Efektem tych badań są dwa układy włóknin modyfikowane bioaktywnie mikrosferami z poli(L-laktydu) o masie cząsteczkowej 10 000 domieszkowanego triclosanem w ilości 5% wagowych, o skuteczności antyroztozczowej wykazanej na podstawie eksperymentu hodowlanego populacji roztoczy kurzu domowego *Dermatophagoides farinae*. Negatywny wpływ na rozwój populacji jest silniejszy (znamienny statystycznie) w przypadku układów modyfikowanych mikrosferami niż niemodyfikowanych. Silniejsze działanie ograniczające rozwój populacji roztoczy wykazują układy napawane kąpielą zawierającą 10% bioaktywnych mikrosfer w porównaniu z układami modyfikowanymi kąpielami o zawartości 2,5% mikrosfer (znamienny statystycznie). Układ B zbudowany z wewnętrznej włókniny osłonowej spun-bonded, wewnętrznej włókniny igłowanej, wewnętrznej włókniny pneumatycznej i zewnętrznej włókniny osłonowej spun-bonded, modyfikowany dyspersją zawierającą 10% mikrosfer najskuteczniej ogranicza rozwój populacji *Dermatophagoides farinae*. Jednocześnie stwierdziłam, że blisko pięciokrotny wzrost stężenia triclosanu (z 0.26 do 1.22 wt%) nie powoduje znaczącego wzrostu szybkości zaniku populacji roztoczy.



Rys. 5 Włóknina modyfikowana mikrosferami oraz martwe osobniki *Dermatophagoides farinae* w strukturze włókniny [Ref.1].

RE

Opracowane układy włókninowe mogą być zastosowane w workach do odkurzaczy, jako podkłady w łózkach i dywanach oraz w meblach tapicerowanych. Ze względu na zastosowany rodzaj biomodyfikatora o właściwościach biodegradowalnych, wydłużony jest okres ich bioaktywności. Środek bioaktywny jest uwalniany z mikrosfer stopniowo wraz z biodegradacją polilaktydu. Opracowane układy włókninowe są objęte ochroną patentową [P.406395].

Działanie bioaktywne srebra i nanosrebra jest dobrze udokumentowane, pomimo, że dokładny mechanizm jego działania na mikroorganizmy nie jest do końca poznany i nadal jest przedmiotem badań. W ramach kierowanego przeze mnie indywidualnego projektu kluczowego PO IG.01.03.01-00-004/08 Funkcjonalne nano- i mikromateriały włókiennicze, prowadzone były badania nad bioaktywną modyfikacją materiałów włókienniczych za pomocą stabilnego koloidu nanosrebra o stężeniu 100 ppm i średnim rozmiarze nanocząstek $\text{Ag } 45 \pm 8 \text{ nm}$. Z tego zakresu tematycznego została również zrealizowana i obroniona w 2012 roku praca magisterska Pani Patrycja Łyczkowskiej, pt. "Zastosowanie nanocząstek srebra do impregnacji materiałów włókienniczych", Uniwersytet Łódzki, Katedra Technologii i Chemii Materiałów i Instytut Włókiennictwa, Zakład Naukowy Niekonwencjonalnych Technik i Wytrobów Włókienniczych, Instytut Włókiennictwa, której jestem kopromotorem. Koloid nanosrebra, wytworzony na Uniwersytecie Łódzkim, aplikowany był na włókniny wytworzone techniką igłowania wodnego (Hydronina) o składzie jednorodnym: wiskoza 100% i poliester 100% oraz mieszanym wiskoza-poliester 50%/50%, nieaktywowane i aktywowane w plazmie powietrznej. Moja rola polegała na koncepcji modyfikacji na wyselekcjonowanych włókninach o zróżnicowanych właściwościach fizyko-chemicznych i użytkowych oraz opracowaniu programu oceny wpływu modyfikacji plazmą włóknin na jej właściwości powierzchniowe i efektywność aplikacji koloidu nanosrebra na podstawie badań kąta zwilżania metodą dynamiczną i Washburna. Na podstawie wyznaczonych wartości swobodnej energii powierzchniowej i jej składowych polarnej i dyspersyjnej oraz odwracalnej pracy adhezji, analizy topografii techniką AFM oraz morfologii powierzchni techniką elektronowej mikroskopii skaningowej i jakościowej oraz ilościowej mikroanalizy rentgenowskiej SEM/EDS oraz oceny wpływu topografii powierzchni na rozmieszczenie i udział nanocząstek Ag na powierzchni włóknin techniką mapowania chemicznego rozkładu pierwiastków, magistrantka wykazała, że w przypadku włókniny poliestrowej aktywacja w plazmie powietrznej spowodowała zmiany topografii powierzchni i rozwinięcie powierzchni elementarnych włókien (blisko dwu i półkrotny wzrost chropowatości), wzrost zwilżalności i adhezji (blisko trzykrotny wzrost składowej polarnej swobodnej energii powierzchniowej), a w efekcie trzykrotny wzrost ilości osadzonych nanocząstek srebra na włókninie. W przypadku aktywowanej plazmą włókniny wiskozowej nastąpił dwukrotny wzrost ilości osadzonych nanocząstek srebra. Poprawa rezultatów aplikacji koloidu dla aktywowanej plazmą włókniny

