

mgr inż. Mateusz Kamiński
Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej
Politechnika Warszawska

STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Wykorzystanie jedno- i wielowarstwowych filtrów włókninowych do oczyszczania gazów z cząstek zawieszonych stałych i ciekłych

W ostatnich latach obserwowany jest znaczący wzrost zapotrzebowania na rozwój i wykorzystanie metod usuwania zawieszonych w strumieniu gazu cząstek stałych i ciekłych różnego pochodzenia. Jednym ze sposobów oczyszczania strumienia gazu jest wykorzystanie procesu filtracji z wykorzystaniem filtrów włókninowych. W celu skutecznego prowadzenia procesu filtracji potrzebna jest wiedza na temat wszystkich składników rozważanego układu i zjawisk występujących w trakcie tego procesu. Kluczowa jest wiedza odnośnie zarówno aerozolu będącego wyzwaniem takiego procesu, filtra będącego stosowanym rozwiązaniem jak i dodatkowych efektów i zmian zachodzących w układzie na skutek prowadzenia tego procesu. Na podstawie tych informacji możliwe jest sporządzenie modelu obliczeniowego pozwalającego opisać działanie filtra podczas filtracji danego aerozolu. Cykl publikacji stanowiący podstawę tej rozprawy porusza teoretyczne oraz eksperymentalne aspekty prowadzenia procesu filtracji aerozoli z wykorzystaniem filtrów włókninowych oraz przedstawia przebieg prac nad modelem obliczeniowym.

Filtry włókninowe wykorzystane w badaniach wykonane zostały metodą rozdmuchu stopionego polimeru, a ich struktura wewnętrzna charakteryzuje się nieregularnym i przypadkowym rozmieszczeniem włókien. Wykorzystane filtry różniły się średnim rozmiarem włókien je budujących, a jak zostało to pokazane w toku pracy opis filtra poprzez średnią wartość rozmiaru włókien nie jest wystarczający. Przedstawiono sposób wyznaczania na podstawie zdjęć mikroskopowych rzeczywistego rozkładu rozmiarów włókien filtra oraz implementacji uproszczonej wersji tego rozkładu w modelu obliczeniowym.

W badaniach wykorzystano aerozole jednoskładnikowe składające się z grafitowych cząstek stałych, kropeł oleju oraz kropeł wody, a także ich wieloskładnikowe kombinacje o różnych koncentracjach co pozwoliło na wskazanie i porównanie efektów zachodzących na

powierzchni i we wnętrzu filtra na skutek depozycji na jego włóknach cząstek aerozolowych różnych rodzajów i o różnych właściwościach.

Doświadczenia z wykorzystaniem aerozolu mieszanego zawierającego cząstki stałe i krople oleju poskutkowały identyfikacją charakterystycznego dla tego układu maksimum sprawności obserwowanego dla filtrów o wysokiej sprawności ogólnej i wysokiej sprawności włókien budujących taki filtr, któremu towarzyszy dodatkowo minimum średniego rozmiaru cząstki penetrującej przez filtr. Występowanie tego efektu przypisano istnieniu frontu maksymalnej sprawności przemieszczającego się we wnętrzu filtra, a którego istnienie związane jest z efektami poślizgu cząstek na zwilżonym cieczą włóknie, przemieszczania się zatrzymanej na włóknie cieczy po jego powierzchni i w głąb filtra oraz jej ociekania wymuszonego przepływem oraz działaniem siły grawitacji, wtórnego porywania cząstek zdeponowanych z powierzchni włókien, zmiany efektywnej średnicy włókna, zmiany lokalnej gęstości upakowania oraz zmiany lokalnej prędkości linowej przepływu.

W toku badań wskazano konieczność wykorzystania w modelu obliczeniowym rozwiązań empirycznych o odpowiednio dopasowanej wartości współczynników, dokładniejszego odwzorowania rozkładu rozmiarów włókien filtra, koncepcji efektywnej gęstości cząstek stałych oraz wynikających z depozycji na włóknach cząstek aerozolowych zmian gęstości upakowania filtra, zmian liniowej prędkości przepływu przez filtr oraz w przypadku rozpatrywanych niezależnie od siebie włókien, zmian ich średnicy. Zaproponowany model obliczeniowy wykorzystano do opisu zmiany masy filtra oraz w oparciu o niego zaproponowano model opisujący zmiany spadku ciśnienia na filtrze, który również wykorzystano do opisu badanych filtrów.

Rozbieżności pomiędzy wynikami eksperymentalnymi i modelowymi przeanalizowano i zaproponowano ich potencjalne wyjaśnienia, a także na ich podstawie wskazano dodatkowe zjawiska mogące występować w badanych układach oraz zasugerowano obiecujące kierunki dalszych badań i rozważań, które pozwoliłyby na dokładniejsze opisanie procesu filtracji zawieszonych w strumieniu gazu cząstek stałych i ciekłych z wykorzystaniem filtrów włókninowych.

Słowa kluczowe: aerozole wieloskładnikowe, cząstki stałe, filtry włókninowe, krople cieczy model obliczeniowy, spadek ciśnienia, sprawność filtracji