

Prof.zw.dr hab.inż. Bogdan Mizieliński

Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki

i Inżynierii Środowiska

Warszawa, 24.08.2017r.

Politechniki Warszawskiej

Ul. Nowowiejska 20, 00-653 Warszawa

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Tomasza Jankowskiego pt. „Określenie wpływu parametrów strukturalnych na właściwości filtracyjne kompozytów włókninowych stosowanych do ochrony przed zagrożeniem aerozolami cieczy”.

Opinię niniejszą opracowano na zlecenie Centralnego Instytutu Ochrony Pracy – Państwowego Instytutu Badawczego (pismo z dnia 13.07.2017r, TP – 533/3012/2017).

Pracę doktorską wykonano w CIOP-PIB, promotorem jest prof.dr hab.inż. Zbigniew Popiołek z Politechniki Śląskiej.

Praca składa się z 6 rozdziałów merytorycznych oraz podsumowania i wniosków. Napisana jest na 140 stronach, zawiera 100 rysunków, spis symboli oraz 4 załączniki, w bibliografii wymieniono 95 publikacji (w tym 86 obcojęzycznych), 13 aktów prawnych i 6 źródeł cyfrowych.

W rozdziale 2 Autor omówił zagadnienia związane z zagrożeniami aerozolami cieczy emitowanymi w procesach przemysłowych w oparciu o literaturę polską i zagraniczną. W pracy analizowano szereg publikacji opisujących zagadnienia rozważane w niniejszej pracy, co stanowi dobrą podstawę do sformułowania celu, zakresu i hipotezy zawartej w rozdziale 3. Rozdział 4 to wytypowanie oraz analiza właściwości struktury materiału badawczego. Na tej podstawie Autor wytypował do badania dwa rodzaje włóknin, to jest: włóknina wytwarzana metodą „spun – lace” oraz włóknina wytwarzana metodą „melt – Blown”. Stanowisko badawcze opisano w rozdziale 5. Rozdział 6 to opis przyjętej metodyki badań a w tym: przygotowanie próbek włóknin, określenie parametrów strukturalnych włóknin filtracyjnych oraz pomiary oporu przepływu i skuteczność filtracji aerozoli cieczy. Rozdział 7 to merytorycznie główny rozdział w którym przedstawiono wyniki badania warstwowych kompozytów włóknin. Analizowano wyniki poszczególnych rodzajów i zakresów pomiarów co

ujęto w postaci tabel, wykresów i zależności matematycznych. Merytoryczną część pracy kończy podsumowanie i 8 wniosków.

Charakterystyka rozprawy

Autor w swej pracy doktorskiej podjął się badania ważnego tematu związanego z ochroną pracowników przed szkodliwym działaniem aerozolu olejowego stosowanego w technologiach przemysłowych, głównie w obróbce metali. W pracy skoncentrowano się na badaniach związanych z określeniem skuteczności stosowania filtrów warstwowych kompozytów włóknin mogących zatrzymać w swej strukturze cząstki o różnych frakcjach wymiarowych. Bardzo duży postęp w technice filtracyjnej spowodowało produkowanie szerokiego zakresu włókien z poliamidu i poliestru począwszy od najmniejszych grubości, dla ilustracji: w Polsce produkuje się włókno którego 10km waży 8g a na świecie już są włókna których 10 km waży poniżej 1 g. Wiele badań prowadzonych jest w zakresie struktury materiału filtracyjnego i procesów przepływu zanieczyszczonego powietrza przez materiał filtracyjny. Stosowane na przykład techniki filtracji wgłębnej czy filtracji powierzchniowej bardzo się różnią i wymagają różnej struktury materiału filtracyjnego. Autor koncentruje się z na badaniu warstwowych kompozytów włóknin w celu uzyskania efektywnego oczyszczania powietrza z polidispersyjnego aerozolu jakim jest mgła oleju mineralnego.

