

IZABELA LUIZA CIESIELSKA
Instytut Architektury Tekstyliów
Politechnika Łódzka

ANALIZA WPLYWU TEKSTYLIÓW NA WYŁADOWANIA KORONOWE

Promotor: prof. dr hab. Józef Masajtis

**Recenzenci: prof. dr hab. inż. Janusz Szosland,
prof. dr hab. inż. Stefan Brzeziński
prof. dr hab. Jan Konopacki**

Praca dotyczy badania wpływu tekstyliów na obrazy wyładowań koronowych powstałe wokół opuszków palców rąk ochotników. Prezentowane badania mają na celu stwierdzenie czy fotografia wyładowań koronowych (FWK) jest wiarygodnym i rzetelnym źródłem informacji o stanie człowieka, który wchodzi w kontakt z tekstyliami. Stwierdzenie „stan człowieka” dotyczy zarówno jego emocji, jak również wybranych parametrów fizjologicznych.

Choć motywem przewodnim pracy pozostaje FWK opuszków palców człowieka, to na uwagę zasługuje też fakt podjęcia działań zmierzających do odpowiedzi na pośrednio postawione pytanie o odczuwanie tekstyliów i ich, krótko – i długotrwałe, oddziaływanie na człowieka.

1. WPROWADZENIE

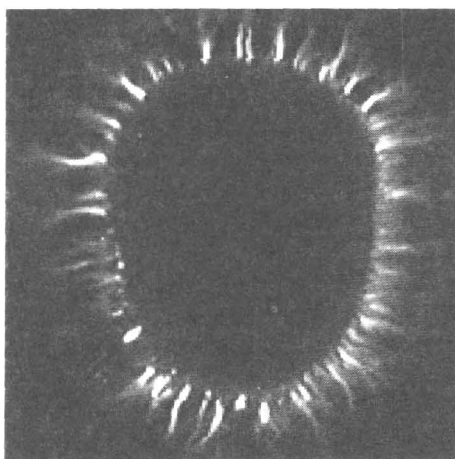
Celem pracy jest stwierdzenie czy FWK powstałych wokół opuszków palców człowieka może dostarczać informacji o wpływie tekstyliów na człowieka. Jeśli tak, to oznaczać to będzie pozyskanie nowego instrumentu badawczego, służącego ocenie wpływu tekstyliów na człowieka. Tak sformułowany cel pracy pozwolił na określenie następujących hipotez badawczych:

Hipoteza nr 1 „Wyładowania koronowe powstałe wokół opuszków palców człowieka dostarczają informacji o reakcji organizmu człowieka na kontakt z tekstyliami”.

Hipoteza nr 2 „Na podstawie wyładowań koronowych powstałych wokół opuszków palców człowieka można oszacować korzystny i niekorzystny wpływ tekstyliów na człowieka”.

Hipoteza nr 3 „Na podstawie wyładowań koronowych powstałych wokół opuszków palców człowieka można dokonać gradacji surowców włókienniczych (uszeregować je) pod kątem ich wpływu na człowieka, tzn. jak organizm człowieka reaguje na określony wyrób włókienniczy”.

Doniesienia o wyładowaniach koronowych (ulotowych) (przykład FWK – fot. 1) pojawiają się w zwiększonej liczbie w połowie XX wieku za sprawą Siemiona Dwidowicza Kirliana (1900-1980) choć samo zjawisko zostało zauważone znacznie wcześniej, dzięki niemieckiemu fizykowi, Georg Christoph Lichtenbergowi (1742-1799).



Fot. 1. Wyładowanie powstałe wokół opuszka palca

Lichtenberg urodził się w Oberramstadt, w Niemczech. Poświęcił się bez reszty nauce. Zajmował się głównie fizyką, matematyką, astronomią, ale także literaturą. Jednak najbardziej obiecujące prace prowadził w zakresie elektrotechniki. W 1777 roku odkrył, że wyładowania elektryczne, powstające wokół drobin kurzu, mogą formować zdumiewające kształty. Choć do dziś kształty powierzchniowych wyładowań elektrycznych noszą miano Figur Lichtenberga a samo odkrycie zostało wykorzystane później w kserografach, to Lichtenberg nie znalazł wówczas dla niego zastosowania. Z rodzimych badaczy, w tej dziedzinie zasłynął Jakub Jodko-Narkiewicz (1847-1905), lekarz, pasjonat badań nad elektromagnetyzmem, fotografik. W 1896 opublikował swoje prekursorskie badania nad – jak to określał – „aurą” i pierwsze jej fotografie wykonane przez siebie. Równolegle do Jodko-Narkiewicza swe badania prowadził Nikola Tesla (1856-1943). Ten chorwacki inżynier elektryk nie pracował bezpośrednio nad obrazami „aury”. Jednak jego odkrycia z zakresu

elektryczności wysokonapięciowej przyczyniły się do rozwoju oprzyrządowania i zrozumienia zasad działania aparatury do wykonywania FWK. Wynalazł, między innymi, transformator powietrzny wysokiej częstotliwości. W uznaniu jego zasług ufundowano w Belgradzie, Muzeum Nikoli Tesli.

Z kolei w Pradze w latach 30. XX wieku doktorzy Pratt i Schlemmer prowadzili studia nad tzw. „fotografią kontaktową” różnych obiektów umieszczonych na emulsji fotograficznej w polu elektrycznym. Dopiero kilkadziesiąt lat później, małżeństwo Kirlianów z ZSRR twórczo kontynuowało powyżej zaprezentowane prace, od ich nazwiska utworzono terminy fotografii Kirlianowskiej [1].

