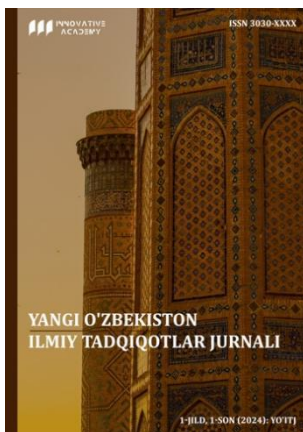




HAVO MUHITIDA TOVUSH TO'LQINLARI DINAMIKASI: HARORAT GRADIENTI VA AKUSTIK XUSUSIYATLARNING INTERPRETATSIYASI

O'rinova Oysha Dilmurod qizi

Navoiy davlat universiteti Fizika mutaxassisligi magistranti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18654327>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 31-yanvar 2026 yil
Ma'qullandi: 12-fevral 2026 yil
Nashr qilindi: 16-fevral 2026 yil

KEY WORDS

akustika, ideal gazlar, molekulyar-kinetik nazariya, adiabatik jarayon, harorat gradienti, aerodinamika, tovush tezligining empirik tahlili.

ABSTRACT

Ushbu tadqiqot ishi gazlar dinamikasi doirasida havo muhitining termodinamik ko'rsatkichlari, xususan, haroratning tovush tarqalish tezligiga ta'sirini tahlil qilishga bag'ishlangan. Maqolada molekulyar-kinetik nazariya asosida tovushning tarqalish mexanizmlari, adiabatik jarayonlarning roli va harorat o'zgarishining turli texnologik sohalardagi ahamiyati bafurja yoritilgan.

Akustika – bu sodda qilib aytganda, tovush haqidagi fan. U tovushlarning qanday paydo bo'lishi, qanday chiqishi, qayerlarga urilib ketamizi va biz uni qanday qilib o'rganadi.

Akustika — moddiy muhitda mexanik tebranishlarning tarqalishi haqidagi fan sifatida zamonaviy fizikaning eng muhim bo'limlaridan biri hisoblanadi. Havoda tovush tezligini o'rganish nafaqat nazariy jihatdan, balki amaliy muhandislik nuqtai nazaridan ham o'ta dolzarbdir. Atmosferadagi fizik jarayonlarni modellashirish, ultra-tovushli navigatsiya tizimlarini takomillashtirish va aviatsiya sohasida tovush to'sig'ini hisoblash kabi vazifalarni hal qilishga xizmat qiladi.

Havoni biz ideal gazlar aralashmasi sifatida qarasak-da, uning real fizik xususiyatlari tashqi faktorlarga, ayniqsa haroratga o'ta sezgirdir. Haroratning o'zgarishi muhitning zichligi, elastikligi va ichki energiyasiga ta'sir ko'rsatadi, bu esa o'z navbatida tovush to'lqinlarining kinematik xarakteristikalarini belgilaydi.

Akustika fani mutaxassislari hayotimizni chiroyli qilish uchun yordam bilan shug'ullanishadi:

- **Arxitura akustikasi:** Masalan, konsert zallarida yoki teatrlarda ovoz hamma yerga bir xil, tiniq bo'lishi uchun qanday qurilishni hisoblab chiqishadi. (Nega ba'zi xonalarda aks-sado ko'p-u, ba'zilarida yo'q? Buni akustika hal qiladi).
- **Musiqa akustikasi:** Musiqa qilishdan qanday qilib yoqimli ovoz chiqarishni o'rgatadi.
- **Bioakustika:** Hayvonlar, masalan, delfinlar yoki ko'rshapalaklar bir-biri bilan qanday gaplashishini o'rganadi.
- **Tibbiy akustika:** Masalan, hammamiz biladigan UTT (Ultratovush) qurilmasi akustika qonunlari asosida ishlaydi.

Molekulyar-kinetik nazariya va akustik aloqa. Tovush to'lqini – bu modda zarralarining (molekulalarining) muvozanat holati atrofida tebranishidir. Gaz muhitida bu tebranishlar qo'shni molekulalarning bir-biri bilan to'qnashishi orqali uzatiladi.

