

**SUYUQLIKLARNING AKUSTIK XOSSALARINI 20–70°C
HARORAT ORALIG'IDA EKSPERIMENTAL O'RGANISH**

Navoiy davlat pedagogika universiteti
aniq fanlar fakulteti fizika yo'nalishi 1-kurs magistri

Rizoqulova Gulchehra

Annotatsiya: Mazkur tadqiqot ishida suyuqliklarning akustik xossalari 20–70°C harorat oralig'ida ultratovush usuli yordamida eksperimental o'rganildi. Haroratning tovush tezligi, zichlik va hajmiy elastiklik moduliga ta'siri aniqlanib, ularning o'zaro bog'liqligi nazariy jihatdan asoslandi. O'lchov natijalari asosida tovush tezligining harorat oshishi bilan kamayish tendensiyasi kuzatildi. Olingan ma'lumotlar ultratovush diagnostikasi va sanoat nazorati tizimlarida qo'llanishi mumkin.

1. Kirish

Suyuqliklarda tovush tarqalish jarayoni molekulyar darajadagi elastik deformatsiyalar bilan bog'liq bo'lib, muhitning zichligi va siqiluvchanlik moduli bilan aniqlanadi. Haroratning ortishi suyuqlik molekulalarining kinetik energiyasini oshiradi, natijada ularning o'zaro masofasi kengayadi va bu holat akustik parametrlarning o'zgarishiga olib keladi.

Akustik xossalarni haroratga bog'liq holda o'rganish sanoat, tibbiyot va texnologik jarayonlarda muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, ultratovush yordamida nazorat qilish va diagnostika jarayonlarida tovush tezligining aniq qiymatini bilish talab etiladi.

2. Nazariy asos

Suyuqlikda tovush tezligi quyidagicha aniqlanadi:

$$v = \sqrt{(K / \rho)}$$

Tajriba formulasi: $v = L / t$, bu yerda $L = 0.10$ m

Haroratning zichlik va hajmiy modulga ta'siri

Harorat oshishi bilan suyuqlik molekulalarining kinetik energiyasi ortadi, molekulalararo masofa kengayadi va zichlik kamayadi. Bu jarayon hajmiy elastiklik moduliga ham ta'sir qiladi. Modulli qiymat molekulalararo kuchlarning umumiy miqdori bilan bog'liq bo'lib, u molekulalar harakati va ular orasidagi bog'lanish intensivligi oshishi yoki kamayishi bilan o'zgaradi.

Natijada:

- Yuqori harorat $\rightarrow$ molekulalararo kuch kamayadi $\rightarrow K$ kamayadi
- Yuqori harorat $\rightarrow$ zichlik kamayadi $\rightarrow \rho$ kamayadi

Tovush tezligidagi o'zgarish bu ikki parametrning o'zaro ta'siri natijasida yuzaga keladi.

Molekulyar mexanizm

Suyuqlik molekulalari orasidagi tortishish kuchlari va harakatlanuvchanlik (diffuziya) tezligi tovush tarqalishining asosiy mexanizmini tashkil etadi. Tovush to'liqini — bu molekulalarning periodik siqilish va cho'zilish harakatidir. Molekulalararo masofa oshganda, ularning elastik reaksiyasi pasayadi, bu esa tovush tezligining kamayishiga olib keladi.

Shuningdek, suyuqliklarda tashqi bosim va harorat kombinatsiyasi to'liqin tarqalishiga sezilarli ta'sir qiladi. Masalan, suvda harorat 0–100°C oralig'ida:

- Past haroratda molekulalar zichligi yuqori, tovush tezligi nisbatan oshadi.
- Yuqori haroratda molekulalararo masofa oshadi, tovush tezligi kamayadi.

Tovush tezligi va akustik parametrlar

Tovush tezligi bilan bir qatorda, boshqa akustik parametrlar ham haroratga bog'liq:

1. **Zichlik (ρ):** Harorat ortishi bilan kamayadi, bu esa to'liqin tezligini pasaytiradi.

2. **Hajmiy elastiklik moduli (K):** Molekulalararo kuchlarga bog‘liq, harorat oshishi bilan kamayadi.

3. **Akustik o‘tkazuvchanlik (α):** Suyuqlikning tovushni so‘rish xossasi; harorat oshishi bilan o‘zgaradi.

Shu bilan birga, real suyuqliklarda tovush tezligi ideal gazlarga qaraganda no-lineer o‘zgaradi, chunki molekulalararo o‘zaro ta’sir kuchlari murakkab. Ushbu nazariy bilimlar tajribaviy o‘lchovlar bilan mos kelishi kutiladi.

3. Tajriba metodikasi

Tajriba ultratovush generatori (1–5 MHz), piezoelektrik datchik va raqamli ossiloskop yordamida amalga oshirildi. Harorat 20°C dan 70°C gacha 10°C interval bilan o‘zgartirildi. Har bir nuqtada 5 martadan o‘lchov olinib, o‘rtacha qiymat hisoblandi.

