

Natalia MĘDROWSKA<sup>1</sup>, Sylwia ŁAGAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Studenckie Koło Naukowe Inżynierii Biomedycznej CANCRICAT, Zespół Mechaniki Doświadczalnej i Biomechaniki, Katedra Mechaniki Stosowanej i Biomechaniki, Wydział Mechaniczny, Politechnika Krakowska, Kraków

<sup>2</sup>Zespół Mechaniki Doświadczalnej i Biomechaniki, Katedra Mechaniki Stosowanej i Biomechaniki, Wydział Mechaniczny, Politechnika Krakowska, Kraków

## OCENA MASEK OCHRONNYCH W BADANIACH MECHANICZNYCH I FIZYKOCHEMICZNYCH

**Streszczenie:** Rolą maski jest ochrona układu oddechowego przed niepożądanymi cząstkami zanieczyszczeń w tym również kroplami powietrza i aerozolami niosącymi cząsteczki wirusów. Skuteczność filtracji aerozoli różnych typów dostępnych na rynku masek nie jest jednakowa. Wynika to z różnych rozmiarów i właściwości cząstek aerozolu determinujących zdolność do osadzania się na powierzchniach materiałów maseczek. W niniejszej pracy zrealizowano badania zwilżania powierzchni materiałów maseczek oraz badania chłonności i testy rozciągania celem określenia ich właściwości użytkowych.

**Słowa kluczowe:** maseczki ochronne, pandemia, wyrób medyczny, zwilżanie, włóknina polipropylenowa, covid-19

### 1. WSTĘP

W obecnej sytuacji pandemii COVID-19, w celu ochrony populacji oprócz masowych szczepień, skutecznym rozwiązaniem jest indywidualne powstrzymanie rozprzestrzeniania wirusa poprzez stosowanie wysokowydajnych maseczek ochronnych. Zasadniczym celem stosowania masek jest ograniczenie wdychania i wychwytywanie cząstek unoszących się w powietrzu oraz organizmów biologicznych (bakterie, wirusy, priony i grzyby) [2, 7]. Do grupy cząstek unoszących się w powietrzu zalicza się cząsteczki pochodzenia naturalnego, których źródłem są erupcje wulkanów czy burze piaskowe oraz cząsteczki będące produktem działalności człowieka (zanieczyszczenia przemysłowe). Wśród głównych cech maseczek należy wymienić pojemności, komfort użytkowania oraz wysoką skuteczność w filtracji cząstek niebezpiecznych. Specyfikacje filtra maski obejmują właściwości materiałów użytych do jej konstrukcji, są to głównie skład chemiczny filtra oraz grubość i gęstość upakowania włókien w filtrze [8]. Filtracja przez maskę opisywana jest różnymi mechanizmami, na które składają się sedymentacja grawitacyjna, uderzenie bezwładnościowe, przechwytywanie, dyfuzja oraz przyciąganie elektrostatyczne i odbicie termiczne [6]. Wirusy i bakterie utrzymujące się na powierzchni i w wewnętrznych strukturach maseczki podczas jej noszenia

stanowią zagrożenie przeniesienia patogenu, jeśli mogą one żyć bezpiecznie i pozostać aktywne w ciepłym i wilgotnym mikrośrodku wytworzonym podczas cyklu oddychania. Wygenerowana w procesie oddychania para w maseczce przyspiesza mechanizm penetracji i ułatwia wnikanie drobnoustrojów do wewnętrznych części maski [8].

### 1.1. Rodzaje maseczek i wymagania im stawiane

Maseczki na twarz pełnią rolę fizycznej bariery dla pyłów i cząstek stałych z określoną wydajnością. Maseczki na twarz można podzielić na kilka kategorii, w tym maseczki podstawowe (wielorazowe materiałowe) oraz chirurgiczne (jednorazowe) czy półmaski filtrujące tj. ochronne maski oddechowe. Przykłady różnych typów maseczek ochronnych zaprezentowano na rysunku 1. Maseczki powinny być dopasowane do twarzy, obejmować nos, usta i podbródek. Maseczki nie powinny być dotykane w czasie noszenia. Maseczkę należy wymienić, gdy stanie się wilgotna lub dojdzie do jej uszkodzenia. Zużyte maseczki należy wyrzucać do odpadów zmieszanych.