Haroratning roli. Molekulyar-kinetik nazariyaga ko'ra, gazning mutloq harorati uning molekullari o'rtacha kinetik energiyasining o'lchovidir. Harorat ko'tarilganda:

1. Molekulalarning o'rtacha kvadratik tezligi ortadi.
2. Molekulalararo to'qnashuvlar chastotasi ko'payadi.
3. Energiya bir qatlamdan ikkinchi qatlamga tezroq uzatiladi.

Shunday qilib, haroratning ko'tarilishi muhitning "axborot o'tkazuvchanligi" ni yoki energiyani uzatish qobiliyatini oshiradi. Sovuq havoda esa molekullar harakati sekinlashgani sababli, to'lqin frontining siljishi uchun ko'proq vaqt talab qilinadi.

Adiabatik jarayonlar va termodinamik tahlil. Tovushning havoda tarqalishi — bu juda tez sodir bo'ladigan jarayon. To'lqin o'tayotgan sohada havo zarralari tezda siqiladi va kengayadi. Bu jarayon shunchalik qisqa vaqt ichida yuz beradiki, siqilgan sohada ajralgan issiqlik qo'shni qatlamlarga tarqalishga ulgurmaydi. Shu sababli, tovush tarqalishi **izotermik** (doimiy haroratli) emas, balki **adiabatik** (atrof bilan issiqlik almashinmaydigan) jarayon deb hisoblanadi.

Issiqlik sig'implarining nisbati havo uchun taxminan 1.4 ga teng. Bu ko'rsatkich tovush tezligini hisoblashda muhim ahamiyatga ega, chunki u muhitning elastiklik darajasini belgilaydi. Harorat o'zgarganda havoning zichligi va bosimi tashqi o'zgarishlar, lekin tovushlarni hisoblashning kvadrat ildiziga to'g'ri proporsional ravishdagi o'sishda davom etadi.

Harorat gradientining amaliy ta'siri

Aviatsiya va Aerodinamika. Aviatsiyada "Max soni" belgisi mavjud bo'lib, u yuk tashishning yuklanishiga nisbatini bildiradi. Samolyot 10-12 km sovuqda uchganda, u yerdagi haroratga nisbatan ancha muhitga duch keladi (taxminan – 50°C). Bu tepada tovush ustiga yer sirtidagiga ancha past bo'ladi. Yuk, samolyot pastroq absolyut tezlikda ham tovushlar to'sig'iga duch kelishi mumkin. Bu hodisa konstruktorlardan samolyotning aerodinamik shaklini aniq harorat o'zgartirishini olgan holdalashni talab qiladi.

Meteorologiya va Atmosfera Akustikasi. Atmosferada harorat har doim ham bir xil taqsimlanmagan. "Harorat inversiyasi" hodisasi yuz berganda (yer sirtida sovuq, yuqorida issiq havo), tovushlar to'lqinlari yerga qarab qayriladi (refraksiya). Bu holatdan tovush uzoq masofalarga eshutilishi mumkin. Maqolada ushbu refraksiya hodisasi haroratning masofaviy funksiyasi sifatida tahlil qiladi.

Sanoat va Akustik metrologiya. Zamonaviy sanoatda va gazlar sarfini o'lchaydigan ultra-tovushli ishlab chiqarish keng qo'shimcha. Agar muhitlarga 1-2 gradus haroratga adashib hisoblansa, bu sarf o'lchovida katta iqtisodiy xatolik olib kelishi mumkin. Buning uchun ilmiy ishda harorat datchik aniqligi akustik o'lchovlarning asosi isbotlanadi.

Tovush tezligining empirik tahlili. Nazariy ishlarni amaliyotga tatbiq etish uchun bir necha matematik modellar mavjud. Eng keng tarqalgan model shuni ko'rsatmoqda, Selsiy shkalasi bo'yicha harorat har bir gradusga ko'tarilganda, tezlik soniyasiga 60 santimetr ga o'rtadi.

Bu bog'liq chiziqli xarakterga ega bo'lib, issiq atmosfera C gacha (-50°C gacha) juda yuqori aniqlikni tavsiflaydi. Qayta, juda yuqori haroratlarda yoki o'ta siyrak atmosferada gazning dissotsiatsiyasi (molekulalarning parchalanishi) tufayli bu bog'liqlik murakkablashishi mumkin.