poliestrowo-wiskozowej jest wypadkową efektów uzyskanych dla włókien o jednorodnym składzie. Aktywacja warstwy wierzchniej włókien poprawia ich zwilżalność zolem oraz właściwości adhezyjne, zwiększając efektywność aplikacji. Opracowany sposób modyfikacji umożliwia otrzymanie bioaktywnych materiałów włókienniczych, które mogą być wykorzystane między innymi w odzieży, obuwiu, środkach higieny oraz wyrobach medycznych i technicznych.

Ref.: Publikacje poz. 1, 9, 11, zgłoszenie patentowe poz. 5

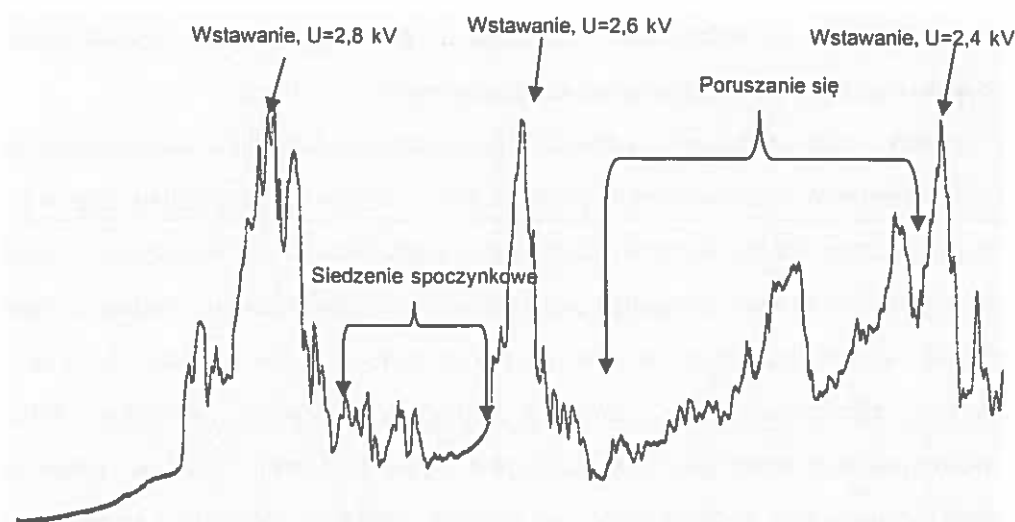
2.3. Ochrona przed skutkami elektryczności statycznej.

Negatywne skutki elektryczności statycznej, takie jak bezpośrednie i pośrednie niekorzystne oddziaływanie na człowieka, zakłócenia procesów technologicznych, uszkodzenie/zniszczenie produktów i pożarowo – wybuchowe, wynikają z pól elektrycznych wytwarzanych przez naelektryzowane obiekty oraz wyładowań elektrostatycznych