**Rys.1. Przykłady różnych typów maseczek ochronnych: a) wielorazowe maseczki szyte, b) jednorazowe maseczki chirurgiczne, c) ochronne maseczki oddechowe, d) maski z zaworami wydechowymi [10]**

Europejska organizacja ds. normalizacji CEN (fr. *Comité européen de normalisation*) opublikowała dokument określający wymagania stawiane producentom maseczek w zakresie ich produkcji, testowania, używania, prania, a także instrukcje dotyczące maseczek wykonywanych w domu [13]. Maseczki szyte (materiałowe) są dostępne w handlu lub można je uszyć w domu. Maseczki te nadają się do użytku przez ogół społeczeństwa; ograniczają rozprzestrzenianie się wirusa i przenoszenie go na inne osoby noszące maseczkę, o ile nie są wyposażone w zawór umożliwiający wydychanie niefiltrowanego powietrza. Dostępnych jest wiele różnych rodzajów maseczek wielokrotnego użytku, powinny składać się z kilku warstw (co najmniej dwóch, a najlepiej trzech). Maseczki wielorazowe muszą być wykonane z materiału nadającego się do prania w temperaturze 60°C (zaleca się codzienne pranie). Tkaniny użyte w takich maseczkach muszą umożliwiać przepływ powietrza, być wystarczająco miękkie i elastyczne, aby zapewniać przyleganie do twarzy, nie mogą być zbyt ciepłe.

Jednorazowe tzw. maseczki chirurgiczne, występują z elastyczną wstawką po bokach i wbudowanym drucikiem umożliwiającym dopasowanie górnej krawędzi maseczki do nosa. Maseczki te są wykonane z trzech warstw materiału (włóknina polipropylenowa, filtr, włóknina), z których środkowa jest warstwą filtrującą cząstki. Warstwy różnią się grubością, mają różne właściwości filtracyjne i wchłaniają różną ilość wilgoci. Ten typ maseczek może wychwytywać kropelki wydostające się z dróg oddechowych oraz ślinę użytkownika maseczki, dzięki czemu prawdopodobieństwo rozprzestrzeniania tych kropeł w otoczeniu oraz ich przenoszenia na inne osoby jest mniejsze. Ponadto, maseczki te zmniejszają ryzyko

zakażenia się wirusem przez osobę noszącą maseczkę. Maksymalny czas użytkowania maseczki wynosi 4 godziny.

Ochronne maski oddechowe (maski z filtrem drobnych cząstek FFP2, (N95), FFP3, (N99)). Takie maski są specjalnie zaprojektowane do użytku przez pracowników ochrony zdrowia zajmujących się pacjentami z chorobami zakaźnymi przenoszonymi drogą kropelkową, np. pacjentami z COVID-19, ponieważ w ich przypadku może zachodzić konieczność interwencji w obrębie dróg oddechowych, co wiąże się z możliwością rozprzestrzeniania się kropelek i aerozolu wydostających się z ciała pacjenta. Nie ma wymogu noszenia tych masek poza placówkami ochrony zdrowia.

