

OCENA MASEK OCHRONNYCH W BADANIACH MECHANICZNYCH I MATERIAŁOWYCH

Natalia MĘDROWSKA¹, Sylwia ŁAGAN²

¹ SKN Inżynierii Biomedycznej, Politechnika Krakowska, ^{1,2} Katedra Mechaniki Stosowanej i Biomechaniki, Wydział Mechaniczny, Politechnika Krakowska, Kraków

Celem pracy było porównanie właściwości materiałowych i mechanicznych maseczek trójwarstwowych jednorazowych różnych producentów używanych do codziennej ochrony podczas pandemii COVID-19.

WPROWADZENIE

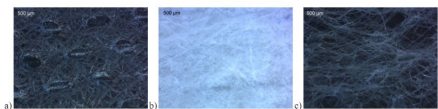
Zasadniczym celem stosowania masek jest ograniczenie wdechania i wychwytywanie cząstek unoszących się w powietrzu oraz organizmów biologicznych (bakterie, wirusy, priony i grzyby).

W pracy zostały wykonane badanie chłonności, badanie zwilżalności oraz statyczna próba rozciągania próbek materiałowych wybranych maseczek ochronnych.

MATERIAŁY WYKORZYSTYWANE DO PRODUKCJI MASECZEK

Włókna 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. Wraz z materiałem meltblown tworzą trójwarstwową maseczkę. Arkusze, powstające bezpośrednio z samodzielnymi włókien, są płaskie i porowate.

Włókna 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 (ang. *bacterial filtration efficiency*), zawierający się w granicach 98 – 99,8% (norma EN14638:2003). Meltblown charakteryzuje się również zwiększoną ilością mikrowłókien na jednostkę powierzchni, co zwiększa jej właściwości filtracyjne.



Rys.1. Zdjęcia mikroskopowe materiałów wykorzystywanych do produkcji trójwarstwowych maseczek chirurgicznych firmy Praesidium model F (powiększenie 15x): a) włókna polipropylenowa zewnętrzna, b) włókna polipropylenowa filtrująca typu meltblown, c) włókna polipropylenowa do kontaktu z ciałem

RODZAJE STOSOWANYCH MASECZEK

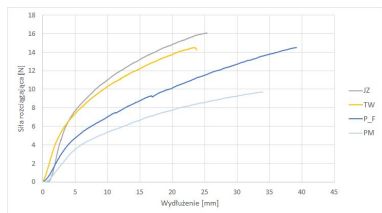
Maseczki na twarz pełnią rolę fizycznej bariery dla pyłów i cząstek stałych z określoną wydajnością. Maseczki na twarz można podzielić na kilka kategorii, w tym maseczki podstawowe (wielorazowe materiałowe) oraz chirurgiczne (jednorazowe) czy półmiski filtrujące tj. ochronne maski oddechowe.



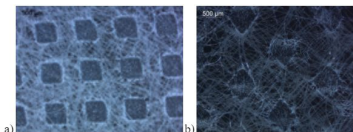
Rys.2. Przykłady różnych typów maseczek ochronnych: a) wielorazowe maseczki sztywne, b) jednorazowe maseczki chirurgiczne, c) ochronne maseczki oddechowe, d) maski z zaworami wdechowymi [X6]

STATYCZNA PRÓBA ROZCIĄGANIA

Testy statycznego rozciągania przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej MTS Insight 50 z głowicą pomiarową o zakresie ± 1kN. Prędkość obciążenia wynosiła 10 mm/min, długość bazy pomiarowej przyjęto $l_0=100$ mm. Podczas prób rozciągania nie oddzielano warstw, poddając je jednoczesnym rozciąganiu.



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



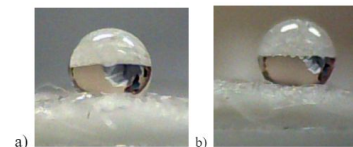
Rys. 4. Zdjęcia warstwy zewnętrznej maseczki ochronnej medycznej firmy Ptak Medical: a) przed testem rozciągania, b) po teście rozciągania

BADANIE CHŁONNOŚCI

Testy chłonności przeprowadzono dla 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±1°C) w roztworze wodnym 0,09% gliceryny $C_2H_5O_2$ (symulującym gęstość śliny człowieka). Masę próbek oznaczano na wadze laboratoryjnej Radwag AS160, z dokładnością 10^{-4} g.

BADANIE ZWILŻALNOŚCI

Próby zwilżania materiałów przeznaczonych na maseczki ochronne przeprowadzono z wykorzystaniem gonionetru optycznego. Zastosowano metodę kropli siedzącej. Na powierzchni każdej warstwy maseczek osadzono, za pomocą mikropipety, po 10 kropli wody destylowanej i gliceryny o objętości 0,5 μ l.



Rys.5. Zdjęcia z testu zwilżania warstwy wewnętrznej (do kontaktu z ciałem) maseczki Praesidium Model F: a) kropla wody destylowanej, b) kropla gliceryny

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Analizując wyniki kątów zwilżania dla wody, można przyjąć, że warstwy zewnętrzna i do kontaktu z ciałem, wszystkich ocenianych w pracy maseczek, są hydrofobowe. 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.

Podczas badania chłonności stwierdzono znaczące różnice pomiędzy warstwami. Modele firmy Jiangsu Zhiyu Medical Instrument charakteryzowały się największą chłonnością w warstwie do kontaktu ze skórą. Dodatkowo, ich warstwa meltblown chłonła najmniej. Jest to niekorzystne zjawisko, z racji promowania wilgotnego i ciepłego środowiska które jest sprzyjające dla rozwoju bakterii i wirusów, w bliskim kontakcie z układem oddechowym.

Zbliżone charakterystyki statycznej próby rozciągania wykazywały maseczki TW Plast oraz Jiangsu Zhiyu Medical Instrument. Największym wydłużeniem charakteryzował się model F firmy Praesidium. Maseczki firmy Ptak Medical uzyskały najniższą wartość siły niszczenia.

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

BIBLIOGRAFIA

- Andryszewicz, E., Mysłowska, J., Dąbrowski, J. R., Krawczyk-Dembicka, E.: Badania właściwości tribologicznych i fizykochemicznych śliny ludzkiej i jej substytutów, *Engineering of Biomaterials*, Vol. 16, no. 118, 2013, pp. 23-29.
- Cheng Y.C.C., Wong S.C., Chuang W.W.M., So S.C.Y.C., Chen J.H.K., Sidhar 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.
- 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.
- McDonald F., Horwell C.J., Wecker R., Domell 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, pp. 101376.
- <https://www.gov.pl/web/zdrowie/informacje-dotyczace-produktow-wykorzystywanych-podczas-zwalczania-covid-19> (dostęp 01.06.2021)