Podatność do elektryzacji statycznej i zdolność odprowadzania ładunków elektrostatycznych, jest istotną cechą materiałów włókienniczych. Właściwości te odgrywają szczególną rolę w przypadku materiałów, przeznaczonych do obszarów zagrożonych wybuchem oraz pomieszczeń z urządzeniami elektronicznymi. W tym drugim przypadku jest to bardzo istotny problem, ponieważ wyładowania elektrostatyczne powodować mogą znaczne szkody, zarówno w czasie produkcji jak i eksploatacji. Warunki produkcji elementów elektronicznych są szczególnie zaostrzone, również w odniesieniu do zagrożeń elektrycznością statyczną (tzw. specjalne obszary czyste). Jeżeli w pomieszczeniach wyposażonych w aparaturę elektroniczną, zastosowane zostaną materiały i sprzęty o wysokiej podatności do generowania ładunków elektrostatycznych i/lub małej skłonności do ich odprowadzania, dochodzi nie tylko do zakłóceń w pracy tych urządzeń, ale nawet trwałych uszkodzeń. Wyładowania elektrostatyczne związane z pozbyciem się tych ładunków są realnym źródłem zagrożeń. W „środowiskach elektronicznych”, szczególnie narażonych na skutki elektryzacji statycznej, czynnik ten często nazywany jest jako „invisible killer”. Wszystkie elementy, w tym, wyroby włókiennicze, znajdujące się w strefach chronionych przed ESD, muszą być selekcionowane pod kątem podatności do elektryzacji statycznej i zdolności odprowadzania lub rozpraszania ładunków elektrycznych. Ubiór pracowników zatrudnionych w strefach zagrożonych wybuchem powinien nie tylko trwale chronić przed warunkami zewnętrznymi, ale sam nie może być przyczyną zainicjowania wybuchu wskutek wyładowania elektrostatycznego, spowodowanego nadmierną kumulacją ładunków elektrostatycznych i brakiem możliwości ich odprowadzenia.

Podczas użytkowania krzeseł nieodpowiednich z punktu widzenia ochrony antyelektrostatycznej, może występować generowanie ładunków elektrostatycznych. W przypadku nadmiernego ich kumulowania i braku możliwości odprowadzania, na ciele człowieka powstaje napięcie

elektrostatyczne rzędu nawet kilkudziesięciu kV. W momencie dotknięcia np. elementów uziemionych następuje wyładowanie elektrostatyczne, często połączone z przeskokiem iskry. Wyzwolona energia może uszkodzić lub zniszczyć urządzenia elektroniczne. Ze względu na różnorodność podzespołów elektronicznych i ich zróżnicowaną wrażliwość na ładunki elektrostatyczne, uszkodzenie to może spowodować natychmiastową awarię lub stanowić początkowe ogniwo w późniejszym łańcuchu destrukcji. Obecnie najczęściej używane przez użytkowników komputerów krzesła, mają obicia tapicerowane wykonane z niemodyfikowanych antystatycznie włókien syntetycznych, a ich konstrukcja nie umożliwia odprowadzania ładunku do podłoża. Na rysunku 6 przedstawiony jest przykładowy zapis napięcia elektrostatycznego rejestrowanego na operatorze komputera, siedzącym na krześle i wykonującym rutynowe czynności.



Rys. 6 Przykładowa rejestracja napięcia elektrostatycznego na operatorze komputera, użytkującego powszechnie stosowane krzesło na rolkach [Ref. 8].

Współczesne materiały włókiennicze w dużej mierze mają charakter materiałów kompozytowych, w skład których, oprócz standardowych i modyfikowanych polimerów włóknotwórczych, wchodzi również materiały niewłókniste. Każdy ze składników może wykazywać między innymi różne właściwości elektryczne. Dobór surowcowy i sposób łączenia poszczególnych elementów składowych decydują o wypadkowych właściwościach użytkowych wyrobu, w tym właściwościach elektrostatycznych. Istotne jest przy tym, że niektóre włókna, korzystne ze względów wytrzymałościowo-estetycznych, nie zawsze charakteryzują się dobrymi właściwościami elektrycznymi - zarówno w aspekcie podatności do generowania ładunków elektrostatycznych jak i ich "pozbywania się". W zakresie włókien konduktywnych istnieje wiele możliwości. W przypadku np. włókien poliamidowych ograniczenie podatności do elektryzacji uzyskuje się między innymi poprzez modyfikację struktury cząsteczkowej, wzbogacenie polimeru o nierozpuszczalne w nim hydrofilowe