1. Tovush muhit haroratning funksiyasi bolib, molekullarning kinetik energiya bilan bevosita bog'liq.

2. Haroratning ortishi muhitning adiabatik elastikligini, bu esa to'lqinni tezlashtirish.

3. Olingan qurilmalarni navigatsiya tizimlarida xatolik kompensatsiya qilish va zamonaviy akustik jihozlarni tuzatishda metodologik asos bo'lib xizmat qiladi.

Keling, terminlarni chetga surib soda qilib muhokama qilamiz. Tasavvur qiling, tovushlar – bu xabar beruvchi chopar. Havodagi molekullar esa shu xabarni bir-biriga uzatuvchi odamlar zanjiri.

1. Nega issiqda tovushlar tez yuradi?

Buni uchun ikkita holatni tasavvur qiling:

- **Sovuq havo (Qish):** Tasavvur qiling, odamlar zanjiri sovuqdan qotib qolgan, hamma sekin harakat qilyapti, mudrayapti. Siz birinchi odamga "xabar"ni (tovushni) bersangiz, usiga yetkazguncha ancha vaqt ketadi. Chunki molekulalar (odamlar) dangasa va sust.

- **Issiq havo (Yoz):** Endi tasavvur qiling, havo issiq, hamma energiya bilan to'la, "sho'x" bo'lib qolgan. Birinchi odamga xabarni berishingiz bilan, u sakrab boribiga yetkazadi. Molekular juda tez harakat qilgani uchun tovushlar (xabar) bir zumda manzilga yetib boradi.

Xulosa: Harorat qancha yuqori bo'lsa, havo molekulalari shuncha tez tebranadi va tovushni shuncha tez oldinga suradi.

2. Nega bu muhim? (Amaliy misollar)

- **Momaqalldiroq:** Chaqmoq chaqqanda nurni ko'rasiz, keyin ovozini eshitasiz. Agar havo juda issiq bo'lsa, o'sha ovoz sizga sovuq kunga bir necha soniya tezroq yetib keladi.

- **Samolyotlar:** Uchuvchilar uchun bu-mamot masalasi. Balandga ko'tarilgan sayin havo soviydi. Havo sovigani uchun tovushlar ham pasayadi. Samolyot "tovush yukidan o'taman" deganda, yerga nisbatan ancha pastroq tezlikda ham o'sha chegaraga yetib borish mumkin.

- **Exo (Aks sado):** Tog'da baxirsiz, ovozingiz qaytib keladi. Yozda ovozingiz qayta qaytadi, qishda esa biroz kechikib.

Xulosa qilib aytadigan bo'lsak, havoda qancha issiqlik issiq bo'lsa, tovush shunchalik tez harakat qiladi.

Nega issiqda tezroq?

Tovushni havo molekulalari (zarralari) bir-biriga urilish orqali yetkazib beradi.

- **Issiq havoda:** Molekular juda sho'x, quvvatga to'la va tez harakat qiladi. Ular tovush to'lqinini bir-biriga juda tez "pashshatib" (otib) yuboradi.

- **Sovuq havoda:** Molekular sust, go'yo mudrayotgandek sekin harakat qiladi. uchun tovushni berish vaqti ham cho'zilib ketadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Xaykin SE "Mexanika". Toshkent: "O'qituvchi" nashriyoti. (Klassik fizika asoslari, tovush va elastik to'lqinlar bo'limi).

2. Ismoilov M., Habibullayev P. "Fizika kursi". Toshkent. (Molekulyar fizika va akustika asoslari yoritilgan darslik).

3. Lord Rayleigh. "Ovoz nazariyasi". Kembrij universiteti nashriyoti. (Akustika bo'yicha dunyodagi eng mashhur fundamental asar).

4. Kutshruff G. "Xona akustikasi". CRC matbuot. (Tovushning turli harorat va muhitlarda bo'yicha amaliy qo'llanma).

5. Kinsler L.E., Frey A.R. "Akustika asoslari". Wiley (Xalqaro universitetlarda darslik sifatida matematikaga asoslangan, hisob-kitoblar bilan boyitilgan manba).

6. O'zbekiston Milliy Ensiklopediyasi. "Akustika" va "Tovush kitob" maqolalari. (Mahalliy ilmiy tadqiqotlar va atamalar uchun asos).