Pracując w szpitalu jako elektrotechnik, Siemion Kirlian naprawiał urządzenie do masażu, zaobserwował, iż między skórą pacjenta poddanego masażowi a elektrodą urządzenia występuje wyładowanie elektryczne. Opracował aparaturę, pozwalającą zarejestrować to zjawisko. Wraz z małżonką Walentiną, kontynuowali badania nad zauważonym zjawiskiem. W 1949 roku opatentowali urządzenie do rejestracji fotografii wyładowań elektrycznych. Wyniki swych prac i spostrzeżenia opublikowali w 1961 roku [2]. Uznając zasługi Kirlianów oraz wyrażając zainteresowanie zjawiskiem wyładowań powstałych wokół ludzi, władze radzieckie utworzyły najpierw Instytut Kirlianowski a następnie Muzeum w Krasnodarze poświęcone pamięci Siemiona Dawidowicza Kirliana i Walentyny Krisanowej Kirlian. Teoria, że wokół człowieka istnieje pole, które na dodatek daje się zarejestrować wciąż wzbudzała sensacje, tym bardziej, że uzyskiwano jednakowe obrazy dla przedmiotów martwych oraz, ulegające zmianie w czasie, dla ludzi. Trudności w jakiegokolwiek interpretacji potęgował fakt – brak powtarzalności wyników badań prowadzonych przez różnych badaczy. Wynikało to z posiadania oprzyrządowania o różnych parametrach. Dopiero w drugiej połowie XX wieku, fizyk Loeb [3] zbadał dokładnie zjawisko wyładowań i określił przyczyny. Problemy te były spowodowane stosowaniem aparatury o elektrodach różnej wielkości, wytwarzającej pole elektryczne o różnych parametrach. Wieloletnimi badaniami nad mechanizmem wyładowań koronowych dowiódł, że nie tylko warunki otoczenia (wilgotność, temperatura i ciśnienie atmosferyczne powietrza), w których uzyskuje się wyładowanie mają wpływ na jego charakter, ale także materiał fotograficzny, pozwalający rejestrować wyładowanie. Ugruntowano wiedzę o tym, że na fotografii wyładowań koronowych mogą wpływać takie parametry jak: odległość między elektrodami, ich kształt, parametry zastosowanego pola elektrycznego, rodzaj filmu [3].

Dociekania prowadzone przez Opalińskiego [4] dowiodły, że istotny wpływ na zmienność obrazu wyładowania ma rodzaj filmu zastosowanego do uzyskania obrazu, a w przypadku filmów o tych samych parametrach (czułości), także liczy się producent. W badaniach tych podniesiono też kwestię wpływu wilgotności skóry człowieka i uznano ją za czynnik tak samo ważny, mogący wpływać na kształt i formę fotografii wyładowania, jak parametry zaproponowane przez Loeba.

Zaprezentowane tu badania dostarczyły wiedzy o czynnikach warunkujących otrzymywanie FWK pochodzenia ludzkiego. Tak wnikliwe analizy zapoczątkowały dalsze udoskonalenia aparatury do wykonywania FWK. Działan tych podjął się rosyjski fizyk Profesor Konstantin Korotkov. Zaproponował on nowe rozwiązanie, polegające na wbudowaniu kamery cyfrowej w oprzyrządowanie, dokonał przełomu, budując urządzenie, o nazwie Gas Discharge Visualisation Camera (GDV C), generujące zawsze te same parametry prądu wysokiej częstotliwości w celu uzyskania FWK oraz filmów. Zaproponował także oprogramowanie, za pomocą którego możliwa stała się analiza cyfrowych FWK.

2. MECHANIZM WYŁADOWAŃ W GAZACH

Zjawisko obserwowane wokół opuszków palców jest wyładowaniem elektrycznym w powietrzu (fot. 1). Zgodnie z teorią kinetyczną gazów wszelkie cząstki materialne poruszają się ruchem jednostajnym i prostoliniowym a przy wzajemnych zderzeniach zachowują się jak idealnie sprężyste kule, wymieniają energię elektryczną i pęd w ten sposób, że sumaryczna energia i wypadkowy pęd obu zderzających się kul nie ulega zmianie.

Pomiędzy składnikami gazu zachodzą reakcje molekularne.

Fotowzbudzenie – reakcja polegająca na tym, że w wyniku zderzenia atomu A z fotonem F otrzymujemy wzbudzony atom A' oraz słabszy foton F'.

Rekombinacja – reakcja odwrotna do fotojonizacji, której towarzyszy świecenie gazu. Emisja fotonów towarzyszy również procesowi, w którym wzbudzony atom, średnio po 10^{-8} s, wraca do stanu podstawowego. Rekombinacja polega na tym, że w wyniku zderzenia elektronu e z jonem dodatnim j^+ otrzymujemy obojętny atom A.

Jonizacja zderzeniowa – światło nie może jonizować, ponieważ energia jego fotonu (2eV) jest dużo mniejsza od energii potrzebnej do wzbudzenia, a tym samym i jonizacji. Jonizacja atomu może jedynie zachodzić w wyniku jego zderzenia z rozpędzoną inną cząsteczką tzn. elektronem lub jonem.

Emisja elektronów z powierzchni katody – jednym z głównych źródeł swobodnych elektronów jest emisja z katody, polegająca na pracy wyjścia z metalu. W zależności od rodzaju energii dostarczonej elektronom do wykonania pracy wyjścia rozróżnia się następujące rodzaje emisji:

- *termoemisję* odgrywającą niewielką rolę w procesie wyładowań, bo zwykle elektrody mają temperaturę otoczenia,
- *fotoemisję*, która zachodzi, gdy praca wyjścia jest dostarczana w postaci kwantów energii świetlnej; dopiero światło nadfioletu może powodować fotoemisję;
- *autoemisję*, która polega na ugięciu bariery potencjału przez pole zewnętrzne, zmieniające w ten sposób szerokość bariery potencjału; gdy szerokość

bariery potencjału równa się długości fali elektronu to na zasadzie efektu tunelowego przeniknie on przez barierę;

- *emisję wtórną* zwaną zderzeniową, która jest wywołana bombardowaniem katody przez dodatnie jony; zachodzi tu zarówno ugięcie bariery potencjału, jak i wymiana energii kinetycznej [5].