Maski z zaworami wydechowymi służą zapobieganiu przenoszenia wydychanych kropelek wydzielin na inne osoby. Jeżeli maska jest wyposażona w zawór jednokierunkowy lub otwór wentylacyjny, przez który przedostaje się nie filtrowane powietrze, kropelki wydzieliny wydychane przez osobę noszącą maskę mogą być przenoszone na innych. Taka maska nie zmniejsza ryzyka przeniesienia zakażenia z osoby chorej na COVID-19 na inne osoby. Dlatego ważna jest identyfikacja zagrożeń związanych z niewłaściwym wykonaniem, dopasowaniem czy użytkowaniem maseczek ochronnych. Ważniejsze wymagania stawiane maseczkom ochronnym jako sprzętom do ochrony układu oddechowego sprecyzowano w PN-EN 149+A1:2010 oraz w EN 14683:2019 i dotyczą testów skuteczności filtracji bakteryjnej oraz obciążenia biologicznego i oporów oddychania. Muszą również spełniać wymagania normy ISO 10993 w zakresie oceny biogodności [9, 10, 13].

## 1.2. Materiały wykorzystywane do produkcji maseczek ochronnych

Wśród rodzajów materiałów wykorzystywanych do produkcji maseczek ochronnych można wymienić włókna bawełniane, bawełniane wzbogacane jonami srebra, kokosowe, celulozowe, węglowe, szklane oraz polimerowe (polipropylenowe, polietylenowe, poliestrowe czy poliamidowe). Dominują nienasiąkliwe, hydrofobowe polimery termoplastyczne. Materiałem szerzej omawianym i badanym w tej pracy jest włóknina polipropylenowa o różnych gęstościach oraz meltblown.

Tkaniny poliestrowe są w stanie zachować bardziej statyczny ładunek w porównaniu z włóknami naturalnymi czy bawełną ze względu na mniejszą zdolność wchłaniania wody [3]. Ciągłe ograniczona wiedza na temat działania i funkcjonalności różnych powszechnie dostępnych tkanin stosowanych w maskach tkaninowych, wywołuje potrzebę oceny skuteczności filtracji jako funkcji wielkości cząstek aerozolu w zakresie od 10 nm do 10 µm (szczególnie istotne w przypadku przenoszenia wirusów układu oddechowego). Przeprowadzone w [3] badania dla kilku popularnych handlowo tkanin, w tym bawełny, jedwabiu, szyfonu, flaneli, różnych materiałów syntetycznych i ich kombinacji. Oceniona skuteczność filtracji dla różnych (jednowarstwowych) tkanin wahała się w zakresie od 5 do 80% oraz od 5 do 95% dla wielkości cząstek odpowiednio <300 nm i >300 nm. Skuteczność filtracji wzrastała, gdy zastosowano wiele warstw i przy wykorzystano specyficzne połączenie różnych tkanin. Skuteczność filtracji hybryd (takich jak bawełna – jedwab, bawełna – szyfon, bawełna – flanela) wynosiła > 80% (dla cząstek <300 nm) oraz > 90% (dla cząstek > 300 nm).

Włóknina polipropylenowa (Spunbond), jest używana do produkcji wszystkich rodzajów badanych w tej pracy maseczek. Stosowana jest w maseczkach jako warstwa zewnętrzna oraz warstwa do kontaktu z ciałem [12]. Wraz z materiałem meltblown tworzą trójwarstwową maseczkę. Materiał ten określa się jako siatkę lub arkusz włókien polipropylenowych połączonych przez splecenie włókien bądź nici techniką mechaniczną, termiczną lub chemiczną. Arkusze, powstałe bezpośrednio z samodzielnych włókien, są płaskie i porowate.

Sam polipropylen to tworzywo sztuczne produkowane z wykorzystaniem źródła wysokiej temperatury. Jego wzór cząsteczkowy to  $(C_3H_6)_x$ .

Włóknina polipropylenowa meltblown jest warstwą środkową w trójwarstwowych maseczkach ochronnych, która odpowiedzialna jest za wchłanianie oraz filtrację. Wśród innych włókien filtracyjnych Meltblown ma najlepszy współczynnik procentowy BFE (*bacterial filtration efficiency*), zawierający się w granicach 98–99,8% (norma EN14638: 2003). BFE jest miarą odporności materiału na przenikanie bakterii - im wyższa wartość procentowa BFE tym lepsza zdolność włókniny do przeciwdziałania przenikania bakterii i wirusów [11]. Meltblown charakteryzuje się również zwiększoną ilością mikrowłókien na jednostkę powierzchni, co zwiększa jej właściwości filtracyjne.