no

addukty, metalizowanie niklem, obróbkę solami miedzi, dodatek składników przewodzących (włókna dwuskładnikowe np. typu C/C, M/F), itp. Modyfikacja przędz, dodatek włókien konduktywnych, nanoszenie warstw powlekających o właściwościach antyelektrostatycznych na tkaniny, dzianiny lub włókniny znacznie rozszerza możliwości uzyskania wyrobów o założonych właściwościach elektrostatycznych. Praktykowana często obróbka wykończalnicza wyłącznie za pomocą chemicznych środków antystatycznych nie jest rozwiązaniem trwałym w warunkach użytkowania. W wyniku procesów konserwacyjnych następuje utrata funkcji ochronnych przed elektrycznością statyczną. Ten aspekt jest uwzględniony w standardowych procedurach badania, które przewidują badanie wyrobów przed i po wielokrotnych procesach konserwacji. Materiały spełniające rolę ochronną i mające wpływ na bezpieczeństwo powinny charakteryzować się trwałymi właściwościami antystatycznymi (permanent antistatic). Konieczna jest ich odpowiednia funkcjonalizacja począwszy od doboru surowców, włókien lub przędz konduktywnych i projektowanie struktur, po wykończenie.

Ocenę właściwości elektrostatycznych wykonuje się w oparciu o różne wskaźniki, ale w przypadku materiałów specjalnego przeznaczenia, wskazane jest przeprowadzenie oceny kompleksowej. Najczęściej stosuje się napięcie elektrostatyczne jako wskaźnik podatności do elektryzacji, rezystancję skrośną, upływu, powierzchniową jako parametr charakteryzujący zdolność materiału do odprowadzania powstających ładunków oraz czas zaniku ładunku (wyznaczany metodą indukcyjną, tryboelektryczną, wyładowań koronowych), informujący o podatności materiału do generowania i pozbywania się ładunków elektrostatycznych. Stosowane są także metody symulujące użytkowanie wyrobów włókienniczych, np. test chodzenia w przypadku wykładzin podłogowych. Parametry elektrostatyczne materiałów mogą być zróżnicowane w zależności od przeznaczenia użytkowego i poziomu ochrony przed ESD. Wpływa to na ekonomiczny aspekt wytwarzania tego rodzaju materiałów. W ramach kierowanego przeze mnie międzynarodowego projektu E! 3422 UPTEXEL Nowoczesne materiały tapicerskie o właściwościach antyelektrostatycznych, zostały opracowane trudno zapalne tkaniny i dzianiny o trwałych właściwościach antyelektrostatycznych: rezystancji skrośnej i powierzchniowej w zakresie 10^3 - $10^9 \Omega$, czasie zaniku ładunku $t_{50} < 4s$, spełniające kryterium czasu zaniku ładunku związane z metodą wyładowań koronowych - $t_{1/e} < 0,5s$. Wartości napięcia na operatorze dla krzesła obitego opracowanymi materiałami są około 10 krotnie niższe niż dla powszechnie stosowanych krzesel, odpowiednio 0,1-0,5 kV i 1,0-4,0 kV w zależności od układu materiał obiciowy – materiał odzieży. Ze względów bezpieczeństwa i komfortu opracowane materiały obiciowe powinny być stosowane w miejscach użyteczności publicznej, w strefach chronionych przed skutkami ESD, środkach lokomocji, itp. Przykłady takich rozwiązań pokazałam na rys. 7 i 8.



a)

b)

c)

Rys. 7 Trudnozapalna przędza antyelektrostatyczna (a) oraz wykonana z niej struktura dziana (b,c).



a)

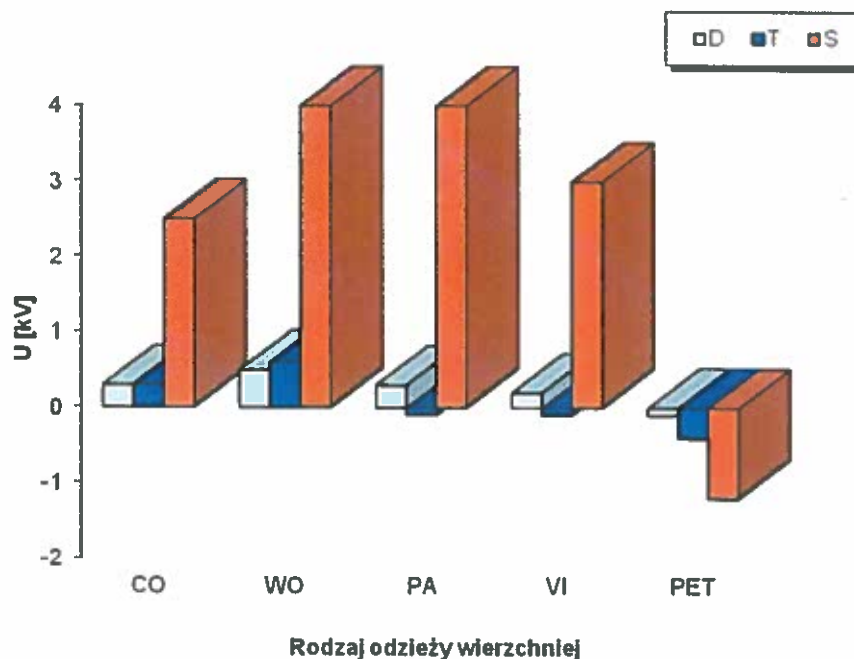
b)

