HARORAT MAYDONIDA DISTILLANGAN SUV VA NaCl ERITMASI TOMCHILARINING GEOMETRIK EVOLYUTSIYASI VA EVAPORATSIYA KINETIKASI

Madaminov Ikromjon Baxtiyor o‘g‘li
Farg‘ona davlat universiteti “Fizika” kafedrasi
1-bosqich tayanch doktoranti

Annotatsiya

Tezisda shisha substrat ustida joylashgan distillangan suv va 0,9% NaCl eritmasi tomchilarining harorat ta’sirida bug‘lanishi suyuqliklar fizikasi nuqtayi nazaridan tahlil qilinadi. Tomchi hajmi, balandligi, asos diametri va kontakt burchagining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi evaporatsiya kinetikasini tavsiflovchi asosiy parametrlar sifatida qaraladi. Harorat ortishi bug‘lanish oqimini kuchaytirib, tomchi hajmining kamayishini jadallashtiradi. Distillangan suv va NaCl eritmasidagi farqlar ionlarning solvatsiyasi, sirt tarangligi, bug‘ bosimi, kontakt chizig‘i holati va kristallanish jarayonlari bilan izohlanadi.

Kalit so‘zlar: *distillangan suv, NaCl eritmasi, tomchi bug‘lanishi, harorat maydoni, evaporatsiya kinetikasi, kontakt burchagi, sirt tarangligi.*

KIRISH

Qattiq sirt ustida joylashgan mikrohajmli suyuqlik tomchisining bug‘lanishi fazalararo issiqlik va massa almashinuvi bilan bog‘liq murakkab jarayondir. Bunda tomchi faqat hajmini yo‘qotmaydi, balki uning fazoviy shakli ham uzluksiz o‘zgaradi. Asos radiusi, balandlik, kontakt burchagi va hajmning vaqt bo‘yicha evolyutsiyasi evaporatsiya jarayonining fizik mexanizmlarini aniqlashda muhim rol o‘ynaydi.

Harorat bug‘lanish kinetikasiga bevosita ta’sir qiluvchi asosiy tashqi omildir. Harorat oshganda suyuqlik molekulalarining o‘rtacha kinetik energiyasi ortadi, sirtni tark eta oladigan yuqori energiyali molekulalar soni ko‘payadi. Natijada bug‘lanish oqimi kuchayadi, tomchining to‘liq qurish vaqti qisqaradi hamda geometrik parametrlar tezroq o‘zgaradi.

Distillangan suv va NaCl eritmasi bu jarayonni solishtirma tahlil qilish uchun qulay model obyektlardir. Distillangan suvda bug‘lanish asosan sirt tarangligi va bug‘ bosimi bilan belgilanadi. NaCl eritmasida esa Na^+ va Cl^- ionlari suv molekulalari bilan solvatsion o‘zaro ta’sirga kirishadi, eritma konsentratsiyasi vaqt bo‘yicha ortadi va qurish oxirida kristallanish ehtimoli yuzaga keladi [1, B. 558].

TADQIQOT METODIKASI

Tahlilda tomchi shisha substrat ustida joylashgan ochiq sistema sifatida qaraldi. Tomchi tashqi muhit bilan issiqlik va modda almashadi; uning bug‘lanishi natijasida hajm, balandlik, asos radiusi va kontakt burchagi o‘zgaradi. Tomchi shakli sferik segmentga yaqin deb qabul qilinganda hajm quyidagi ifoda bilan baholanadi:

$$V = \frac{\pi h}{6}(3r^2 + h^2) \qquad (1)$$

bu yerda V - tomchi hajmi, h - tomchi balandligi, r - asos radiusi. (1)-formula balandlik va radiusning vaqt bo‘yicha o‘zgarishidan foydalanib tomchi hajmini aniqlash imkonini beradi. Bunday yondashuv tomchi geometriyasi sferik segmentga yaqin bo‘lgan laboratoriya sharoitlari uchun qulaydir.

Evaporatsiya tezligi tomchi hajmining vaqt bo‘yicha kamayish sur’ati orqali tavsiflanadi:

$$v_e = -\frac{dV}{dt} \approx \frac{V_i - V_{i+1}}{\Delta t} \quad (2)$$

bu yerda V_i va V_{i+1} - ketma-ket vaqt momentlaridagi hajmlar, Δt - o‘lchash oralig‘i. (2)-ifoda tajribaviy ma’lumotlar asosida tomchi hajmining kamayish tezligini baholashga xizmat qiladi.