## 2. MATERIAŁ I METODYKA

Przedmiotem badań były maseczki ochronne trójwarstwowe jednorazowe: medyczne firmy TW Plast i niemedyczne modelu F firmy Praesidium, Piaseczno, Polska, medyczne firmy Ptak Medical, Nadarzyn, Polska oraz niemedyczne firmy Jiangsu Zhiyu Medical Instrument, Taixing, Chiny. W badaniach przeprowadzono test zwilżania, w którym wykorzystano próbki w kształcie paska o wymiarach 10x50 mm, test chłonności, na próbkach materiałowych o wymiarach 10x10 mm oraz test statycznej próby rozciągania pasków o wymiarach całkowitych 10x130mm. W każdym teście liczebność grupy, dla każdej warstwy, wynosiła  $n=5$  próbek. W celu identyfikacji struktury warstw maseczek wykonano ich zdjęcia z wykorzystaniem mikroskopu firmy Carl Zeiss Stereo Discovery.V8, wyposażonego w kamerę AxioCam ERc5S oraz oprogramowanie AxioVision v.4.8.2.

### 2.1 Zwilżalność

Próby zwilżania materiałów przeznaczonych na maseczki ochronne przeprowadzono w wykorzystaniem goniometru optycznego (Advex Instrument, Brno-Komín, Czechy). Zastosowano metodę kropli siedzącej [5]. Na powierzchni każdej warstwy maseczek osadzano, za pomocą mikropipety (VITRUM/VWR, Strbrna Skalice, Czechy) po 10 kropli wody destylowanej (Biomus, Lublin, Polska) i gliceryny (Chempur, Piekary Śląskie, Polska) o objętości 0,5  $\mu$ l. Zdjęcia kropeł i ich analizę wykonano w oprogramowaniu SeeSystem 6.3, skorelowanym z goniometrem. Na podstawie wartości kąta zwilżania oceniono stopień hydrofobowości powierzchni badanych materiałów.

### 2.2. Chłonność

Testy chłonności przeprowadzono każdej warstwy maseczek, w oparciu o porównanie masy suchych próbek ( $m_0$  [g]) i próbek moczonych ( $m_1$  [g]) przez 10 minut (w temperaturze otoczenia  $22\pm 1^\circ\text{C}$ ) w roztworze wodnym 0,09% gliceryny  $C_3H_8O_3$  (symulującym gęstość śliny człowieka [1]). Masę próbek oznaczano na wadze laboratoryjnej Radwag AS160, (Radom, Polska) z dokładnością  $10^{-4}$  g.

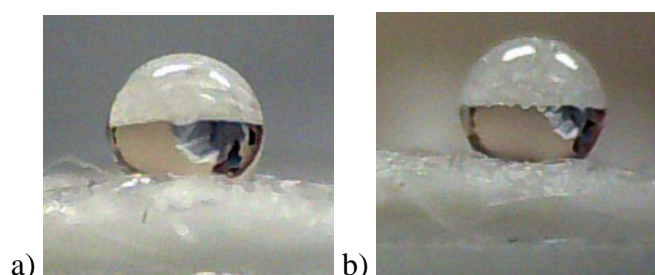
$$X = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \cdot 100\%$$

### 2.3. Statyczna próba rozciągania

Testy statycznego rozciągania przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej MTS Insight 50 (Eden Prairie, Minnesota, USA) z głowicą pomiarową o zakresie  $\pm 1\text{kN}$ . Prędkość obciążenia wynosiła  $10\text{ mm/min}$ , długość bazy pomiarowej przyjęto  $l_0=100\text{ mm}$ . Podczas prób rozciągania nie oddzielano warstw, poddając je jednoczesnym rozciąganiu.