c)

Rys. 8 Materiały tkane o trwałych właściwościach trudno zapalnych i antystatycznych: tkanina reliefowa (a), tkanina żakardowa (b), tkanina nicielnicowa (c) [Ref.8].

Kompleksowe badania podatności elektrostatycznej w oparciu o powyższe wskaźniki oraz badania użytkowe – test krzesła, przeprowadzone w temperaturze 23°C, i wilgotności względnej 25 % wykazały, że opracowane materiały charakteryzują się właściwościami ochronnymi wobec elektryczności statycznej. Koncepcja badań - test krzesła, jest moim oryginalnym opracowaniem autorskim. Polega na badaniu zarówno rezystancji powierzchniowej i upływu dla krzesła obitego materiałami, jak również napięcia elektrostatycznego generowanego na użytkowniku krzesła, ubranego w odzież wykonaną z różnych włókien konwencjonalnych (bawełna, wełna, poliamid, poliakrylonitryl, wiskoza, poliester), reprezentatywnych dla różnego położenia w szeregu tryboelektrycznym oraz materiałów z włóknami konduktywnymi. Opracowana metoda umożliwia ocenę wartości napięcia generowanego na użytkowniku krzesła.

Na rys. 9 przedstawiłam wyniki badań napięcia elektrostatycznego wytwarzanego na użytkowniku krzesła, przeprowadzonych dla zróżnicowanych układów materiałów obiciowych (dzianina (D) i tkanina (T) o trwałych właściwościach antyelektrostatycznych, tkanina (S) powszechnie stosowana na krzesła na rolkach) i odzieży wierzchniej użytkownika (bawełna (CO), wełna (WO), poliamid 6 (PA), wiskoza (VI), poliester (PET)).



Rys. 9 Napięcie elektrostatyczne na użytkowniku krzesła obitego dzianiną (D), tkaniną (T) o trwałych właściwościach antyelektrostatycznych oraz tkaniną (S) powszechnie stosowaną na krzesła na rolkach. Odzież wierzchnia użytkownika wykonana z bawełny (CO), wełny (WO), poliamidu 6 (PA), wiskozy (VI), poliestru (PET).

Opracowana metoda jest także pomocnym narzędziem do projektowania materiałów o zaprogramowanych właściwościach elektrostatycznych, dostosowanych do ich przeznaczenia użytkowego. W strefach chronionych przed skutkami elektryczności statycznej można poprawić warunki bezpieczeństwa poprzez odpowiedni dobór siedziska i odzieży wierzchniej.

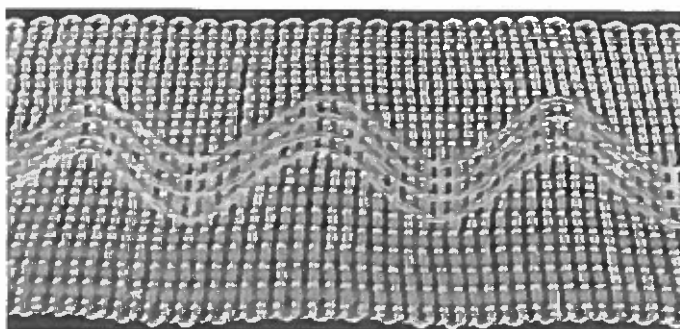
W ramach kierowanego przeze mnie tematu III-go bloku tematycznego - Materiały barierowe chroniące przed skutkami elektryczności statycznej, realizowanego w ramach projektu kluczowego PO IG.01.03.01-00-006/08 Barrierowe materiały nowej generacji chroniące człowieka przed szkodliwym działaniem środowiska, kontynuowałam badania z tego zakresu, opracowując nowe rozwiązania i technologie wytwarzania materiałów antyelektrostatycznych o zróżnicowanych właściwościach przewodzących, rozpraszających i antyelektrostatycznych odpowiednich do różnych zastosowań, takie jak: nitka elektroprzewodząca [P.397077], taśma konduktywna tkana typu „szczotka” [P.398737], tkanina meblowa, tkanina meblowa wełniana, rękawiczki dziane, ściągacze dziane ze wzmocnieniem oraz bez wzmocnienia.

