

dr hab. inż. Mariusz B. Bogacki
Zakład Inżynierii Procesowej

Poznań, 4. listopada 2016r.

RECENZJA

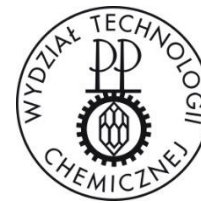
pracy doktorskiej Pani mgr inż. Sylwii Włodarczak

Analiza hydrodynamiki w rozpylaczach wirowych

promotor pracy: prof. Dr hab. Lubomira Broniarz – Press

Przedstawiona praca doktorska Pani mgr inż. Sylwii Włodarczak poświęcona jest analizie hydrodynamiki w rozpylaczach wirowych. Problem przekształcenia cieczy w aerozol jest niezwykle istotny w wielu procesach przemysłowych, w których konieczne jest uzyskanie dużego rozwinięcia powierzchni cieczy lub też pokrycie nią dużej powierzchni. Przykładami takich procesów mogą być suszenie rozpyłowe, malowanie rozpryskowe lub procesy agrotechniczne. Innym niezwykle ważnym problemem jest dozowanie paliwa w silnikach spalinowych. Również w lecznictwie występuje konieczność uzyskania odpowiednich aerozoli, kiedy leki stosowane są do inhalacji.

Badane w pracy rozpylacze wirowe z uwagi na prostotę konstrukcji oraz korzystne walory eksploatacyjne takie jak: duża pewność oraz stabilność działania, energooszczędność czy wysoka jakość uzyskiwanego aerozolu są jednymi z częściej stosowanych rodzajów rozpylaczy. Z tego też względu stały się one przedmiotem wielu badań zarówno teoretycznych jak też eksperymentalnych. Pomimo tak dużego zainteresowania badaczy, wiedza dotycząca rozpylaczy wirowych nie jest jednakże wystarczająca. Okazuje się bowiem, że procesy hydrodynamiczne występujące wewnątrz rozpylaczy wirowych są bardzo skomplikowane, gdyż na proces rozpylania mają wpływ różnorodne czynniki zarówno konstrukcyjne jak też właściwość fizyko-chemiczne rozpylanych roztworów. Z tego względu wiedza dotycząca rozpylaczy wirowych jest w dużym stopniu wycinkowa i najczęściej dotyczy określonych konstrukcji zastosowanych w określonych warunkach zarówno jeśli chodzi o rodzaj rozpylanego medium jak też warunków zewnętrznych, w szczególności panującego w komorze rozpyłowej ciśnienia. Powoduje to znaczne problemy w przypadku konieczności projektowania nowych dotąd nie stosowanych konstrukcji albowiem trudno jest jednoznacznie określić wpływ konstrukcji rozpylacza na parametry rozpylonej strugi. Innym istotnym problemem wymagającym badań jest określenie wpływu właściwości reologicznych cieczy na proces rozpylania. Tego rodzaju badania pozwolić mogą na zrozumienie



mechanizmu rozpadu strugi w rozpylaczach oraz znalezienie najkorzystniejszych warunków prowadzenia procesu. Ma to istotne znaczenie przy projektowaniu rozpylaczy.

Dlatego też uważam, że w pełni zasadne było podjęcie przez Doktorantkę rozważań nad wpływem podstawowych wymiarów rozpylacza oraz właściwości cieczy na proces rozpylania oraz podjęte przez Autorkę pracy próby opisu matematycznego parametrów rozpylanej strugi.

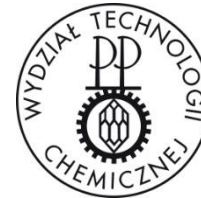
Przedstawioną do recenzji pracę podzielić można na dwie zasadnicze części: część teoretyczną oraz część doświadczalną. Całość poprzedza rozdział zawierający wprowadzenie oraz cel pracy. Kończy natomiast podsumowanie i bibliografia. Dodatkowo do pracy dołączony jest aneks zawierający 73 wykresy przedstawiające pełny zestaw wyników badań eksperymentalnych. Całość liczy 208 stron maszynopisu.