### 3. WYNIKI

Na rysunku 2 przedstawiono przykładowe zdjęcia kropli osadzonych na warstwach maseczek ochronnych podczas testu zwilżania.



Rys.2 Zdjęcia z testu zwilżania warstwy wewnętrznej (do kontaktu z ciałem) maseczki Praesidium Model F: a) kropla wody destylowanej, b) kropla gliceryny

W tabeli 1 przedstawiono zbiorcze zestawienie średnich wartości kątów zwilżania wodą destylowaną i gliceryną, wraz z odchyleniem standardowym. W tabeli nie zamieszczono wyników dla warstwy środkowej, ponieważ jest to materiał całkowicie zwilżalny, i nie można było zarejestrować zdjęcia profilu kropli wody. W tabeli 2 zestawiono średnie wartości (wraz z odchyleniem standardowym) chłonności. Charakterystyki przebiegu statycznej próby rozciągania przedstawiono na zbiorczym wykresie (rysunek 3).

Tabela 1. Wartości kątów zwilżania [°] warstw maseczek ochronnych

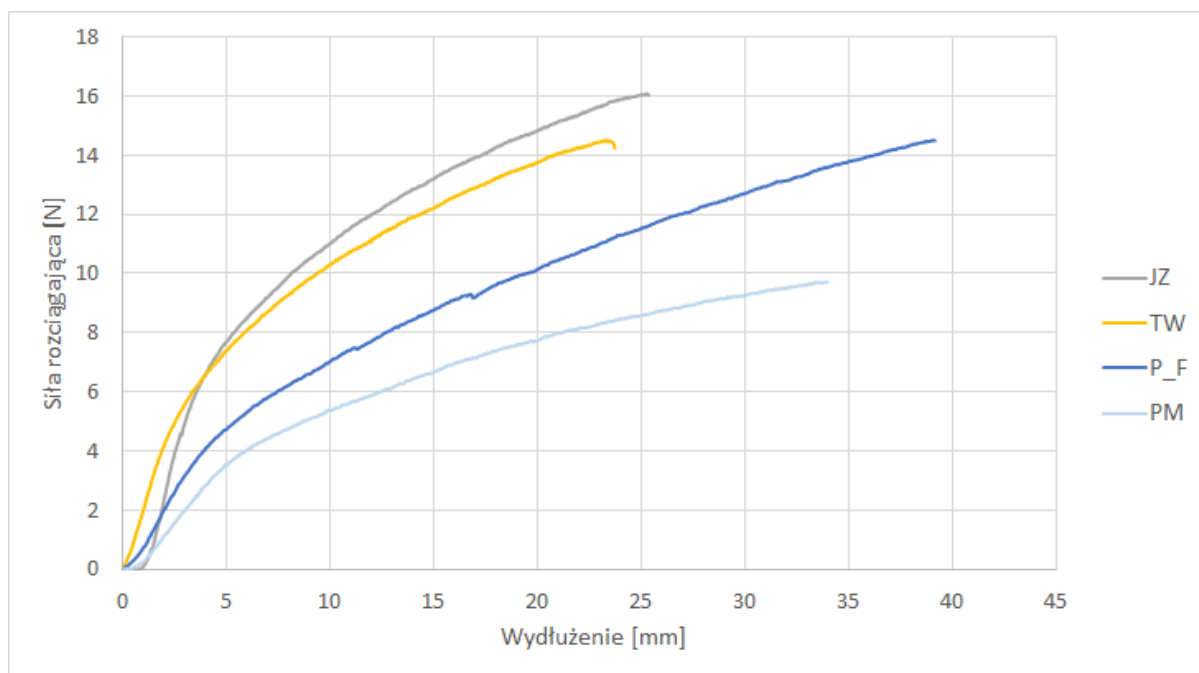
Warstwa	TW Plast	Ptak Medical*	Jiangsu Zhiyu Medical Instrument	Praesidium Model F
Gliceryna				
zewnątrzna	101,10 ± 22,17	107,32 ± 10,56	117,58 ± 6,48	106,94 ± 9,29
do kontaktu z ciałem	118,52 ± 5,65		125,76 ± 9,51	112,03 ± 15,85
Woda destylowana				
zewnątrzna	120,77 ± 7,69	118,29 ± 4,92	118,28 ± 33,25	115,34 ± 10,79
do kontaktu z ciałem	122,44 ± 8,33		110,43 ± 16,32	125,02 ± 5,47