Prawidłowy dobór jakościowy i ilościowy elementów konduktywnych w materiałach włókienniczych jest istotny zarówno ze względu na właściwy przebieg procesu wytwarzania, przeznaczenie użytkowe wyrobu jak i na uwarunkowania ekonomiczne. Optymalne zastosowanie takich przedz często

wymaga wytworzenia wielu prób i to w ilości znacznie większej niż potrzebna jest do oceny ich właściwości elektrycznych. Dlatego też, korzystne jest prognozowanie udziału przędz specjalnych w wyrobie przed etapem wytworzenia prób materiałów. W oparciu o moją koncepcję opracowana została metoda badania właściwości elektrycznych przędz i układów przędz o zróżnicowanych rozwiązaniach strukturalno-surowcowych i wytworzonych z ich udziałem modelowych prób tkanin, która umożliwia efektywne projektowanie właściwości elektrostatycznych struktur tkanych w oparciu o wstępne badania układów przędz.

Swoje doświadczenia w zakresie nadawania materiałom włókienniczych funkcji konduktywnej wykorzystałam w badaniach nad materiałami tekstronicznymi, prowadzonych w ramach projektu PBS Nr PBS1/A3/10/2012 Kostium do akwizycji ruchu człowieka oparty na sensorach IMU z oprogramowaniem gromadzenia, wizualizacji oraz analizy danych.

Celem badań prowadzonych w Instytucie Włókiennictwa (Partner projektu), przez kierowany przeze mnie zespół, było **opracowanie rozwiązań tekstronicznych pozwalających na włączenie w nie czujników i stabilne ich zasilanie ze źródła zewnętrznego, opracowanie konstrukcji kostiumu i sposobu konfekcjonowania, zapewniającego stabilność położenia czujników.** Opracowany, oryginalny liniowy elastyczny wyrób włókienniczy do zastosowań tekstronicznych, w postaci taśmy o różnej szerokości i regulowanej ilości ścieżek konduktywnych (rys. 10), zastosowany w opracowanej konstrukcji kostiumu pomiarowego, może być również wykorzystany do innych zastosowań monitorująco-pomiarowych. Taśma tekstroniczna zapewnia odpowiednią układalność i przyleganie do podłoża oraz stabilne właściwości elektryczne, które nie ulegają zmianie w warunkach dynamicznych, np. podczas rozciągania wraz z odzieżą. Może być wykorzystywana np. w profilaktyce i wspomaganiu leczenia (np. choroba Parkinsona), rehabilitacji, akcjach ratunkowych, treningu sportowców oraz w animacjach filmowych lub komputerowych.



Rys. 10 Taśma tekstroniczna.

Opracowane rozwiązania są objęte ochroną patentową [P.406851], [P.409130], (PCT/PL2014/000143] oraz [RCD 002640755-0001/002640755-0002] (wspólnotowy wzór przemysłowy).

Ref.: Publikacje poz. 5, 8, 12, patenty poz. 1, 2, 3, zgłoszenia patentowe poz. 8, 9, 10, 11.