Tomchining substrat bilan o‘zaro ta’siri kontakt burchagi orqali ifodalanadi. Agar tomchi balandligi h va diametri d ma’lum bo‘lsa, kontakt burchagi sferik segment geometriyasi bo‘yicha quyidagicha baholanishi mumkin:

$$\theta = 2\arctan\left(\frac{2h}{d}\right) \quad (3)$$

Kontakt burchagining kamayishi tomchining sirtga yoyilishi va bug‘lanish yuzasining o‘zgarishini bildiradi. Shuning uchun $\theta(t)$, $h(t)$, $d(t)$ va $V(t)$ funksiyalarini birgalikda tahlil qilish bug‘lanish rejimini aniqlashda muhim metodik asos bo‘lib xizmat qiladi [2, B. 336].

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Harorat oshishi bilan distillangan suv va NaCl eritmasi tomchilarida hajm kamayishi jadallashadi. Bu hodisa molekulyar-kinetik nazariya bilan izohlanadi: harorat ortishi molekulalarning sirtni tark etish ehtimolini oshiradi va bug‘lanish oqimini kuchaytiradi. Shu bilan birga, yuqori harorat sirt tarangligini pasaytirib, tomchining substrat bo‘ylab kengroq yoyilishiga sabab bo‘lishi mumkin. Natijada bug‘lanish yuzasi ortadi va tomchi hajmi qisqaroq vaqt ichida kamayadi.

Tomchi evolyutsiyasining dastlabki bosqichida balandlikning pasayishi asosiy rol o‘ynaydi. Kontakt chizig‘i substratga nisbatan mahkamlangan bo‘lsa, radius nisbatan barqaror saqlanadi va tomchi vertikal yo‘nalishda yassilanadi. Bu holat Constant Contact Radius (CCR) rejimiga yaqin. Keyingi bosqichlarda kontakt chizig‘i siljiy boshlasa, radius ham kamayadi va tomchi Constant Contact Angle (CCA) yoki aralash rejimga o‘tadi.

Distillangan suv tomchisida evaporatsiya asosan molekulalarning sirtni tark etishi, sirt tarangligi va bug‘ bosimi bilan boshqariladi. Harorat ortganda suv molekulalarining kinetik energiyasi kuchayadi, bug‘lanish tezligi oshadi va to‘liq qurish vaqti qisqaradi. Tomchi balandligining pasayishi uning hajm yo‘qotishini, kontakt burchagining kamayishi esa sirtga yoyilish darajasining ortishini bildiradi.

NaCl eritmasi tomchisida jarayon ionli tarkib sababli murakkabroq kechadi. Na^+ va Cl^- ionlari suv molekulalari bilan solvatsiyalanib, eritmaning sirt va termodinamik xossalariga ta’sir ko‘rsatadi. Bug‘lanish davomida suv miqdori kamaygani sari eritma konsentratsiyasi ortadi, to‘yinishga yaqin bosqichda esa kristallanish markazlari paydo

bo‘lishi mumkin. Shu sababli NaCl eritmasi tomchisining bug‘lanishi hajm kamayishi, ionlar migratsiyasi va qattiq qoldiq hosil bo‘lishi bilan birgalikda kechadi.

XULOSA

Harorat ta’sirida distillangan suv va NaCl eritmasi tomchilarining bug‘lanishi murakkab fizik jarayon bo‘lib, unda hajm kamayishi, balandlik va diametr evolyutsiyasi, kontakt burchagi dinamikasi hamda sirt hodisalari o‘zaro bog‘langan holda namoyon bo‘ladi. Haroratning oshishi molekulalarning kinetik energiyasini oshirib, bug‘lanish oqimini kuchaytiradi va tomchining to‘liq qurish vaqtini qisqartiradi.

Distillangan suv tomchisida evaporatsiya asosan sirt tarangligi, bug‘ bosimi va tashqi harorat bilan boshqariladi. NaCl eritmasida esa ionlar mavjudligi, konsentratsiya ortishi va kristallanish jarayoni bug‘lanish dinamikasini murakkablashtiradi. Shuning uchun elektrolit eritmalarni tahlil qilishda hajm kamayishi bilan birga kontakt burchagi, diametr va balandlik evolyutsiyasini ham hisobga olish zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Brutin D., Starov V. Recent advances in droplet wetting and evaporation // Chemical Society Reviews. 2018. Vol. 47. P. 558-585.
2. Picknett R.G., Bexon R. The evaporation of sessile or pendant drops in still air // Journal of Colloid and Interface Science. 1977. Vol. 61. No. 2. P. 336-350.
3. Deegan R.D., Bakajin O., Dupont T.F., Huber G., Nagel S.R., Witten T.A. Capillary flow as the cause of ring stains from dried liquid drops // Nature. 1997. Vol. 389. P. 827-829.
4. Hu H., Larson R.G. Evaporation of a sessile droplet on a substrate // The Journal of Physical Chemistry B. 2002. Vol. 106. No. 6. P. 1334-1344.