2.1. Pole elektryczne

Wpływ kształtu pola na mechanizm wyładowania

W układzie o polu równomiernym wystąpienie wyładowania samoistnego jest równoznaczne z wystąpieniem przeskoku. W układach o polu nierównomiernym przed pojawieniem się iskry istnieją pośrednie formy wyładowań – zwane wyładowaniami niezupełnymi (nie zwierającymi elektrod).

Najbardziej popularne wyładowanie niezupełne to ulot i wyładowanie powierzchniowe.

Typowym układem, w którym występuje ulot jest układ ostrze – płaszczyzna. Mechanizm wyładowań w tym przypadku należy rozpatrywać oddzielnie dla każdej biegunowości potencjału elektrody prętowej.

Ostrze o potencjale ujemnym

Jeżeli ostrze (elektroda koronująca) jest katodą, to emituje ona strumień elektronów wywołujących na swej drodze jonizację lawinową i dysocjację cząsteczek N_2 i O_2 . Każdy elektron wyzwala na drodze do anody nowe elektrony i obok lawiny elektronów pojawia się strumień jonów dodatnich, dążących do katody. Rekombinacja jonów oraz przechodzenie cząstek wzbudzonych do stanu podstawowego wiąże się z emisją kwantów o dużej energii, mogących jonizować nowe cząstki i wyzwalać dalsze porcje elektronów. W miarę oddalania się od elektrody natężenie pola elektrycznego maleje i spada energia swobodnych elektronów w lawinie. W pewnej odległości ustaje więc jonizacja i przeważają procesy rekombinacji oraz absorbowania elektronów przez atomy i cząsteczki tlenu, które mają duże powinowactwo elektronowe. Pod działaniem pola elektrycznego jony O_2^- i O^- powoli przemieszczają się w kierunku anody. Z powodu małej ruchliwości tych jonów tworzy się bariera ładunku przestrzennego, ograniczająca natężenie prądu koronowego w przestrzeni [6].

Ostrze o potencjale dodatnim

Taką sytuację mamy właśnie w sprzęcie GDV Camera, użytym do przeprowadzenia eksperymentów opisanych w tej rozprawie. Zasadniczą rolę w tworzeniu korony odgrywają elektrony powstałe w procesie fotojonizacyjnym powietrza między elektrodami. Elektrony te mogą pojawiać się w różnych odległościach od anody, a przy dostatecznie dużym natężeniu pola

elektrycznego energia ich jest znaczna i wzrasta w miarę zbliżania się do anody. Podobnie jak w poprzednim przypadku, elektron poruszający się w silnym polu elektrycznym jonizuje cząsteczki gazowe środowiska, przez które przechodzi i wytwarza lawinę elektronów uderzającą w anodę. W obszarze dodatniego ładunku korony zachodzą więc procesy jonizacji, a także wzbudzenia elektronowego cząsteczek i jonów. Kwanty światła emitowane przez cząstki wzbudzone powodują dalszą jonizację i tworzące się fotoelektrony kompensują ubytek ładunku ujemnego [6].

Jony dodatnie przemieszczają się w kierunku katody i tworzą przy jej powierzchni ładunek przestrzenny, ograniczający natężenie prądu koronowego. Dodatnie wyładowanie koronowe różni się od ujemnego składem jonowym, znacznie większą równomiernością świecenia i odmienną wartością napięcia krytycznego.

Analizując mechanizm wyładowań w powietrzu, należy wspomnieć o dwóch bardzo istotnych cechach wyładowań w gazach (a szczególnie w powietrzu).

1. Zawilgocenie powietrza powoduje wzrost wytrzymałości elektrycznej i wydłużenie czasu formowania się wyładowania. Jest to spowodowane faktem, iż para wodna ma właściwości gazu elektroujemnego.
2. Zjawisko wyładowania elektrycznego w gazie jest zjawiskiem losowym, tzn., że istnieje dziedzina napięć (czy natężeń pola elektrycznego), w której prawdopodobieństwo zaistnienia wyładowań jest większe od zera a mniejsze od jedności [6].

3. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

3.1. Metodyka badań

Metodyka badań objęła przeprowadzenie eksperymentów według ściśle określonych scenariuszy. W dalszej kolejności uzyskane dane zostały przeanalizowane za pomocą narzędzi statystycznych: regresji wielokrotnej i testu t w programie Statistica.

Wszystkie zaprojektowane badania charakteryzuje wspólny element w postaci rejestrowania FWK lub filmów z wyładowań koronowych a następnie analiza tak zgromadzonego materiału.

Ponadto rejestruje się dane dotyczące warunków atmosferycznych panujących w pomieszczeniu badawczym podczas badań oraz dane dotyczące uczestników eksperymentów.

Badania wstępne posłużyły do określenia generalnych zależności pomiędzy parametrami FWK a wybranymi parametrami fizjologicznymi pacjentów-ochotników eksperymentu i parametrami atmosferycznymi. Ostatecznie zakwalifikowano 410 FWK pobranych od pacjentów (41 pacjentów $\times$ 10 palców rąk). Dla jednej fotografii wyładowania z jednego palca zgromadzono

95 parametrów (tzn., że jedna FWK może być scharakteryzowana przez 95 parametrów obrazu). Ponadto zarejestrowano **15 parametrów** określających stan każdego pacjenta, m.in. poziom potasu, sodu i mocznika we krwi, ciśnienie tętnicze krwi a także tętno uczestników oraz **3 parametry** opisujące warunki atmosferyczne.

Badania wstępne zostały przeprowadzone w Uniwersyteckim Szpitalu Klinicznym Nr 3 im. dr Seweryna Sterlinga w Łodzi w okresie od 15.12.2004 do 15.02.2005. Polegały na pobraniu FWK od pacjentów przyjmowanych do szpitala, cierpiących na chorobę wieńcową. Miało to na celu sprawdzenie czy FWK może dostarczyć wiarygodnych informacji o stanie osoby, której wykonywano FWK.