3. Funkcjonalizacja poprzez modyfikację powierzchni.

Istotną częścią moich badań nad funkcjonalizacją materiałów włókienniczych jest zagadnienie fizykochemii powierzchni i modyfikacji powierzchniowej. Dotyczy to zarówno rozwiązań monofunkcyjnych jak i złożonych układów kompozytowych, zapewniających wielofunkcyjność wyrobu. Znajomość stanu energetycznego i topografii powierzchni, umożliwia prognozowanie i modyfikowanie ich zachowania się w układach międzyfazowych, tj., ciało stałe - ciało stałe, ciało stałe - ciecz, ciało stałe - gaz. Wiedza z zakresu fizykochemii powierzchni i zjawisk zachodzących na granicy faz jest niezwykle istotna w opracowaniach nowych materiałów warstwowych. Ta nowa generacja wyrobów bazuje na materiałach o bardzo zróżnicowanych właściwościach, które muszą być połączone tak, aby nie tylko zapewniona była odpowiednia trwałość, ale zachowane przy tym specyficzne cechy poszczególnych elementów. Podczas łączenia różnych materiałów, opartych np. na technikach klejenia, powlekania czy drukowania, adhezja ma znaczenie zasadnicze. W połączeniu tym biorą udział siły chemiczne, elektrostatyczne, dyspersyjne, siły wiązania wodorowego. Miarą tych sił oddziaływania pomiędzy powierzchniami jest praca adhezji, która jest równa energii potrzebnej do rozdzielenia połączonych ciał, a ściślej do rozdzielenia jednostkowej powierzchni międzyfazowej i utworzenia dwóch nowych powierzchni. Wyznaczenie wartości pracy adhezji przeprowadzone może być metodami bezpośrednimi i pośrednimi. Jedną z metod pośrednich jest metoda pomiaru kąta zwilżania. Miarą zwilżania jest kąt zwilżania Θ , utworzony przez powierzchnie ciała stałego i styczną do powierzchni cieczy w punkcie stykających się faz. Celem określenia napięcia powierzchniowego ciała stałego wyznaczany jest kąt zwilżania tego ciała wzorcowymi cieczami, które dobierane są tak, aby różniły się wartościami składowych; polarnej i dyspersyjnej. Na podstawie wartości kątów zwilżania można wyznaczyć pracę adhezji dla układu ciało stałe – ciecz, dwóch ciał stałych czy też dwóch ciał stałych względem cieczy. Znajomość wartości odwracalnej pracy adhezji jest niezbędna w opracowywaniu układów, które powinny wykazywać silne połączenie (np. klejenie), lub nie wykazywać połączeń (np. wykończenia przeciwbrudowe).

Badania zwilżalności przeprowadzić można metodą goniometryczną (wykorzystując techniki mikroskopowe i program do komputerowej analizy obrazu mikroskopowego lub w pełni automatyczne) lub tensometryczną, za pomocą wysokoczułych tensjometrów. Jestem współtwórcą stanowisk badawczych w Instytucie Włókiennictwa, a w swoich badaniach stosowałam obie te metody. Wykorzystywałam je między innymi w badaniach nad oceną efektów modyfikacji za pomocą techniki plazmowej, projektowaniu tkanin ochronnych, właściwości przeciwbrudowych i antyroztozczowych, oceną połączenia recyklatów włókienniczych z zaprawami cementowymi oraz w kompozytowych płytach budowlanych.

Ref.: Publikacje, poz. 5, 9, 12.

4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych (artystycznych).

Drugi, równolegle prowadzony przeze mnie obszar badań, dotyczy problemu efektywnego zagospodarowania złożonych odpadów włókienniczych i kompozytowych, w tym odpadów z wyrobów wielofunkcyjnych. Jest to szczególnie istotne w przypadku niejednorodnych materiałów włókienniczych. Zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, postęp w zakresie innowacyjnych rozwiązań technologicznych i materiałowych powinien uwzględniać oddziaływanie na środowisko, między innymi poprzez ograniczenie zużycia surowców, szczególnie ze źródeł nieodnawialnych. Badania i wiedza z zakresu inżynierii funkcjonalnych materiałów włókienniczych znacząco ułatwia opracowywanie rozwiązań związanych z minimalizacją odpadów i ponownym wykorzystaniem surowców wtórnych oraz realizację zasad koncepcji Cradle to Cradle® Design. Rozwiązania te z założenia nie powinny stanowić nowego obciążenia dla środowiska. W swoich badaniach skoncentrowałam się na odzysku, przygotowaniu i wykorzystaniu recyklatu do wytwarzania nowych produktów przede wszystkim poprzez recykling materiałowy, a w przypadku odpadów nie nadających się do takiego przerobu, poprzez recykling energetyczny, jako kontrolowane paliwo alternatywne w formie pelt o wysokiej wartości opałowej.