\* - w tych maseczkach warstwy zewnętrzna i do kontaktu z ciałem są wykonane z tego samego typu materiału

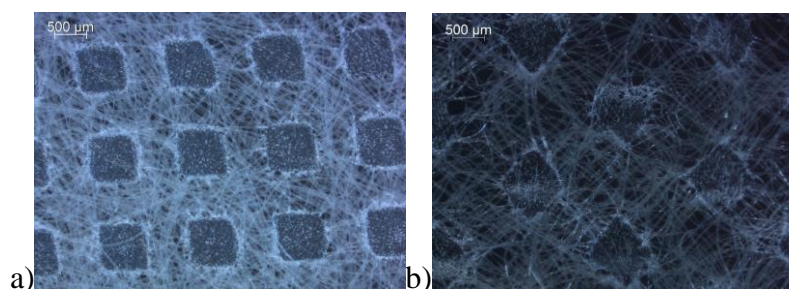
Po przeprowadzonych testach statycznej próby rozciągania wykonano zdjęcia mikroskopowe w celu kontroli jakości warstw maseczek. Wybrane zdjęcia zaprezentowano na rys. 4, 5 oraz 6 (powiększenie 15x).

Tabela 2. Wartości chłonności warstw maseczek ochronnych podane w [%] (odch.stand.)

Warstwa	TW Plast	Ptak Medical	Jiangsu Zhiyu Medical Instrument	Praesidium Model F
zewnątrzna	47,33 (25,17)	78,48 (34,12)	64,45 (12,06)	41,18 (14,41)
meltblown	248,62 (154,90)	215,21 (219,01)	81,56 (93,36)	200,29 (103,81)
do kontaktu z ciałem	169,50 (37,00)	53,51 (13,50)	220,44 (194,49)	41,13 (19,66)



Rys.3. Wykres krzywych reprezentatywnych statycznej próby rozciągania (oznaczenia JZ-Jiangsu Zhiyu Medical Instrument, TW-TW Plast, P\_F - Praesidium, PM- Ptak Medical)

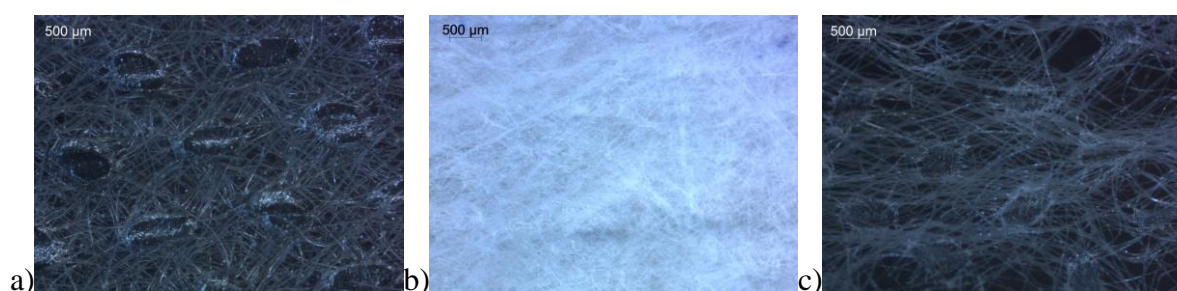


Rys. 4. Zdjęcia warstwy zewnętrznej maseczki ochronnej medycznej firmy Ptak Medical: a) przed testem rozciągania, b) po teście rozciągania