Charakterystyczne parametry oceniające przydatność do filtracji kompozytu włóknin są: opór przepływu i skuteczność frakcyjna. Uzyskiwane podczas filtracji wgłębnej wzajemne oddziaływanie filtrowanej cząsteczki zanieczyszczenia i włókna, powodowane może być: bezwładnością cząstki, dyfuzją molekularną, grawitacyjnym oddziaływaniem, bezpośrednim zaczepieniem i przyciąganiem elektrostatycznym. W praktyce niektóre z tych zjawisk występują jednocześnie i dlatego proces filtracji jest dość skomplikowany. Innym ale istotnym problemem przy stosowaniu dwóch lub trzech warstw kompozytów włóknin jest ich mechaniczne połączenie aby uzyskały odpowiednią trwałość i jednocześnie scaloną strukturę filtra.

Wiele ośrodków badawczych prowadzi prace ukierunkowane w celu osiągnięcia jak największej skuteczności, ekonomicznej opłacalności i uzyskania odpowiedniego narzędzia do ochrony zdrowia pracowników. Jednym z tych badań są wyniki pracy doktorskiej mgr inż. Tomasza Jankowskiego wskazujące jakie parametry techniczne muszą posiadać filtry stosowane w filtracji aerozoli olejowych.

Ocena merytoryczna pracy

Stanowiska badawcze oraz procedury prowadzenia pomiarów są na właściwym poziomie naukowo-technicznym. Wyniki osiągnięte w zastosowanej procedurze badawczej są

wiarygodne i zapewne będą wykorzystane w produkcji nowoczesnych filtrów dostosowanych do filtracji konkretnych rodzajów aerozoli.

Dobrze, że funkcje opisujące zależności oporu przepływu przez filtr (Pa) w funkcji prędkości przepływu aerozolu (m/s) zamieszczone na rysunkach od 35 do 44 zostały zapisane wzorami matematycznymi 7.1 i 7.2. Wprawdzie przeprowadzono analizę współczynników „d” ale brak próby uogólnienia ich wartości aby zapis matematyczny był bardziej uniwersalny. Słusznie Autor podjął próbę wyznaczenia względnej standardowej niepewności współczynników „d” jako ΔX_d dla względnej różnicy współczynników nachylenia R_d co opisano na str. 71 do 77.

Istotnym osiągnięciem mgr inż. Tomasza Jankowskiego jest sformułowanie w oparciu o wykresy rys. 84 do 87 zależności funkcyjnych wskaźnika jakości warstwowych kompozytów włóknin dla przepływu laminarnego i burzliwego (str. 110) w postaci wzorów 7.6 i 7.7. Dla tych zależności oceniono także względną standardową niepewność współczynników „b” jako ΔX_b dla względnej różnicy współczynników nachylenia R_b .

Analiza wyników badań przeprowadzonych przez Autora wykazała zależność właściwości filtracyjnych i użytkowych od parametrów strukturalnych i procesowych badanych warstwowych kompozytów włóknin i parametrów fizykochemicznych aerozoli. Ustalono, że strata ciśnienia na filtrze w obszarze przepływu laminarnego ma przebieg liniowy $\Delta p = d_3 U$, a w obszarze burzliwym ma przebieg potęgowy $\Delta p = d_4 U^2$. Autor także ustalił i zapisał w postaci funkcji, że współczynnik jakości warstwowych kompozytów włóknin zarówno dla obszaru laminarnego $QF = b_3 U^{-5/3}$ jak i dla obszaru burzliwego $QF = b_4 U^{-8/3}$ ma charakter funkcji potęgowej.

Mgr inż. Tomasz Jankowski ustalił, że wpływ parametrów strukturalnych kompozytów włóknin, charakteru aerozoli i rodzaju obróbki części metalowych ma znaczenie przy tworzeniu kompozycji włókninowych dla praktycznego stosowania tak zaprojektowanych filtrów do stanowisk pracy przy obróbce mechanicznej z użyciem chłodziw olejowych.