Trzy stronicowy wstęp połączony z celem pracy w sposób bardzo jasny przedstawia konieczność podjęcia proponowanych przez siebie badań jak też jasno formułuje cel badań: analiza hydrodynamiczna w rozpylaczach wirowych.

W części teoretycznej (83 strony) omówiony został kolejno mechanizm tworzenia się aerozolu w rozpylaczach wirowych, różne konstrukcje rozpylaczy, właściwości cieczy wpływające na proces rozpylania oraz parametry charakteryzujące rozpyloną strugę: współczynnik wypływu, kąt rozpylania, rozkład średnic kropeł oraz średnie średnice kropeł w ujęciu Sautera. W tej części pracy omówione również zostały opisane w literaturze przedmiotu równania korelacyjne.

Przedstawiony przegląd literatury (188 pozycji literaturowych) zrobiony jest bardzo szczegółowo i w pełni odzwierciedla złożoność problemu jakim zajęła się Doktorantka. Pokazuje również rozwój koncepcji naukowych związanych z badanym zagadnieniem. Podsumowując tę część pracy stwierdzić należy, że Pani mgr inż. Sylwia Włodarczyk zarówno dobrze przygotowała się teoretycznie do zaplanowanych badań, jak też dobrze uzasadnia konieczność podjęcia tego rodzaju badań.

Na wstępie części doświadczalnej (62 strony) Doktorantka omówiła metodologię badań oraz zastosowane materiały i aparaturę. Analizę wyników badań rozpoczyna rozdział poświęcony właściwościom reologicznym badanych cieczy. Kolejne rozdziały poświęcone są analizie poszczególnych parametrów charakteryzujących proces: współczynnikowi wypływu, kątowi rozpylania, rozkładowi średnic kropeł oraz średniej średnicy kropeł. Wszystkie prezentowane przez Panią mgr inż. Sylwię Włodarczak wyniki badań są dobrze udokumentowane z wykorzystaniem tabel oraz różnorodnych rysunków. Duże wrażenie robi zakres przeprowadzonych badań. Doktorantka przebadła 30 różnych konstrukcji rozpylaczy wirowych stosując piętnaście roztworów o różnych właściwościach reologicznych. W sumie



jest to 450 eksperymentów, z których wiele wykonanych było z pewnością wielokrotnie w celu uzyskania odpowiedniej oceny statystycznej.

Za najważniejsze elementy naukowe recenzowanej pracy uważam wyznaczenie równań korelacyjnych opisujących współczynnik wpływu dla badanych rozpylaczy oraz wskazanie warunków geometrycznych, które szczególnie sprzyjają efektywności rozpylania.

Przedstawiona do recenzji praca zredagowana jest starannie, ale nie jest wolna od drobnych błędów edytorskich czy sformułowań będących skrótami myślowymi lub określeniami żargonowymi. Poniżej przedstawiam kilka z dostrzeżonych przeze mnie tego rodzaju niezręczności:

Str. 13 Rozpylacze simplex z pustym stożkiem są *najczęściej stosowane w energetyce, w tym w lotnictwie i technologii kosmicznej.*

Str. 19 Podpis pod wzorem 2.8: gdzie ... rd ϑ jego długością. Moim zdaniem rd ϑ ma wymiar powierzchni.

Str. 19 Wzór 2.10. Jest: $dP = \rho_c v_{mx}^2 r_r^2 \frac{dr}{r^2} + C'$, powinno być: $dP = \rho_c v_{mx}^2 r_r^2 \frac{dr}{r^3}$

Str. 19 Wzór 2.11. Jest: $P = \rho_c v_{mx}^2 r_r^2 \frac{1}{r^3} + C'$, powinno być: $P = \rho_c v_{mx}^2 r_r^2 \frac{1}{r^3} + C'$

Str. 22 Dla *wysokiej lepkości* cieczy rdzeń powietrza zanika.