**Rys. 5. Zdjęcia warstw jednorazowej trójwarstwowej maseczki ochronnej medycznej firmy TW Plast: a) warstwa zewnętrzna, b) warstwa środkowa, c) warstwa wewnętrzna**



**Rys. 6. Zdjęcia warstw jednorazowej trójwarstwowej maseczki ochronnej niemedycznej firmy Praesidium model F: a) warstwa zewnętrzna, b) warstwa środkowa, c) warstwa wewnętrzna**

#### 4. PODSUMOWANIE

W ocenie wyników zwilżania przyjęto model hydrofobowości wg [4], w którym kąt zwilżania od  $90^\circ$  do  $120^\circ$  determinuje materiały hydrofobowe, natomiast w zakresie  $120^\circ$  do  $150^\circ$  ultrahydrofobowe. Analizując wyniki kątów zwilżania dla wody, uzyskane w niniejszej pracy, zawierające się w przedziale od  $110,43 \pm 16,32^\circ$  dla maseczek firmy Jiangsu Zhiyu Medical Instrument do  $125,02 \pm 5,47^\circ$  dla maseczek Praesidium Model F, można przyjąć, że warstwy zewnętrzna i do kontaktu z ciałem, wszystkich ocenianych w pracy maseczek, są hydrofobowe. Natomiast kąty zwilżania gliceryną były niższe (oprócz maseczek Jiangsu Zhiyu Medical Instrument). Mając na uwadze, iż ślina ludzka w przybliżeniu uważana jest za wodny roztwór gliceryny (0,09%), można przypuszczać, że warstwy do kontaktu z ciałem będą wykazywały fobowe właściwości względem śliny.

Poddając ocenie chłonność warstw maseczek, stwierdzono, znaczące różnice pomiędzy warstwami. Warstwa zewnętrzna charakteryzowała się chłonnością na poziomie 41-78%, warstwa środkowa (meltblown) w zakresie 82-249%, natomiast warstwa do kontaktu z ciałem (wewnętrzna) odpowiednio 41-220%. Modele firmy Jiangsu Zhiyu Medical Instrument charakteryzowały się największą chłonnością w warstwie do kontaktu ze skórą. Dodatkowo, ich warstwa meltblown (środkowa) chłonęła najmniej. Jest to niekorzystne zjawisko, ponieważ promuje wilgotne i ciepłe środowisko, które jest sprzyjające dla rozwoju bakterii i wirusów, w bliskim kontakcie z układem oddechowym. Podobnie maseczki firmy TW Plast, pomimo iż wykorzystana w niej warstwa meltblown pochłaniała najwięcej wilgoci, to również warstwa do kontaktu z ciałem charakteryzowała się wysokimi wartościami. W modelu F w warstwie do kontaktu z ciałem chłonność materiału była najniższa, co

oznacza, że warstwa meltblown koncentruje wilgoć a warstwa do kontaktu z ciałem najmniej wilgotna.

Podczas statycznej próby rozciągania próbek maseczek za zniszczenie przyjęto rozerwanie warstwy środkowej (meltblown). Podobne charakterystyki próby rozciągania (rys. 3) wykazywały maseczki TW Plast oraz Jiangsu Zhiyu Medical Instrument, wartość siły ujawniająca ich zniszczenie była na poziomie 14-16 N, przy wydłużeniu 25 mm. Największym wydłużeniem charakteryzował się model F firmy Praesidium. Maseczki firmy Ptak Medical uzyskały najniższą wartość siły niszczącej (10 N, przy wydłużeniu ok. 35 mm).

W wyniku przeprowadzonych testów zidentyfikowano zróżnicowane poziomy chłonności i zwilżalności w poszczególnych warstwach maseczek ochronnych istotne ze względu na ich właściwości użytkowych. Ujawniono również trwałe zniekształcenia włókien skrajnych warstw co może ułatwiać przenikanie aerozoli przez ich warstwy.

