

Chemiczne aspekty oddziaływań pomiędzy cząstkami aerozolu i chmurami

słowa kluczowe: fizyka atmosfery, chmury warstwy granicznej, mikrofizyka chmur, reakcje chemiczne w kropelkach chmurowych, przetwarzanie aerozolu przez chmury, metody lagranżowskie, modelowanie numeryczne, otwarte biblioteki schematów numerycznych

Kropelki chmurowe tworzą się na cząstkach aerozolu czyli drobinach zanieczyszczeń w fazie stałej lub ciekłej zawieszonych w powietrzu. Cząstki aerozolu znajdujące się w kropelkach chmurowych są poddane działaniom procesów chmurowych takich jak zderzenia między kropelkami wody lub reakcje chemiczne zachodzące w kropelkach wody. Chmury i cząstki aerozolu wzajemnie ze sobą oddziałują i wzajemnie wpływają na swoje własności. Przedstawiona rozprawa doktorska bada interakcje pomiędzy drobinami aerozolu atmosferycznego i kropelkami wody w płytkich chmurach warstwy granicznej (t.j. w chmurach bez lodu). Przedstawione wyniki skupiają się na zderzeniach między kropelkami wody i reakcji utlenienia dwutlenku siarki do kwasu siarkowego VI zachodzącej w kropelkach chmurowych oraz ich wpływie na widmo rozmiarów drobin aerozolu.

Badania przedstawione w rozprawie doktorskiej są prowadzone przy użyciu symulacji numerycznych wykorzystujących lagranżowski sposób opisu mikrofizyki chmur i reakcji chemicznych w kropelkach chmurowych. Metody te są kosztowne numerycznie, ale pozwalają na dokładną reprezentację w modelu numerycznym ewolucji widma rozmiarów zarówno kropel wody jak i cząstek aerozolu.

W trakcie przeprowadzonych badań użyty został lagranżowski schemat mikrofizyczny tworzony na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Na potrzeby przeprowadzonych badań schemat ten został rozszerzony o opis procesów chemicznych zachodzących w kropelkach chmurowych. Do schematu dodany został opis rozpuszczania gazów śladowych w kropelkach chmurowych, dysocjacji rozpuszczonych związków na jony i reakcji utlenienia rozpuszczonego dwutlenku siarki do kwasu siarkowego przez ozon i nadtlenek wodoru. Do schematu zostało dodanych sześć gazów śladowych: dwutlenek siarki, ozon, nadtlenek wodoru, dwutlenek węgla, amoniak i kwas azotowy. Stworzone oprogramowanie jest dostępne jako część otwartej biblioteki schematów numerycznych. Część przedstawionej rozprawy doktorskiej może służyć jako opis struktury i sposobu działania stworzonego oprogramowania oraz dokumentacja interfejsu użytkownika.

Rozprawa doktorska zawiera krótki wstęp przedstawiający teoretyczne podstawy opisu procesów mikrofizycznych i chemicznych zachodzących w płytkich chmurach warstwy granicznej. Następnie zaprezentowany jest opis zasady działania mikrofizycznego schematu lagranżowskiego. W rozprawie opisany jest również nowy moduł odpowiedzialny za reakcje chemiczne zachodzące w kropelkach chmurowych. Poprawność stworzonego opisu reakcji chemicznych w kropelkach jest przetestowana przy użyciu adiabaticznego modelu cząstki. W ostatniej części rozprawy lagranżowski opis mikrofizyki i reakcji chemicznych w chmurach jest zastosowany w 2-wymiarowym modelu reprezentującym przekrój przez warstwę graniczną przykrytą chmurą stratocumulus. Dyskusja wyników skupia się na przedstawieniu wpływu zderzeń między kropelkami oraz reakcji chemicznych zachodzących w kropelkach chmurowych na widmo rozmiarów drobin aerozolu. Dyskutowane są również symulacje testujące czułość otrzymanych wyników na początkowe warunki mikrofizyczne i chemiczne panujące w modelu.