Do badań wstępnych zakwalifikowano grupę 23 mężczyzn w wieku 45-55 lat, średnio 50 ± 4 lat i 18 kobiet w wieku 46-56 lat, średnio 51 ± 6 lat. Czterdziestu jeden chorych było hospitalizowanych z powodu choroby wieńcowej serca w Klinice Kardiologii i Kardiochirurgii Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego. Klasyfikacji choroby dokonano na podstawie definicji klas zaawansowania choroby wykonanej przez Canadian Cardiovascular Society.

Wszystkie badania odbywały się w pomieszczeniu o temperaturze 19-25°C, wilgotności względnej 22-36% i ciśnieniu atmosferycznym 965-1008 hPa. Podczas badań chorzy przebywali w białiznie szpitalnej. W dniu badania osoby nie paliły papierosów.

Uzyskano zgodę Komisji Bioetyki Uniwersytetu Medycznego nr RNN/13/05/KB na przeprowadzenie badań z udziałem ludzi.

Podczas pierwszej części badań pt.: „*Wpływ krótkotrwałego kontaktu z tekstyliami na wyładowania koronowe*” zgromadzono **45 parametrów** dotyczących jednego filmu z wyładowania powstałego wokół palca serdecznego prawej ręki, najwrażliwszego spośród wszystkich palców z punktu widzenia neurofizjologii [7]. W sumie zarejestrowano 80 filmów (20 ochotników $\times$ 4 filmy) z wyładowań. Ponadto zarejestrowano **8 parametrów** określających stan każdego uczestnika (m.in.: poziom stresu, parametry biofizyczne) oraz **3 parametry** opisujące warunki atmosferyczne (jak w badaniach wstępnych).

Pierwsza część badań została przeprowadzona w Instytucie Architektury Tekstyliów Wydziału Inżynierii i Marketingu Tekstyliów Politechniki Łódzkiej w okresie od 20.08.2004 do 30.10.2004. Badanie polegało na zarejestrowaniu 32-sekundowych filmów z wyładowań koronowych powstałych wokół opuszków palców ochotników – studentów i pracowników Instytutu Architektury Tekstyliów, gdy wchodził oni w kontakt z rękawami dzianymi. Miało to na celu sprawdzenie czy wyładowanie koronowe może dostarczyć wiarygodnych informacji o krótkotrwałym (60 sekundowym) wpływie tekstyliów dzianych na człowieka.

Do badań zakwalifikowano 20 ochotników: 9 mężczyzn w wieku 21-54 lata, średnio 46 ± 11 lat i 11 kobiet w wieku 21-57 lat, średnio 35 ± 12 lat. Wśród tej grupy znaleźli się pracownicy i studenci Instytutu Architektury Tekstyliów Politechniki Łódzkiej. Zostali poinformowani o celu badań i sposobie ich przeprowadzania. Wszystkie badania odbywały się w pomieszczeniu o tempe-

raturze 18-25°C, wilgotności względnej 28-64% i ciśnieniu atmosferycznym 986-1010 hPa. W dniu badania osoby nie paliły papierosów i nie zażywały leków. Rękawy dziane wykonano z wełny zgrzebnej, poliakrylonitrylu i wiskozy. Ścisłość rządkowa dzianin: 54 rządki na 1 dm, ścisłość kolumnienkowa: 36 kolumnienki na 1 dm.

Uzyskano zgodę Komisji Bioetyki Uniwersytetu Medycznego w Łodzi, nr RNN/336/05/KB na przeprowadzenie badań z udziałem ludzi.

Podczas drugiej części badań pt.: „Wpływ długotrwałego użytkowania tekstyliów na wyładowania koronowe” zgromadzono **45 parametrów** dotyczących jednego filmu z wyładowania powstałego wokół palca serdecznego prawej ręki (jak w pierwszej części), **10 parametrów** określających stan uczestnika oraz **3 parametry** opisujące warunki atmosferyczne (jak w badaniach wstępnych).

Druga część badań została przeprowadzona w Instytucie Architektury Tekstyliów Wydziału Inżynierii i Marketingu Tekstyliów Politechniki Łódzkiej w okresie od 01.10.2004 do 01.12.2004. Badanie polegało na zarejestrowaniu 32-sekundowych filmów z wyładowań koronowych powstałych wokół opuszków palców serdecznych ochotników – studentów i pracowników Instytutu Architektury Tekstyliów. Miało ono na celu sprawdzenie czy filmy te mogą dostarczyć wiarygodnych informacji o długotrwałym oddziaływaniu tekstyliów na człowieka (5 godzin). U podstaw tej części eksperymentu leży sprawdzenie czy i w jaki sposób filmy z wyładowań koronowych, powstałych wokół opuszków palców, ujawniają wpływy tekstyliów na człowieka, który to użytkuje te tekstylia w czasie wykonywania codziennych obowiązków służbowych w czasie pracy. Tekstylia te to 2 zestawy odzieży (bluzy z długimi rękawami i spodnie z długimi nogawkami), z których pierwszy wykonano z surowców naturalnych – głównie bawełny, a drugi – z surowców syntetycznych – poliakrylonitrylu, poliamidu, poliestru.

Do badań zakwalifikowano 3 ochotników, 1 mężczyzna w wieku 28 lat i 2 kobiety w wieku 28 i 32 lata, średnio 30 ± 2 lata. Wśród tej grupy znaleźli się pracownik i doktoranci Instytutu Architektury Tekstyliów Politechniki Łódzkiej. Zostali poinformowani o celu badań i sposobie ich przeprowadzania. Każdy z nich brał udział w badaniach prowadzonych przez kolejne 20 dni robocze, używając zestawy odzieżowej na zmianę. Pierwszego dnia – odzież z surowców naturalnych, drugiego – odzież z surowców syntetycznych, trzeciego dnia – odzież z surowców naturalnych, itd. Wszystkie badania odbywały się w pomieszczeniu o temperaturze 17-25°C, wilgotności względnej 24-47% i ciśnieniu atmosferycznym 980-1020 hPa. W dniach badań osoby nie paliły papierosów i nie zażywały leków.