## LITERATURA

- [1].Andrysewicz, E., Mystkowska, J., Dąbrowski, J. R., Krawczyk-Dembicka, E.: Badania właściwości tribologicznych i fizykochemicznych śliny ludzkiej i jej substytutów, *Engineering of Biomaterials*, vol. 16, (118), 2013, pp. 23-29.
- [2].Cheng V.C.C., Wong S.C., Chuang V.W.M., So S.Y.C., Chen J.H.K., Sridhar S., To K.K.W., Chan J.F.W., Hung I.F.N., Ho P.L., Yuen K.Y.: The role of community-wide wearing of face mask for control of coronavirus disease 2019 (COVID-19) epidemic due to SARS-CoV-2, *Journal of Infection*, 43, 2020, pp. 2212-4209.
- [3].Konda A., Prakash A., Moss G.A., Schmoldt M., Grant G.D., Guha S.: Aerosol Filtration Efficiency of Common Fabrics Used in Respiratory Cloth Masks, *ACS Nano*, 14 (5), 2020, pp. 6339–6347.
- [4].Krawczuk A., Domińczuk J.: Analiza możliwości wykorzystania krzywych zwilżania do optymalizacji procesów adhezyjnych, *Technologia i Automatyzacja Montażu*, 4, 2015, pp. 45-49.
- [5].Liber-Kneć A., Łagan S.: Zastosowanie pomiarów kąta zwilżania i swobodnej energii powierzchniowej do charakterystyki powierzchni polimerów wykorzystywanych w medycynie, *Polimery w Medycynie*, nr 44, vol. 1, 2014, str. 29–37.
- [6].Mahdavi A.: Efficiency measurement of N95 filtering facepiece respirators against ultrafine particles under cyclic and constant flows, Master Thesis, Concordia University, 2013.
- [7].McDonald F., Horwell C.J., Wecker R., Dominelli L., Loh M., Kamanyire R., Ugarte C.: Facemask use for community protection from air pollution disasters: An ethical overview and framework to guide agency decision making, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 43, 2020, p. 101376.
- [8].Tcharkhtchi T., Abbasnezhad N., Zarbini Seydani M., Zirak N., Farzaneh S.: Shirinbayan M., An overview of filtration efficiency through the masks: Mechanisms of the aerosols penetration, *Bioactive Materials*, 6 (1), 2021, pp. 106-122.
- [9].[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_20\\_502](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_502) (dostęp 01.06.2021).
- [10]. <https://www.gov.pl/web/zdrowie/informacje-dotyczace-produktow-wykorzystywanych-podczas-zwalczania-covid-19> (dostęp 01.06.2021).
- [11]. <https://holtex.pl/oferta/wlokniny-i-ubrania-medyczne/wlokniny-na-maski-ochronne/wloknina-meltblown> (dostęp 01.06.2021).



- [12]. <https://holtex.pl/oferta/wlokniny-i-ubrania-medyczne/wlokniny-na-kombinezony-i-ubrania-medyczne/wloknina-spunbond> (dostęp 01.06.2021).
- [13]. [https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP\\_PROJECT:32928&cs=1B0AB06FEB70E43960D46D1198C37CC09](https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP_PROJECT:32928&cs=1B0AB06FEB70E43960D46D1198C37CC09) (dostęp 01.06.2021).

## **ASSESSMENT OF FACE MASKS IN MECHANICAL AND MATERIAL TESTS**

**Abstract:** The role of the mask is to protect the respiratory system against unwanted particles of environmental pollution, including air drops and aerosols carrying viral particles. The filtration efficiency of aerosols of various types of masks available on the market is not the same due to the different sizes and properties of the aerosol particles determining the ability to deposit on the surfaces of the mask materials. In this work, research on wetting the surface of mask materials as well as absorbency tests and tensile tests were carried out in order to determine their functional properties.

**Keywords:** protective masks, pandemic, medical device, wetting, polypropylene non-woven fabric, covid-19