

Л.С. ОГАНЕСЯН, Н.Р. АРУТЮНЯН, В.А. АВЕТИСЯН

**СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ГОРЯЧЕГО
ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ
ЭНЕРГИИ**

Рассмотрены небольшие системы теплоснабжения на основе возобновляемых источников энергии – солнечного нагревателя и грунтового теплового насоса с сезонным аккумулятором тепла.

Ключевые слова: солнечный коллектор, тепловой насос, сезонный грунтовой аккумулятор тепла.

L.S. HOVHANNISYAN, N.R. HARUTYUNYAN, V.H. AVETISYAN

**A HEATING, CONDITIONING AND HOT WATER SUPPLY SYSTEM
BASED ON RENEWABLE POWER SOURCES**

Small systems of heat supply based on renewable power sources – a solar heater and a ground thermal pump with a seasonal heat accumulator are considered.

Keywords: solar collector, thermal pump, seasonal ground heat accumulator.

ՀՏԴ 541.124

Գ.Ե. ԱՅՎԱԶՅԱՆ, Ռ.Ն. ԲԱՐՍԵՂՅԱՆ, Ա.Ա. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Ի.Պ. ՉՈՒՆՉՈՒՋՈՎ

**ՄԹՆՈԼՈՐՏԻ ՎՐԱ ԱԿՈՒՍՏԻԿԱԿԱՆ ԱԼԻՔՆԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ
ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ**

Վերլուծվել են ակուստիկական մակարդման հետևանքով ամպերում կաթիլների փոխազդեցության մեխանիզմները և առանձնահատկությունները: Ցույց է տրվել, որ մթնոլորտի վրա ակուստիկական ալիքների զգալի ներազդման համար ալիքների ինտենսիվությունը պետք է լինի ոչ փոքր 100 դԲ-ից, իսկ հաճախականությունը ոչ մեծ 150 Հց-ից: Այս դեպքում ամպերում կաթիլների տեղաշարժը կկազմի 1,5 մմ:

Առանցքային բառեր. ակուստիկական ալիք, հաճախականություն, ինտենսիվություն, մթնոլորտ, կաթիլ:

Մթնոլորտի վրա ակուստիկական ալիքների ազդեցության հիմքում ընկած է ակուստիկական մակարդման երևույթը [1-3]: Ենթադրվում է, որ ակուստիկական մակարդման հետևանքով ամպերում տեղի են ունենում կաթիլների չափային սպեկտրի ընդլայնում և տեղաշարժում դեպի խոշորացման կողմը:

Ակուստիկական մակարդման հետևանքով մթնոլորտում կաթիլների փոխազդեցության մեխանիզմը կարող ենք նկարագրել հետևյալ կերպ [3]: Հզոր կույտաանձրևային ամպերի վերին շերտերում զրոյից ցածր իզոթերմով բարձրությունների

վրա (3...9 կմ) մշտապես կուտակված են ջրի մանրագույն գերսառած կաթիլներ: Մրրկային (տուրբուլենտ) մակարդման արդյունքում սաղմերը, հավաքվելով խտացման միջուկների վրա, անմիջապես սառչում են՝ կազմավորելով սառցե մանր բյուրեղիկներ: Վերջիններս աստիճանաբար խոշորանալով՝ մանր կարկտահատիկների տեսքով գրավիտացիոն դաշտի ազդեցության տակ թափվում են ներքև: Անցնելով ամպերի ստորին տաք շերտերի միջով՝ դրանք հասնում են Երկրի մակերևույթին հալված վիճակում՝ թաց ձյան, փափուկ կարկտահատիկի կամ անձրևի տեսքով: Սակայն, ամպերի ստորին շերտերում առկա ուղղահայաց վերընթաց հոսքերը, որոնց արագությունը գերազանցում է 40 կմ/ժ-ից, արգելակում են մանր կարկտահատիկների տեղաշարժը դեպի ներքև՝ պահելով դրանց որոշակի ժամանակ ջրի կաթիլներով հագեցած ստորին շերտերում: Այստեղ կարկտահատիկները պատվում են ջրի նոր թաղանթներով և վերընթաց հոսքերով նորից բարձրանում են վերին սառը շերտերը, որտեղ ջրի թաղանթների սառչելու հետևանքով ավելի են խոշորանում և նորից թափվում են ներքև: Հատիկապատման գործողությունը կրկնվում է այնքան անգամ, քանի դեռ վերընթաց հոսքերը չեն կարողանում հետ մղել վերջնական չափերով և ծանրացած կարկտահատիկները: Վերջիններս էլ, անցնելով ամպերի ստորին տաք շերտերի միջով, հասնում են Երկրի մակերևույթին կարկուտի տեսքով:

Ակուստիկական ալիքների ազդեցության դեպքում ամպի ստորին մասում տեղի է ունենում ջրի կաթիլների ակուստիկական մակարդում: Առաջացած ջրի խոշոր կաթիլների մի մասը թափվում է անձրևի տեսքով, իսկ մյուս մասն էլ դառնում է կարկուտի բնական սաղմերին մրցունակ արհեստական մեծաքանակ սաղմեր: Ամպի ստորին մասի ջրայնության նվազումը և արհեստական սաղմերի ձևավորումը կասեցում են վերջնական չափերով կարկտահատիկների առաջացումը, հետևաբար՝ նաև կարկտահարությունը:

Ամպերում կաթիլների վրա ակուստիկական ալիքների ազդեցությունը բնութագրելու համար օգտվենք Լ.Գ. Կաչուրինի՝ կաթիլների աերոդինամիկական դիմադրության (ըստ Ստոքսի) մոդելից [4]: Հաշվի առնելով ակուստիկական ալիքի ω շրջանային արագության և f հաճախականության միջև եղած $f = \omega/2\pi$ կապը, կաթիլների հարաբերական տեղաշարժման համար կստանանք.

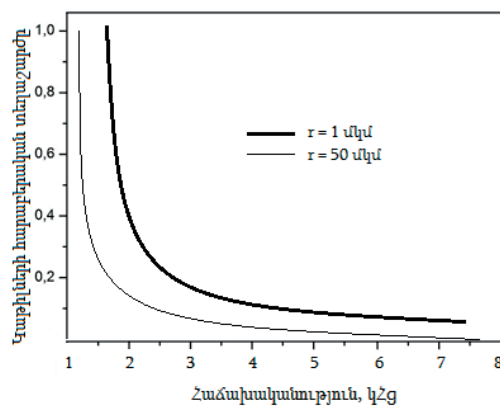
$$K = \frac{A_r}{A} = \left[1 + \left(\frac{4\rho r^2 f}{9\gamma} \right)^2 \right]^{-1/2}, \quad (1)$$

որտեղ A -ն ակուստիկական ալիքի տատանման ամպլիտուդն է, A_r -ն՝ կաթիլի տատանման ամպլիտուդը, r -ը՝ կաթիլի շառավիղը, ρ -ն՝ խտությունը, γ -ն՝ միջավայրի դինամիկական մածուցիկության գործակիցը:

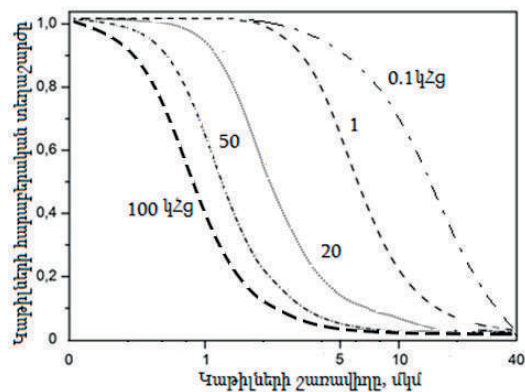
Բնականաբար, (1) արտահայտությամբ հնարավոր չէ լիարժեք նկարագրել ամպերում կաթիլների վրա ակուստիկական ալիքների ազդեցությունը, քանի որ

այստեղ հաշվի չեն առնված այնպիսի գործոններ, ինչպիսիք են կաթիլների սեփական դիֆուզիոն և մրրկային շարժումները, նրանց խտությունը, ակուստիկական կորուստները, մետեոպայմանները և այլն: Մյուս կողմից, բերված արտահայտությամբ կարելի է կատարել գործնական նշանակություն ունեցող որակական մի շարք գնահատումներ:

Նկ. 1 և 2-ում, ելնելով (1) արտահայտությունից, բերված են կաթիլների հարաբերական տեղաշարժի հաշվարկային կորերը՝ կախված համապատասխանաբար ակուստիկական ալիքների հաճախականությունից և կաթիլների շառավղից:



Նկ. 1. Կաթիլների հարաբերական տեղաշարժի կախվածությունը ալիքների հաճախականությունից կաթիլների երկու շառավղիների դեպքում



Նկ. 2. Կաթիլների հարաբերական տեղաշարժի կախվածությունը կաթիլների շառավղից ակուստիկական ալիքների տարբեր հաճախականությունների դեպքում

Բերված կորերից հետևում է, որ մեծ չափերով կաթիլների խոշորացման համար անհրաժեշտ է կիրառել ցածր հաճախականությամբ ակուստիկական ալիքներ: Կաթիլների չափերի փոքրացումը հանգեցնում է կաթիլների առավելագույն հարա-

