



národní
úložiště
šedé
literatury

Binární nukleace H₂SO₄ v laminární souproudé komoře

Trávníčková, Tereza
2015

Dostupný z <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-200964>

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 03.10.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní nusl.cz .

BINÁRNÍ NUKLEACE $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ V LAMINÁRNÍ SOUPROUDÉ KOMOŘE

Tereza TRÁVNÍČKOVÁ¹, Jaromír HAVLICA^{1,2}, Lenka ŠKRABALOVÁ¹, Jan HRUBÝ³,
Vladimír ŽDÍMAL¹

¹ Ústav chemických procesů, AV ČR, Praha, Česká Republika, travnickovat@icpf.cas.cz

² Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Ústí nad Labem, Česká Republika

³ Ústav termomechaniky, AV ČR, Praha, Česká Republika, hruby@it.cas.cz

Klíčová slova: Binární nukleace, laminární souproudá komora, atmosférická nukleace

SUMMARY

Nucleation of sulfuric acid with water is one of key processes during new particle formation in the atmosphere. Despite the fact that first experiments dealing with binary nucleation of $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ appeared in the seventies of the 20th century (Reiss a spol. (1976)), its mechanism is still not fully understood. This is largely due to difficulties in specifying atmospheric conditions under which nucleation occurs and complexity of laboratory experiments. In studies on binary nucleation using flow chambers with turbulent mixing of components (most often used technique), the experimentalists face two major problems. They have to determine the position of the nucleation zone as accurately as possible, and, at the same time, define acid vapor concentration in the nucleation zone. In this paper we present a Laminar Co-Flow Tube a device for measuring of binary nucleation which overcomes both of these problems. First results on nucleation rates obtained on this type of device show that it is a useful tool for studying binary nucleation.

ÚVOD

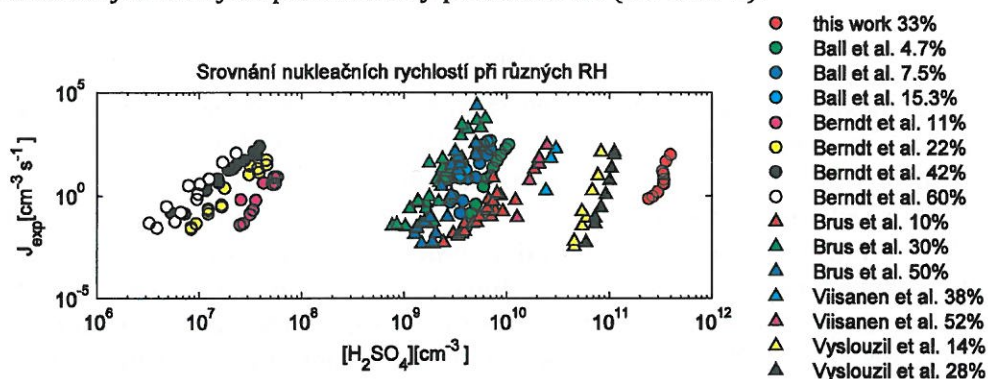
Nukleace kyseliny sírové s vodou je jedním z klíčových procesů vzniku nových částic v atmosféře. Přesto, že první experimenty zabývající se binární nukleací $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ se objevily již v sedmdesátých letech 19. století, její mechanismus stále ještě není zcela popsán. Je to způsobeno především obtížně definovatelnými atmosférickými podmínkami, za kterých k nukleaci dochází, a náročností laboratorních experimentů, které tento jev zkoumají. V tomto příspěvku představujeme inovovaný typ zařízení na měření binární nukleace – laminární souproudou komoru (LCFT). První výsledky naměřené na LCFT ukazují, že se jedná o relevantní nástroj ke studiu binárních nukleací.

METODY MĚŘENÍ

Laminární souproudá komora je vlastně trubka v trubce, kde vnitřní trubkou je přiváděna směs nasycených par kyseliny sírové v dusíku a jako obalový proud je přibližně stejnou postupnou rychlostí přiváděna směs nasycené vodní páry v dusíku. Středová trubice po několika desítkách cm končí a na jejím břitu dochází k difúznímu kontaktu obou směsí, které spolu pak dále tečou komorou. Laminární souproud lze modelovat a získat tak polohu nukleační zóny, ve které dochází ke vzniku stabilních zárodků nové fáze. Tyto zárodky v přesycené směsi dále rostou a jsou nesené ven z komory. Díky umístění kyseliny do osového proudu a tomu, že difúzní koeficient kyseliny v dusíku je mnohem nižší než difúzní koeficient vody v dusíku, jsou ztráty H_2SO_4 na stěnách zařízení efektivně potlačeny. Na výstupu z komory jsou částice detekovány kondenzačním čítačem částic s předřazeným zvětšovákem klastrů (PSM, AirModus).

MATEMATICKÝ MODEL A ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

Momentová a hmotnostní bilance byly řešeny pomocí programu Fluent 14.5. Složení vstupních proudů bylo získáno výpočtem z tlaků nasycených par vody (Katz 1967) a kyseliny sírové (Kulmala 1990) za teploty sytičů. Na základě znalosti teplot, těchto tlaků, a průtoků bylo vypočteno složení směsi v každém místě aparatury a byly získány profily relativní vlhkosti Rh a relativní kyselosti Ra . Teoretická nukleační rychlost J_{theor} byla vypočtena podle Wyslouzil a spol. (1991) a experimentální rychlost nukleace J_{exp} jako funkce T a Ra byla určena pomocí parametrizace Wagnera a Anisimova (1993) z toku částic detekovaných na výstupu z komory pomocí PSM (viz Obr. 1).



Obr. 1: Závislost exp. nukleační rychlosti na koncentraci H₂SO₄ v komoře, $T=25^{\circ}\text{C}$

VÝSLEDKY, DISKUSE, ZÁVĚRY

Získané nukleační rychlosti jsou zhruba o dva řády nižší, než výsledky získané jinými autory na průtočných aparaturách. Posun nukleační isotermy směrem k vyšším koncentracím H₂SO₄ může být způsoben vysokou čistotou námi použitých látek, které neobsahují příměsy aminů a jiných složek stabilizujících kritické klastry. Ukázali jsme, že LCFT je relevantním nástrojem pro měření nukleačních rychlostí binárních směsí.

PODĚKOVÁNÍ

Autoři práce děkují za podporu grantu P105/12/0664 Grantové Agentury České republiky a projektu 7. RP EU Marie-Curie ITN HEXACOMM č. 315760.

LITERATURA

- Reiss, H., Margolese, D.I., Schelling, F.J., Experimental study of nucleation in vapor mixtures of sulfuric acid and water. *J. Colloid Interface Sci.*, 56, 511–526, (1976).
- Katz, J.L., Ostermier, B.J., Diffusion cloud-chamber investigation of homogeneous nucleation, *J. Chem. Phys.*, 47, 478, (1967).
- Kulmala, M. and Laaksonen, A.: Binary nucleation of water-sulfuric acid system: Comparison of classical theories with different H₂SO₄ saturation vapor pressures, *J. Chem. Phys.*, 93, 696–701, (1990).
- Wyslouzil, B.E., Seinfeld, J.H., Flagan, R.C., Okuyama, K., Binary nucleation in acid water-systems.2. sulfuric-acid water and a comparison with methanesulfonic-acid water, *J. Chem. Phys.* 94, 6827 (1991).
- Wagner, P.E., Anisimov, M.P., Evaluation of nucleation rates from gas flow diffusion chamber experiments, *J. Aerosol Sci.* 24, S103-S104 (1993).