Str. 59 Jednoznaczne określenie kąta rozpylania możliwe jest tylko w *mocno rozrzedzonym gazie w próżni.*

Str.60 ... kąt rozpylania .. jest *jednoznaczną funkcją stosunku* powierzchni króćców wlotowych do iloczynu ...

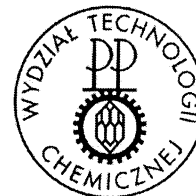
Str. 70 Akapit odnoszący się do rys. 4.1o. Przy niskich wartościach Re_c (około 1500) ... około $RE_c=1650$. Na rys. 4.10 nie ma takich punktów!.

Str. 83 Efekt ten prowadzi do niedopuszczalnej *jakości natryskowej*, ...

Str. 121 Maksymalna *odchyłka pomiarów* ...

Str. 124 Rys. 6.22 i kolejne przedstawiające obrazy rozpylania. Jak interpretować różne kolory.

Rozdz. 6.3. W wielu miejscach porównywane są różne rozpylacze i roztwory. W komentarzach pojawiają się omówienia stwierdzające, że kąty rozpylania są większe a dla innych układów mniejsze. Brak wartości liczbowych, które dałyby



WYDZIAŁ TECHNOLOGII CHEMICZNEJ

Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej

ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań, tel. +48 61 665 3649, fax +48 61 665 3649

e-mail: office_tce@put.poznan.pl, www.put.poznan.pl

pogląd na wielkość tych różnic.

Mam również kilka uwag o charakterze dyskusyjnym:

1. Czytając pracę zauważyć można, że Doktorantka poświęciła sporo czasu na analizę statystyczną wyników swoich badań. Jednakże zauważalny jest pewien chaos. W mojej opinii praca wiele by zyskała, gdyby jeden z początkowych rozdziałów części eksperymentalnej poświęcony został metodologii oraz ocenie statystycznej wyników przeprowadzonych pomiarów. Innym tej samej natury problemem są wyznaczone przez Doktorantkę modele. Mój niepokój budzą bardzo małe wykładniki potęgowe wynoszące 0.05, 0.04 czy 0.02. Czy te współczynniki są statystycznie istotne i jaki jest dla nich przedział ufności?
2. Doktorantka zastosowała w swoich badaniach roztwory o różnej lepkości. Czy Doktorantka mogłaby pokazać jak parametry charakteryzujące strugę zależą od tych wielkości.
3. Zastosowane w badaniach roztwory różnią się napięciem powierzchniowym. Czy uzyskane przez Doktorantkę wyniki badań pozwalają na wskazanie zależności pomiędzy napięciem międzyfazowym a wyznaczanymi parametrami charakteryzującymi strugę.

Jednakże wszystkie przedstawione powyżej uwagi nie wpływają na moją zdecydowaną pozytywną ocenę pracy. Złożoność problemów z jakimi spotkała się Doktorantka realizując recenzowaną dysertację, niewątpliwie wymagała dużej wiedzy teoretycznej oraz ogromnego nakładu pracy. Sposób zaplanowania i prowadzenia badań, jak również forma przedstawienia uzyskanych wyników oraz ich analiza świadczą o dużej wiedzy oraz kompetencjach. Uważam, że Pani mgr inż. Sylwia Włodarczak zrealizowała założony cel swojej pracy.

Reasumując stwierdzam, iż recenzowana przeze mnie praca doktorska Pani mgr inż. Sylwii Włodarczak odpowiada warunkom określonym w art. 143. Ustawy z dnia 14. Marca 2003 roku o stopniach i tytułach naukowych oraz o stopniach i tytułach w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami) i tym samym wnoszę do Wysokiej Rady Wydziału Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej o dopuszczenie Pani mgr inż. Sylwii Włodarczak do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Sylwia Włodarczak