Uwagi krytyczne

1. W streszczeniu pracy powinny być wymienione wszystkie parametry strukturalne a nie tylko grubość i porowatość. Ta informacja określała by bliżej zakres badań.
2. Na str. 27 sformułowana jest hipoteza pracy (pogrubionym drukiem) ma zapis następujący: „Uzyskanie na drodze badań eksperymentalnych charakterystyki zależności pomiędzy poszczególnymi niezależnymi zmiennymi, takimi jak: grubość warstwowych kompozytów włóknin, ich kompozycja (kompozyty homogeniczne i

heterogeniczne), prędkość liniowa przepływu aerozolu i jego nominalne stężenie, a oporem przepływu i skutecznością filtracji aerozolu cieczy pozwala przewidywać jakie będą najkorzystniejsze warunki filtracji dla różnych warstwowych kompozytów włókninowych” - uważam, że słowo przewidywać nie jest zręcznym określeniem, bo w świetle uzyskanych wyników doktorant zmierzał do uzyskania konkretnych wartości więc chyba lepszym słowem byłoby „określić”.

3. Nie znalazłem wyjaśnienia w jaki sposób mają być odprowadzone z filtra poszczególne krople oleju lub cząstki zanieczyszczeń i czy Autor przewiduje regenerację filtra ?
4. Przy układaniu warstw w filtrze np. 3, jak następuje zespolenie tych warstw i jaką funkcję w procesie filtracji mają poszczególne warstwy.
5. W zamieszczonej w pracy bibliografii nie znalazłem ani jednej pozycji autorstwa Doktoranta.

Ocena końcowa

Podsumowując ocenę merytoryczną pracy stwierdzam, że doktorant rozwiązał samodzielnie problem naukowy sformułowany w hipotezie zamieszczonej w pracy. Przeprowadził analizę zależności właściwości filtracyjnych i użytkowych od parametrów strukturalnych i procesowych badanych warstwowych kompozytów włóknin i parametrów fizykochemicznych aerozoli. Na podstawie uzyskanych wyników badań sformułował zależności matematyczne do obliczania współczynnika jakości warstwowych kompozytów włóknin dla przepływu laminarnego i burzliwego. Na podstawie wyników pomiarów i przeprowadzonych obliczeń doktorant stwierdził, że włókniny zbudowane techniką „spunlace” mogą być stosowane jako warstwa wspomagająca warstwy kompozytów zbudowane z włóknin „melt-blown”. Badając wskaźniki jakości i użyteczności warstwowych kompozytów włóknin w funkcji prędkości przepływu powietrza wlotowego, stężenia aerozolu i temperatury przepływającego powietrza zaobserwował, że maleją one w czasie trwania procesu filtracji aerozolu cieczy. Wpływ parametrów strukturalnych kompozytów włóknin, procesu obróbki i fizykochemicznych aerozoli jest podstawą do wyznaczenia parametrów mających dominujące znaczenie podczas ustalania budowy włóknin co w następstwie pozwala na weryfikację filtra w warunkach pracy na stanowiskach obróbki mechanicznej z zastosowaniem chłodziw olejowych.

Wnioski sformułowane w końcowej części pracy są merytorycznie uzasadnione i dobrze odzwierciedlają uzyskany wyniki zapisane w niniejszej pracy. Stwierdzam, że autor udowodnił uzyskanymi wynikami badań hipotezę postawioną na str. 27.

Mgr inż. Tomasz Jankowski trafnie dobrał temat i samodzielnie rozwiązał wybrane problemy filtracji aerozoli cieczy na stanowiskach obróbki mechanicznej. Wykazał umiejętność formułowania problemów naukowych i ich rozwiązywania. Badania wykonano na nowocześnie wyposażonych w aparaturę pomiarową stanowiskach badawczych co potwierdza wiarygodność uzyskanych wyników. Doktorant wykazał dobrą znajomość mechaniki cieczy i gazów, procesów filtracji oraz wentylacji. Wyniki uzyskane i opisane w tej pracy zapewne znajdą zastosowanie w praktyce. Styl i język techniczny tekstu oraz ilustracje są na dobrym poziomie. Praca jest czytelna, zwięzła i zrozumiała dla czytelnika, stanowi istotny przyczynek do naukowego rozwoju zagadnień filtracji.

Wniosek końcowy

W związku z powyższym stwierdzam, że praca doktorska mgr inż. Tomasza Jankowskiego spełnia warunki Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym, oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003r. wraz z późniejszymi zmianami.

Wnioskuje o dopuszczenie mgr inż. Tomasza Jankowskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego i do publicznej obrony.