Uzyskano zgodę Komisji Bioetyki Uniwersytetu Medycznego w Łodzi, nr RNN/336/05/KB na przeprowadzenie badań z udziałem ludzi.

Podczas trzeciej części badań pt.: „*Wpływ tekstyliów na wybrane parametry oddechowe, zdolności intelektualne i wyładowania koronowe ochotników powstałe przed i po wysiłku fizycznym*” zgromadzono **45 parametrów** dotyczących jednego filmu z wyładowania powstałego wokół palca serdecznego prawej ręki (jak w pierwszej części) oraz **17 parametrów** określających stan uczestnika, np. pobór tlenu podczas wysiłku, wydalenie dwutlenku węgla podczas wysiłku, współczynnik oddechowy podczas wysiłku będący ilorazem ilości wydalonego dwutlenku węgla podczas wysiłku do ilości pobranego tlenu podczas wysiłku oraz **3 parametry** opisujące warunki atmosferyczne (jak w badaniach wstępnych).

Trzecia część badań została przeprowadzona w Zakładzie Fizjologii Doświadczalnej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi w okresie od 15.02.2006 do 07.04.2006. Badanie polegało na zarejestrowaniu 32 – sekundowych filmów z wyładowań koronowych powstałych wokół opuszków palców serdecznych ochotników – studentów Uniwersytetu Medycznego i Politechniki Łódzkiej, przed i po wysiłku fizycznym. Ochotnicy przed wysiłkiem fizycznym zakładali zestaw odzieży z wełny zgrzebnej (bluzę z długim rękawem i spodnie z długimi nogawkami). Po wysiłku fizycznym i odpoczynku zakładali zestaw odzieży z poliakrylonitrylu (bluzę z długimi rękawami i spodnie z długimi nogawkami). Oba zestawy wykonano z dzianin o tych samych parametrach co dzianiny zaproponowane w pierwszej części badań. Miało to na celu uzyskanie wiedzy czy 32 – sekundowe filmy z wyładowań mogą dostarczyć wiarygodnych informacji o wpływie tekstyliów na organizm człowieka poddany wysiłkowi fizycznemu.

Do badań zakwalifikowano 20 ochotników: 5 kobiet w wieku 21-29 lat, średnio 23,3 roku $\pm 3,3$ roku oraz 15 mężczyzn w wieku 20-29 lat, średnio 23,6 roku $\pm 3,4$ roku. Zostali poinformowani o celu badań i sposobie ich przeprowadzania. Wszystkie badania odbywały się w tych samych warunkach, w pomieszczeniu o temperaturze 18-21°C, wilgotności względnej 26-45% i ciśnieniu atmosferycznym 977-1006 hPa. W dniu badania osoby nie paliły papierosów i nie zażywały leków.

Uzyskano zgodę Komisji Bioetyki Uniwersytetu Medycznego w Łodzi, nr RNN/299/06/KB na przeprowadzenie badań z udziałem ludzi.

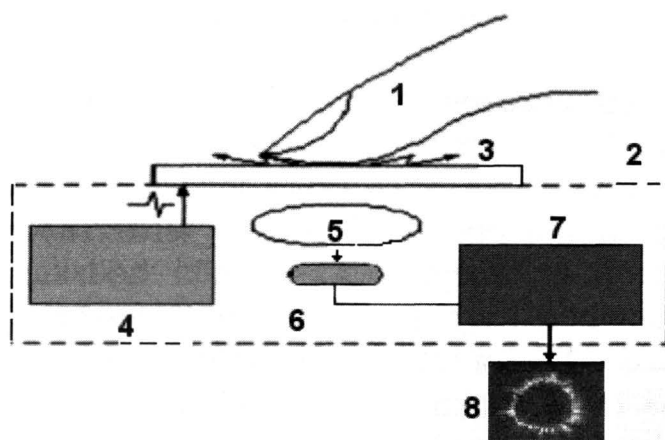
3.2. Aparatura pomiarowa

Gas Discharge Visualisation Camera (GDV C)

Dane techniczne GDV C:

- dystorsja optyczna obrazu testowego – nie więcej niż 20%,
- zdolność rozdzielcza obiektywu – nie mniej niż 300 TVL,
- możliwe cztery poziomy nastawy napięcia 10-20 KV,
- długość impulsu elektrycznego: 10 microsekund,
- częstotliwość: 1024 Hz,

- czas ekspozycji obiektu w polu wysokiego napięcia i wysokiej częstotliwości: 0,5/1,0/2,0/32 sekundy,
- rejestracja 10 klatek na sekundę,
- masa urządzenia: 5 kg,
- rozmiary: 39,5 × 16,5 × 34,5 cm,
- rejestracja obrazów monochromatycznych.



Rys. 1. Schemat budowy systemu do pobierania FWK wraz z przetworzoną FWK

1 – palec, 2 – szkło (płytkę) optyczne podłączone do źródła prądu, 3 – wyładowanie, 4 – generator napięcia elektrycznego, 5 – system optyczny, 6 – CCD kamera (z ang. Charge – Coupled Device) – układ ze sprzężeniem ładunkowym, technologia wykorzystująca elementy światłoczułe), 7 – przetwornik obrazu, 8 – fotografia wyładowania na monitorze komputera