բերական տեղաշարժի մեծացմանը: Կաթիլների տեղաշարժման ամպլիտուդը կախված է ակուստիկական ալիքների հաճախականությունից հակադարձ համեմատականորեն: Կաթիլի շառավղի յուրաքանչյուր որոշակի արժեքին համապատասխանում է ակուստիկական ալիքների որոշակի “օպտիմալ” հաճախականություն: Դա նշանակում է, որ մթնոլորտի վրա արդյունավետ ազդեցության տեսակետից անհրաժեշտ է տվյալ մթնոլորտային երևույթի վրա ազդել իրեն “բնորոշ” հաճախականությամբ ալիքներով:

Սակայն պետք է նկատի ունենալ, որ գոյություն ունի հաճախականության այնպիսի առավելագույն սահման, որից բարձր արժեքների դեպքում ակուստիկական ալիքների կիրառումը դառնում է աննպատակահարմար: Ֆիզիկական տեսակետից ակնհայտ է, որ այդ սահմանային մեծությունը կարտահայտվի կաթիլների սեփական ռեզոնանսային հաճախականությամբ, քանի որ դրա համադրումը արտաքին ազդեցության հաճախականության հետ կհանգեցնի կաթիլների տեղաշարժման ամպլիտուդի շեշտակի մեծացմանը և, որպես հետևանք, կաթիլների տաքացմանը և գոլորշիացմանը:

Գնահատենք հաճախականության սահմանային արժեքը՝ օգտվելով անձրևային կաթիլների ռեզոնանսային հաճախականության բանաձևից [5]՝

$$f_{\max} = 3.87 \cdot r^{-\frac{3}{2}}: \quad (2)$$

Անձրևային կաթիլների շառավիղների $r = 1...50$ մկմ-ի բնորոշ արժեքների դեպքում ռեզոնանսային հաճախականությունը կկազմի 100...1000 կՀց:

Անձրևային կաթիլների տեղաշարժի կախվածությունը ակուստիկական ալիքների ինտենսիվությունից կարող ենք նկարագրել՝ ելնելով փոքր ամպլիտուդային զծային ակուստիկայի դասական տեսությունից [6]: Գազի մոլեկուլները, որոնք գտնվում են ω շրջանային արագությամբ ծայնային ալիքի ազդեցության տակ, կատարում են հետադարձ-առաջընթաց շարժումներ՝ տատանումներ, և ստանում են համապատասխանաբար հետևյալ տեղաշարժը (x_a), տատանողական արագությունը (v_a) ու ավելցուկային ճնշումը (p_a):

$$x_a = A \cdot \sin(\omega t), \quad v_a = V_a \cdot \cos(\omega t), \quad p_a = P_a \cdot \cos(\omega t): \quad (3)$$

Այս արտահայտությունները ճիշտ են փոքր ամպլիտուդային ակուստիկայի դեպքում: Ձայնի ինտենսիվության մեծացման դեպքում առաջանում են ոչ զծային երևույթներ, որոնք հանգեցնում են մասնիկների միաուղղորդված շարժմանը (դրեյֆին):

Ձայնի ինտենսիվությունն արտահայտվում է հետևյալ բանաձևով.

$$J = P_a^2 / \rho_a V_a, \quad (4)$$

որտեղ ρ_a -ն գազի խտությունն է:

Հետևաբար, ինտենսիվության և տեղաշարժման ամպլիտուդի միջև կապն արտահայտվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$A = \frac{1}{2\pi f} \sqrt{\frac{2J}{\rho_a V_a}}, \quad (5)$$

որտեղ $f = \omega/2\pi$ -ը ձայնի հաճախականությունն է:

Ինչպես հետևում է (5)-ից, մեծացնելով ակուստիկական ազդեցության ինտենսիվությունը, կմեծանա կաթիլների տեղաշարժման ամպլիտուդը: Թվային գնահատումները ցույց են տալիս, որ կաթիլների առնվազն 1,5 մմ տեղաշարժի համար ալիքների ինտենսիվությունը պետք է լինի ոչ փոքր 100 դԲ-ից, իսկ հաճախականությունը՝ ոչ մեծ 150 Հց-ից:

Նշենք, որ մեր տեսական գնահատումները համապատասխանում են իմիտացիոն խցիկում իրականացված լաբորատոր փորձարկումներին [7], ըստ որի 300 Հց հաճախականությամբ և 140 դԲ ինտենսիվությամբ ձայնային ալիքներն արդեն իսկ 5 վրկ-ի ընթացքում փոխում են 2 գ/մ^3 ջրային գոլորշիների խտությամբ ամպի միկրոկառուցվածքը և խոշորացնում կաթիլները: Ակուստիկական ալիքների երկարատև (15 րոպե) ազդեցության արդյունքում կաթիլները ստանում են տեղումների համար սահմանային չափեր՝ ~500 մկմ:

Աշխատանքն իրականացվել է «ՀՀ ԿԳՆ ԳՊԿ-ՀՀՈՀ-2015» միջազգային համագործակցության ծրագրի շրջանակներում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Ультразвуковая коагуляция аэрозолей / **В.Н. Хмелев, А.В. Шалунов, К.В. Шалунова** и др. – Бийск: АлтГТУ, 2010. – 241 с.
2. **Тулайкова Т.В., Мищенко А.В., Амирова С.Р.** Акустические дожди. - М.: Физматкнига, 2010.- 143 с.
3. **Айвазян Г.Е., Барсегян Р.Н., Варданян А.А.** Технология и система локальной коррекции метеоусловий // Вестник ГИУА (Политехник).- 2013.- Часть 2. – С. 546-551.
4. **Качурин Л.Г.** Физические основы воздействия на атмосферные процессы. - Л.: Гидрометеиздат, 1990. - 464 с.
5. **Лэмб Г.** Гидродинамика.- М.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2003. – 482 с.
6. **Вовк И.В., Гринченко В.Т.** Звук, рожденный потоком. – Киев: Наукова думка, 2010. – 221 с.
7. **Foster M.P., Paflam J.C.** The Behavior of Cloud Droplets in an Acoustic Field: A Numerical Investigation //J. Geophys. Res. - 1988. - V. 93, № D1.- P. 747–758.

Г.Е. АЙВАЗЯН, Р.Н. БАРСЕГЯН, А.А. ВАРДАНЯН, И.П. ЧУНЧУЗОВ
АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН НА АТМОСФЕРУ

Проанализированы механизмы акустической коагуляции и особенности взаимодействия капель в облаках в акустическом поле. С точки зрения существенного влияния на процессы осадкообразования, наиболее подходящим является воздействие на атмосферу акустическими волнами интенсивностью не менее 100 дБ и частотой не более 150 Гц. В этом случае капли могут смещаться на 1,5 мм.

Ключевые слова: акустическая волна, частота, интенсивность, атмосфера, капля.

**G.Y. AYVAZYAN, R.N. BARSEGHYAN, A.A. VARDANYAN,
I.P. CHUNCHUZOV**

**ANALYSIS OF THE IMPACT OF ACOUSTIC WAVES ON THE
ATMOSPHERE**

The mechanisms of acoustic coagulation, and the characteristics of the droplet interaction in the acoustic field in the clouds are analyzed. In order to have an essential impact on the processes of precipitation - formation, the intensity of acoustic waves should be at least 100 dB, while the frequency - less than 150 Hz. In this case the droplets can be displaced by 1,5 mm.

Keywords: acoustic wave, intensity, frequency, atmosphere, drop.

ՀՏԴ 621.311

Ռ.Գ. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ

**ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՊՈՄՊԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՄԲ ՋԵՐՄԱԷԼԵԿՏՐԱԿԵՆՏՐՈՆՆԵՐԻ
ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅԱՆ ԲԱՐՁՐԱՑՄԱՆ ՍԽԵՄԱՆԵՐԻ ՀԱՄԱԴՐԱԿԱՆ
ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ**

Ներկայացվել են կենտրոնացված ջերմամատակարարման համակարգերում ընդհանուր առմամբ և ջերմային էլեկտրակայաններում, մասնավորապես, վառելիքի ծախսը կրճատելու համար ջերմային պոմպերի կիրառման ոլորտին վերաբերող հարցեր:

Առանցքային բառեր. համակցված ցիկլ, ջերմային էլեկտրակայան, ցածրպոտենցիալային ջերմություն, ջերմամատակարարում, ջերմային պոմպ:

Ջերմաէլեկտրակենտրոններից (ՋԷՑ) կենտրոնացված ջերմամատակարարումը, որը խորհրդային ժամանակաշրջանում թույլ էր տալիս զգալիորեն տնտեսել վառելիքաէներգետիկ ռեսուրսները, ներկայումս հանդիսանում է ոչ արդյունավետ: ՋԷՑ-ի շահավետության նվազման հիմնական պատճառներից մեկը ջերմային սպառման վրա էլեկտրաէներգիայի արտադրության զգալի կրճատումն է: Այդ տեղանկյունից արդիական խնդիր է բարձր շահավետությամբ համապիտանի տեխնոլոգիաների