4. Natijalar va sonli hisob-kitoblar

Namunaviy hisob (20°C):

$$t = 6.72 \times 10^{-5} \text{ s}$$

$$v = 0.10 / (6.72 \times 10^{-5}) = 1488 \text{ m/s}$$

Harorat (°C)	O‘rtacha vaqt ($\times 10^{-5}$ s)	Tovush tezligi (m/s)
20	6.72	1488
30	6.74	1484
40	6.77	1477
50	6.8	1470
60	6.85	1460
70	6.9	1449

Nisbiy kamayish: 2.6%

O‘lchash xatoligi: $\approx 0.3\%$

5. Xulosa

20–70°C oralig‘ida suyuqliklarning akustik xossalari haroratga sezilarli darajada bog‘liq ekanligi eksperimental ravishda tasdiqlandi. Harorat oshishi

bilan tovush tezligi 2.6% ga kamaydi. O'lchash xatoligi 0.3% dan oshmadi. Natijalar ultratovush diagnostikasi va texnologik nazorat tizimlarida qo'llanishi mumkin.

Suyuqlik molekulalari orasidagi tortishish kuchlari va harakatlanuvchanlik (diffuziya) tezligi tovush tarqalishining asosiy mexanizmini tashkil etadi. Tovush to'lqini — bu molekulalarning periodik siqilish va cho'zilish harakatidir. Molekulalararo masofa oshganda, ularning elastik reaksiyasi pasayadi, bu esa tovush tezligining kamayishiga olib keladi. Shu bilan birga, tashqi bosim va harorat kombinatsiyasi ham to'lqin tarqalishiga sezilarli ta'sir qiladi. Masalan, suvda harorat 0–100°C oralig'ida past haroratda molekulalar zichligi yuqori bo'ladi va tovush tezligi nisbatan oshadi, yuqori haroratda esa molekulalararo masofa kengaydi va tovush tezligi kamayadi.

Tovush tezligi bilan bir qatorda, boshqa akustik parametrlar ham haroratga bog'liq: zichlik (ρ), hajmiy elastiklik moduli (K) va akustik o'tkazuvchanlik (α). Harorat ortishi bilan zichlik va hajmiy modul kamayadi, natijada tovush tezligi pasayadi. Real suyuqliklarda bu o'zgarishlar no-lineer bo'lishi mumkin, chunki molekulalararo o'zaro ta'sir kuchlari murakkab.

Ekspperimental natijalar shuni ko'rsatdiki, 20°C dan 70°C gacha harorat oralig'ida suyuqlikdagi tovush tezligi taxminan 2.6% ga kamayadi. Bu natija nazariy model bilan yaxshi mos keladi: harorat oshishi bilan impuls o'tish vaqti ortadi va $v=L/t$ formulasi bo'yicha tovush tezligi kamayadi. O'lchovlar yuqori aniqlik bilan amalga oshirildi, vaqt o'lchash xatoligi $\approx 0.3\%$ ni tashkil qiladi, bu natijalarni ishonchli qiladi.

Mazkur tadqiqot natijalari amaliy jihatdan ham muhim ahamiyatga ega. Ular ultratovush diagnostikasi, sanoat nazorati, termofizik va akustik tadqiqotlarda qo'llanishi mumkin. Shu bilan birga, harorat o'zgarishi bilan bog'liq akustik xossalarni hisobga olgan holda ilg'or texnologik tizimlarni loyihalash imkoniyati mavjud. Kelajakdagi tadqiqotlarda boshqa suyuqliklar,

turli bosim sharoitlari va keng harorat diapazonida o'rganish hamda eksperimental natijalarni zamonaviy molekulyar modellash bilan solishtirish ilmiy ahamiyatga ega bo'ladi.

Shunday qilib, 20–70°C oralig'ida suyuqliklarning akustik xossalari haroratga sezilarli darajada bog'liq ekanligi eksperimental ravishda tasdiqlandi. Harorat oshishi bilan tovush tezligi kamayadi, bu esa zichlik va hajmiy elastiklik modulining haroratga bog'liqligi bilan izohlanadi. Eksperimental natijalar nazariy model bilan mos keladi va amaliy tadqiqotlar hamda texnologik sohalarda qo'llanishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Xushmurodov X., Abdullayev A. Molekulyar fizika va termodinamika asoslari. Toshkent, 2021.
2. Qodirov O.Q., Rasulov T.H. Suyuqliklarda ultratovush tezligining haroratga bog'liqligi. 2022.
3. Young H.D., Freedman R.A. University Physics with Modern Physics. Pearson, 2020.
4. Hamilton M.F. Nonlinear Acoustics. Academic Press, 2018.
5. Lide D.R. CRC Handbook of Chemistry and Physics. CRC Press, 2019.