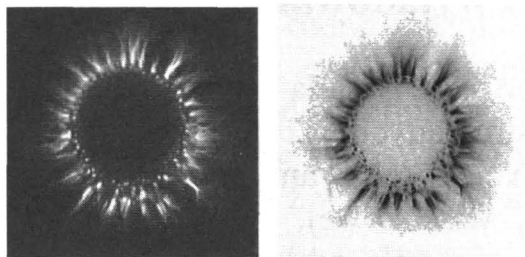
Obiekt (1) zostaje umieszczony na płytce, następnie uruchamia się generator napięcia elektrycznego (4), parametry wygenerowanego prądu to 10 kV i 1024 Hz. W powstałym polu elektrycznym nośniki ładunków (nośnikami ładunków są swobodne elektrony i jony dodatnie lub ujemne [8]), będące w powietrzu otaczającym powierzchnię płytki optycznej (2) i obiekt (1), zderzają się z innymi nośnikami ładunków, oddziałują na siebie, (przyciągają się i neutralizują wzajemnie nadmiarowe ładunki różnych znaków). Impuls elektryczny przekazany do płytki po umieszczeniu na niej obiektu, powoduje stymulowanie „odpowiedzi” tego obiektu, m.in. w postaci ruchu nośników ładunku. Wystąpienie zderzeń jonizujących zapoczątkowuje wyładowanie lawinowe [8, 9]. Jonizacja w polu elektrycznym następuje w wyniku bombardowania cząsteczek obojętnych (lub uprzednio wzbudzonych) przez elektrony swobodne przyspieszone siłami pola [5, 6, 10-12]. Kiedy wolne elektrony powtórnie zostają przyłączone do atomu, następuje emisja światła. Właśnie to zjawisko jest rejestrowane wokół palca, co pokazano na rys. 1. Choć w rzeczywistości otoczka świetlista wokół palca jest koloru niebiesko-fioletowego to kamera wbudowana w urządzenie GDV C rejestruje obraz monochromatyczny. Stanowi to uproszczenie dla dalszej analizy obrazu, operując zakresem nasycenia w skali od 0-255 czyli od bieli do czerni poprzez odcienie szarości a nie zakresami 0-255, dla RGB.

Pozostałe instrumenty badawcze wykorzystane podczas badań to: termohigrobarometr, miernik pola elektrostatycznego do bezkontaktowego

wykrywania i pomiarów ładunków elektrostatycznych na powierzchniach i obiektach oraz do pomiaru różnicy potencjałów między obiektami – model 775, rejestrator z czujnikami wilgotności i temperatury o średnicy 2,5 mm i 5 mm, termometr cyfrowy GT-131, ciśnieniomierz z funkcją pomiaru pulsu OMRON M4-I, stresomierz typu ADTM 50 – urządzenie do pomiaru stresu, nerwowości w spoczynku, bieżnia, zestaw do oceny czasu reakcji, zestaw do oceny koncentracji uwagi, zestaw do oceny krytycznej częstotliwości migania.

3.3. Analiza parametryczna

FWK analizowano, korzystając z oprogramowania o nazwie GDV Processor. Z jego pomocą wykonano analizę parametryczną obrazów cyfrowych z wyładowań koronowych.



Rys. 2. FWK pobrana od ochotnika i jej analiza wykonana za pomocą GDV Processor

Analizie poddano również filmy z wyładowań koronowych, dzieląc każdy z 32-sekundowych filmów na 320 klatki. Takie klatki – fotografie poddano analizie parametrycznej. Do uzyskanych parametrów zalicza się m.in.: obszar wyładowania znajdujący się wokół opuszka palca, podawany w liczbie pikseli, średni poziom jasności wszystkich pikseli, średni poziom jasności pikseli dla poszczególnego fragmentu obrazu (np. pikseli znajdujących się na linii odcisku palca), liczba osobno występujących fragmentów złożonych z grup pikseli w obrazie wyładowania. Dla potrzeb pracy grupę tych parametrów nazywa się ogólnie „parametrami”.

4. PODSUMOWANIE

4.1. Podsumowanie badań wstępnych

1. Odnotowano zależności pomiędzy warunkami atmosferycznymi panującymi w pomieszczeniu podczas wykonywania FWK a wybranymi parametrami tych fotografii.

2. Stwierdzono wpływ tętna pacjentów, ciśnienia tętniczego krwi oraz zaawansowania choroby wieńcowej oraz poziomu stresu na wybrane parametry FWK.
3. Z analizy statystycznej wynika, że na FWK wpływa samopoczucie pacjentów. Im niższy poziom stresu pacjentów tym więcej zakłóceń w obrazie FWK. Odkrycie tego wpływu na FWK ma znaczenie z punktu widzenia możliwości wykorzystania FWK jako źródła informacji o samopoczuciu człowieka i wpływom, którym ulega człowiek pod działaniem takich bodźców zewnętrznych jak tekstylia.
4. W oparciu o wyniki badań wstępnych zaprojektowano eksperymenty w postaci pierwszej, drugiej i trzeciej części badań, których przebieg i wyniki szczegółowo opisano w dalszej części pracy.

4.2. Podsumowanie pierwszej części badań – „Wpływ krótkotrwałego kontaktu z tekstyliami na wyładowania koronowe”

1. Testem t sprawdzono czy istnieją istotne statystycznie różnice pomiędzy parametrami zarejestrowanych 32-sekundowych filmów, gdy ochotnicy pozostawali w kontakcie z rękawami dzianinowymi wykonanymi z przędzy poliakrylonitrylowej, wiskozowej, wełnianej i gdy ręka na odcinku od nadgarstka do łokcia pozostała odsłonięta. Na podstawie testu t stwierdzono różnice istotne statystycznie między średnimi wartościami parametrów z filmów zarejestrowanych podczas kontaktu z dzianiną poliakrylonitrylową a brakiem dzianiny, dzianiną poliakrylonitrylową a wełnianą, dzianina poliakrylonitrylową a wiskozową. Nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie między średnimi wartościami parametrów z filmów nagranych przy kontakcie z dzianiną wiskozową a brakiem dzianiny, dzianiną wełnianą a brakiem dzianiny, dzianiną wiskozową a dzianiną wełnianą.
2. Podobnie jak w badaniach wstępnych, odnotowano istnienie zależności pomiędzy warunkami atmosferycznymi panującymi w pomieszczeniu podczas rejestracji filmów z wyładowań koronowych a wybranymi parametrami tych filmów. I tak, najczęściej uzależnione są parametry filmów od temperatury powietrza panującej w pomieszczeniu, w dalszej kolejności od ciśnienia atmosferycznego i wilgotności względnej powietrza. Nie można jednak wyróżnić żadnego wzorca, który mówiłby o silniejszym wpływie np. wilgotności powietrza w zależności od tekstyliów lub płci. Kwestia ta dotyczy również wpływu ciśnienia atmosferycznego i temperatury powietrza na parametry filmów.
3. Stwierdzono wpływ cyklu menstruacyjnego kobiet na parametry filmów z wyładowań koronowych.
4. Stwierdzono wpływ tętna ochotniczek i ochotników oraz ciśnienia tętniczego ich krwi na wybrane parametry filmów.
5. Z analizy statystycznej wynika, że na parametry filmów z wyładowań koronowych wpływa poziom stresu ochotników.