Z tego zakresu opublikowałam:

1. Stelmach S., Cieślak M., Gromadzińska E. (2010) *Fuel made of textile composite waste*. (W:] Wandrasz J.W., Pikoń K., Czekalska Z. (ed.): Waste to Energy and Environment. Gliwice: Department of Technologies and Installations for Waste Management. Silesian University of Technology, s. 179-185.
2. Cieślak M., Gromadzińska E. (2008) *Analiza możliwości wykorzystania włókienniczych odpadów kompozytowych pochodzących z samochodów wycofanych z eksploatacji*. [W:] Błędzki A., Tartakowski Z. (red.): Recykling i odzysk materiałów polimerowych. Szczecin : Wydaw. Uczelniane Politechniki Szczecińskiej, s. 93-95.
3. Cieślak M., Gromadzińska E., Wróbel S., Stelmach S. (2008) *Ocena włókienniczych odpadów kompozytowych jako materiału opałowego*. [W:] Błędzki A., Tartakowski Z. (red.): Recykling i odzysk materiałów polimerowych. Szczecin : Wydaw. Uczelniane Politechniki Szczecińskiej, s. 275-276.
4. Schmidt H., Cieślak M. (2008) *Concrete with carpet recyclates: Suitability assessment by surface energy evaluation*. Waste Management 28(7), s. 1182-1187. IF – 2,208, MNiSW – 20
5. Cieślak M., Gromadzińska E. (2007) *Kierunki zagospodarowania włókienniczych pokryć podłogowych*. (W:] Kudełko J., Kulczycka J., Wirt H. (red.): Zrównoważone wykorzystanie zasobów w Europie. Surowce z odpadów. Kraków: Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, s. 227-234.

6. Cieślak M., Gromadzińska E., Wróbel S., Schmidt H., Danecki L., Hikiert M. A., Orlikowski D. (2007) *Płyty budowlane z odpadów włókienniczych pokryć podłogowych*. [W:] Kudelko J., Kulczycka J., Wirt H. (red.): *Zrównoważone wykorzystanie zasobów w Europie. Surowce z odpadów*. Kraków: Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, s. 234-238.
7. Cieślak M., Schmidt H., Gromadzińska E., Wróbel S. (2006) *Studies on the management of textile floor covering waste*. *Problemy Eksploatacji* (2), s. 181-191, MNiI – 4
8. Machnowski W., Cieślak M. (2004) *Znaczenie problematyki ekologicznej w kształceniu włókienników*. *Zeszyty Naukowe ATH - Inżynieria Włókiennicza i Ochrona Środowiska*, 14(5), s. 113-123. (XI Konferencja naukowa - Zapobieganie zanieczyszczeniu środowiska, Wisła, 6-7.11.2003)
9. Cieślak M., Schmidt H. (2002) *Possibilities of utilizing textile floor covering wastes*. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 10(2), s. 69-73, IF – 0,148, KBN – 7
10. Cieślak M., Schmidt H. (2002) *Próby wykorzystania recyklatu włókienniczych pokryć podłogowych do modyfikacji zapraw cementowych*. *Prace Naukowe Instytutu Materiałoznawstwa i Mechaniki Technicznej Politechniki Wrocławskiej. Konferencje*, 63(10), s. 273-278. (III Międzynarodowa Konferencja Naukowa. Recykling tworzyw sztucznych 2002. 16-20 września 2002, Jeseník, Czechy)

Jestem również głównym autorem dwóch rozwiązań patentowych:

1. Cieślak M., Gromadzińska E., Schmidt H., Hikiert M.A., Danecki L., Patent Nr 214198, 10.10.2012, Sposób utylizacji złożonych odpadów włókienniczych, zwłaszcza włókienniczych pokryć podłogowych oraz płyta ze złożonych odpadów włókienniczych, zwłaszcza włókienniczych pokryć podłogowych, Polska, UPRP
2. Cieślak M., Gromadzińska E., Wróbel S., Stelmach S., zgł. P.397144 od 28.11.2011, decyzja z 17.12.2014, Sposób produkcji paliwa z odpadów włókienniczo-tworzywowych, Polska, UPRP.

Pozostałe osiągnięcia naukowe przedstawiłam w wykazie opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacji o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki (Załącznik 3/4).