4.3. Podsumowanie drugiej części badań – „Wpływ długotrwałego kontaktu z tekstyliami na wyładowania koronowe”

1. Parametry filmów z wyładowań koronowych zarejestrowanych gdy ochotnicy użytkowali odzież z surowców naturalnych i syntetycznych nie różnią się istotnie statystycznie.
2. Podobnie jak w pierwszej części badań, istotną rolę może odgrywać tu mechanizm adaptacji do nowych warunków, w tym przypadku do tekstyliów. Z punktu widzenia fizjologii adaptacja receptorów do działającego bodźca polega na tym, że jeśli działa bodziec o stałej sile to receptory przestają to sygnalizować (z wyjątkiem bólu). Właśnie dla receptorów charakterystyczne jest zjawisko adaptacji, które polega na zmniejszaniu się w czasie wielkości potencjału generującego. Dzięki temu najczęściej odczuwa się odzież subtelnie – nie jest to kluczowa dla egzystencji organizmu informacja. Trudne jest określenie ile czasu zajmuje dostosowanie się do nowej odzieży, czy rodzaj tej odzieży ma wpływ na czas adaptacji. Być może organizmy ochotników tak dalece przystosowały się do odzieży podczas badań, że nie sygnalizowały już „odczuwania” tych tekstyliów za pośrednictwem filmów z wyładowań koronowych.

4.4. Podsumowanie trzeciej części badań – „Wpływ tekstyliów na wybrane parametry oddechowe, zdolności intelektualne i wyładowania koronowe ochotników przed i po wysiłku fizycznym”

1. Nie stwierdzono istotnie statystycznych różnic pomiędzy parametrami filmów z wyładowań koronowych, gdy ochotnicy byli ubrani w odzież wełnianą i poliakrylonitrylową. Należy wziąć pod uwagę co najmniej dwa zjawiska, analizując brak różnic w parametrach filmów ze względu na odzież. Pierwsze z nich, wspomniany już mechanizm adaptacyjny mógł odegrać znaczną rolę w przystosowaniu organizmów do tekstyliów i tym samym nie istniała możliwość zarejestrowania ewentualnych różnic za pomocą filmów z wyładowań koronowych. Drugi mechanizm dotyczy zarówno adaptacji do tekstyliów jak i rangi tekstyliów w stosunku do wysiłku. Bodźce przesyłające informacje o oddziaływaniu tekstyliów do receptorów czuciowych mogły odgrywać drugorzędną rolę w porównaniu z sygnałami jakimi został zaabsorbowany organizm podczas wysiłku fizycznego. Brak różnic między parametrami filmów z wyładowań koronowych ze względu na odzież to być może konsekwencja nie tylko dostosowania się do nowych warunków, ale także pełnienia przez tekstylia podrzędnej roli podczas wykonywania wysiłku. Skoro sam organizm nie

- eksponował zróżnicowania ze względu na tekstylia to także i parametry filmów z wyładowań koronowych nie mogły tego odzwierciedlić.
2. Stwierdzono różnice istotne statystycznie w parametrach oddechowych ochotników ze względu na tekstylia odzieżowe. Parametry te to współczynnik oddechowy i wydalenie dwutlenku węgla podczas wysiłku.
 3. Wykryto istotne statystycznie różnice w parametrach filmów z wyładowań koronowych, porównując dane uzyskane przed i po wysiłku zarówno w odzieży wełnianej jak i poliakrylonitrylowej. Różnice te są wynikiem kumulacji potu na opuszkach palców po wysiłku fizycznym.
 4. Wywiad po badaniach wskazuje, że wśród badanych ochotników zdecydowanie gorsze wrażenie zaraz po założeniu wywarła odzież wełniana. Powodem tego był szorstki, drapiący chwyt i nieprzyjemny kontakt ze skórą tej odzieży. Jednakże odczucia po wysiłku, dotyczące tych tekstyliów, zmieniły się na niekorzyść ubioru poliakrylonitrylowego. Podczas wysiłku fizycznego u ochotników występowała wzmożona potliwość. Odzież poliakrylonitrylowa nie zapewniała przepuszczalności potu w takim stopniu jak odzież wełniana stąd po wysiłku ochotnicy zmieniali opinie o odzieży poliakrylonitrylowej mimo odczuwania przyjemności w kontakcie ze skórą i ciepłego, gładkiego dotyku tego wyrobu.

5. WNIOSKI

1. Istnieje wpływ warunków atmosferycznych, tzn. temperatury powietrza, wilgotności względnej powietrza oraz ciśnienia powietrza na parametry FWK powstałych wokół opuszków palców pacjentów oraz na parametry filmów z wyładowań koronowych zarejestrowanych wokół opuszków palców ochotników w przeprowadzonych badaniach. Potwierdza to znane zależności między wyładowaniami koronowymi a warunkami atmosferycznymi.
2. Wykryto wpływ wybranych parametrów fizjologicznych pacjentów i ochotników na parametry FWK i filmów z wyładowań koronowych powstałych wokół opuszków ich palców. Do parametrów tych zalicza się tętno, ciśnienie krwi, a w przypadku pacjentów z chorobą wieńcową, także poziom potasu, sodu i mocznika we krwi. Są one także wydalone w znikomej ilości z potem, tym samym znajdują się na skórze palców. Ich obecność może mieć wpływ na rejestrowane obrazy wyładowań powstałych wokół opuszków palców.
3. Istnieje możliwość uszeregowania tekstyliów wykonanych z różnych surowców, takich jak wełna zgrzebna, akryl i wiskoza pod kątem ich wpływu na zmienność parametrów filmów z wyładowań koronowych zarejestrowanych wokół opuszków palców rąk ochotników po krótkotrwałym kontakcie z tymi tekstyliami. Przyczyną ujawnienia różnic może być rejestrowanie obrazów wyładowań podczas adaptacji organizmu, czyli podczas dostosowywania receptorów czuciowych skóry człowieka do

wyrobu włókienniczego. Mimo, iż istnieje możliwość uszeregowania tekstyliów w omawiany sposób, nie ma podstaw aby uznać zarejestrowane filmy z wyładowań koronowych za wystarczające źródło informacji, pozwalające na określenie czy wpływ bodźców zewnętrznych – tekstyliów, jest korzystny czy też niekorzystny na organizm człowieka.

4. Rodzaje tekstyliów, z którymi ochotnicy wchodzili w długotrwały kontakt nie mają istotnego wpływu na parametry filmów z wyładowań koronowych powstałych wokół opuszków palców rąk ochotników a zarejestrowanych po okresie około czterogodzinnego użytkowania tych tekstyliów. Ma to miejsce, najprawdopodobniej ze względu na dostosowanie, zaadaptowanie się organizmu do bodźca zewnętrznego w postaci tekstyliów tak, że po zarejestrowaniu filmu z wyładowania koronowego powstałego wokół opuszka palca ochotnika, po okresie pięciu godzin nie można wykryć wpływu omawianych bodźców.
5. Wykryto wpływ rodzaju tekstyliów użytkowanych przez ochotników podczas wysiłku fizycznego na parametr oddechowy tych ochotników, to znaczy na współczynnik oddechowy.
6. Istnieje wpływ wysiłku fizycznego wykonywanego przez ochotników na parametry filmów z wyładowań koronowych powstałych wokół ich opuszków palców. Parametry filmów zarejestrowanych przed wysiłkiem fizycznym różnią się istotnie od parametrów filmów zarejestrowanych wokół tych samych opuszków palców ochotników po wysiłku fizycznym.

LITERATURA

- [1] http://pl.wikipedia.org/wiki/Siemion_Kirlian
- [2] **Kirlian S.D., Kirlian W.Ch.:** Fotografirowanie i wizualnoje nabludenie pri posredstwie took vysokiej czastoty, *Żurnal naucznoj i prokladnoj fotografii i kinematografii*, 6: 397-403, 1961.
- [3] **Loeb L.B.:** University of California Press, Electrical Coronas – Their Basic Physical Mechanisms, 1965.
- [4] **Opaliński J.:** J. Appl. Phys., Kirlian – type images and transport of thin-film materials in high – voltage corona discharges, 50, 1979.
- [5] **Mosiński F.:** Politechnika Łódzka, Podstawy technik wysokich napięć, 1991.
- [6] **Korczyński A.:** Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Procesy elektrofotograficzne, 1982.
- [7] **Schweizer R., Maier M., Braun C., Birbuumer N.:** Somatosensory Mot.Research, Distribution of mislocalizations of tactile stimuli on the fingers of the human hand, 17(4):309-16, 2000.
- [8] **Korotkov K.:** State Editing & Publishing Unit Kultura, Aura and Consciousness, a new stage of Scientific understanding, 1998.
- [9] **Iovine J.:** TAB Books, USA, Kirlian Photography, a hands- on guide, 1994.
- [10] **Korotkov K.:** SPIMFO St. Petersburg, Human Energy Field Study with GDV Bioelectrography, 2002.

- [11] **Flisowski Z.:** Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, Technika wysokich napięć, 2002.
- [12] **Szymanowski W.:** Wydawnictwa Naukowo-Techniczne Warszawa, Elektro-fotografia, 1965.

THE ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF TEXTILES ON CORONA DISCHARGE PHOTOGRAPHY

Summary

A corona discharge is an electrical discharge observed in gases which occurs on the surface of charged conductors.

In the induced electrical field, charge carriers (free electrons and positive or negative ions) present in the air surrounding the surface of optic plate and the object collide with other charge carriers interacting with one another. An electrical impulse transmitted to the plate after placing an object on it stimulates the response of the object by the movement of charge carriers. Free electron re-association is followed by a visible glow. This phenomenon is recorded around the fingertip.

The preliminary experiments present researches on the influence of **cardiovascular disease** of human on CDP of their fingertips. One of the symptoms that accompanies patients suffering from cardiovascular diseases is an excessive perspiration. The factors affecting the CDP are potassium concentration, urea and sodium concentration in patient's blood. Those substances are removed from the organism also with sweat. Their excess or deficit has a significant impact on a character of corona discharge around fingertip of human.

Analogous assumptions were accepted to design a first part of the experiment. Its main goal was finding out whether CDPs taken from fingertips of volunteers change while human beings stay in a **short period of contact** with textiles, other than those they wore in the moment of investigation.

There are statistically significant differences between parameters of CDPs taken from fingertips while volunteers stayed in the contact with textiles made of different raw materials such as coarse wool, acrylic, viscose and they did not have contact with other textiles they wore.

The second part is a continuation of the trend presented above. In that case an attempt was made to determine the **long period influence** of 2 sets of garments on changeability of CDP. The statistically significant differences between textile sets were not detected in CDP of the volunteers. It is closely connected with adaptation of human organism to garments.

The main aim of the third part is to find out whether the textiles, which were worn by the volunteers, have any influence on human organism subject to the **physical effort**.

It was discovered that there are statistically significant differences between the values of respiratory coefficient registered during effort in volunteer wearing garments made of coarse wool and acrylic.

Institute of Architecture of Textiles
Technical University of Lodz