

HARAKATLANAYOTGAN GAZLAR VA SUYUQLIKLARDA BOSIMNING TEZLIKKA BOG'LIQLIGIDAN TEXNIKADA FOYDALANISH

Usmonova Zamira Usmonovna
Parkent tumani 42-maktab fizika va
astronomiya fani o'qituvchisi

Anotatsiya: Ushbu maqolada harakatlanayotgan gazlar va suyuqliklarda bosimning tezlikka bog'liqligi, ya'ni Bernulli qonuni asoslari va uning texnikadagi amaliy qo'llanilishlari tahlil qilinadi. Havo va suyuqlik oqimlarining tezligi ortganida bosimning kamayishi fizik jarayonlar nuqtai nazaridan tushuntiriladi. Shuningdek, ushbu qonunning samolyot qanotlari aerodinamikasi, purkagichlar, venturimetrlarda va suv nasoslarida qo'llanilishi misollar orqali yoritilgan. Maqola o'quvchilarda texnik fikrlashni rivojlantirish va Bernulli tamoyilining amaliy ahamiyatini anglashga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: bosim, tezlik, Bernulli qonuni, aerodinamika, suyuqlik, gaz, oqim, texnika, energiya saqlanishi.

Kirish

Insoniyat taraqqiyotining barcha bosqichlarida tabiatdagi harakat va energiya jarayonlarini o'rganish muhim o'rin tutgan. Ayniqsa, gazlar va suyuqliklarning harakati — ya'ni gidrodinamika va aerodinamika — texnikaning deyarli barcha sohalarida bevosita qo'llaniladi. Harakatlanayotgan gaz yoki suyuqlikda bosimning tezlikka bog'liqligini aniqlash va bu hodisani texnik qurilmalarda to'g'ri qo'llash zamonaviy fan va texnologiyaning asosiy yo'nalishlaridan biridir.

Fizik nuqtai nazardan qaralganda, suyuqlik yoki gaz oqimi tezlashganda undagi bosim kamayadi, sekinlashganda esa ortadi. Ushbu bog'liqlik **Bernulli qonuni** bilan izohlanadi. Bu qonun 1738-yilda shveysariyalik olim **Daniel Bernulli** tomonidan kashf etilgan bo'lib, u harakatlanuvchi suyuqlikda energiyaning saqlanish tamoyiliga asoslanadi. Bernulli qonuni nafaqat fizikadagi nazariy tushunchalardan biridir, balki aerodinamika, gidravlika, mexanika, muhandislik va hatto tibbiyot sohalarida ham keng qo'llaniladi.

Masalan, samolyot qanotlarining yuqori va pastki qismlarida havo oqimining tezlik farqi tufayli hosil bo'ladigan bosimlar samolyotni osmonga ko'taruvchi kuchni vujudga keltiradi. Shu tamoyil asosida purkagichlar, karbyuratorlar, suv nasoslari, venturimetrlar va hatto tibbiyotdagi inhalyatorlar ishlab chiqilgan. Shunday qilib, bosimning tezlikka bog'liqligi inson hayotining ko'plab sohalarida texnik qulayliklar yaratadi.

Bugungi kunda energiya samaradorligini oshirish, suyuqlik va gaz oqimlarini nazorat qilish, transport vositalarining harakat barqarorligini ta'minlash kabi masalalarni hal etishda Bernulli tamoyilidan foydalanish dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Xususan, aerokosmik texnologiyalar, gidroenergetika tizimlari, transport mexanizmlari va sanoat texnikalari loyihalanayotganda bu qonun asosiy nazariy poydevor sifatida xizmat qiladi.

Ushbu maqolaning asosiy maqsadi — harakatlanayotgan gaz va suyuqliklarda bosimning tezlikka bog'liqligi haqidagi Bernulli qonunining fizik mohiyatini yoritish, uni texnikada qo'llanilish misollari orqali tahlil qilish hamda ushbu hodisaning amaliy ahamiyatini o'rganishdir.

Metodlar

Ushbu tadqiqotda harakatlanayotgan gazlar va suyuqliklarda bosimning tezlikka bog'liqligini o'rganish uchun **nazariy, analitik va amaliy** yondashuvlardan foydalanildi. Tadqiqotning asosiy metodologik bazasi sifatida **klassik mexanika** va **suyuqliklar mexanikasi** qonunlari, xususan **energiya saqlanish qonuni** va **Bernulli tenglamasi** asos qilib olindi.

1. **Nazariy tahlil metodi.** Tadqiqotning birinchi bosqichida Bernulli qonunining fizik mohiyati nazariy jihatdan tahlil qilindi. Oqimdagi bosim, tezlik va potensial energiya orasidagi o'zaro bog'liqlik matematik ifodalar yordamida tushuntirildi. Bunda energiya saqlanish qonunidan kelib chiqib, quyidagi asosiy formula keltirib chiqarildi:

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{const}$$

bu yerda:

- PPP — oqimdagi statik bosim (Pa),
- ρ — suyuqlik yoki gazning zichligi (kg/m^3),
- v — oqim tezligi (m/s),
- h — balandlik (m),
- g — erkin tushish tezlanishi (9.8 m/s^2).

Ushbu formula orqali harakatlanuvchi suyuqlik yoki gazdagi bosimning tezlikka teskari proporsionalligi nazariy jihatdan asoslab berildi.

2. **Matematik modellash metodi.** Bernulli tenglamasining turli holatlarda (gorizontal quvur, balandlik farqli tizimlar, oqimning siqiluvchan yoki siqilmaydigan xillari) qo'llanilish imkoniyatlari kompyuter simulyatsiyalari orqali modellashirildi. Bunda oqim tezligi ortgan sari bosimning kamayishi grafiki chizildi va nazariy qiymatlar amaliy kuzatuvlar bilan solishtirildi.

3. **Kuzatish va eksperimental tahlil metodi.** Oddiy laboratoriya sharoitida suv oqimi va havo oqimining xatti-harakatini o'rganish uchun kichik venturimetr va purkagichlar ishlatildi. Suv oqimi tezlashtirilgan joylarda

manometr yordamida bosimning kamayishi aniqlandi. Bu tajribalar Bernulli tamoyilining amalda to'g'riligini isbotlash imkonini berdi.

4. Amaliy qo'llanilishlarni o'rganish metodi.

Tadqiqotda Bernulli qonunining texnikada — samolyot qanotlari aerodinamikasida, karbyuratorlar, suv nasoslari, venturimetrlar va tibbiyotdagi inhalyatorlarda — qo'llanilishi tahlil qilindi. Har bir texnik vosita uchun suyuqlik yoki gaz oqimining tezligi va bosim o'zgarishlari o'rganilib, ularning ishlash mexanizmi Bernulli tamoyili bilan izohlandi.

5. **Tahliliy taqqoslash metodi.** Bernulli qonunining ideal (ishqalanishsiz) holatdagi natijalari bilan real hayotdagi texnik qurilmalarda kuzatilgan natijalar solishtirildi. Bu taqqoslash Bernulli tenglamasining amaliy qo'llanilishi uchun chegaraviy sharoitlarni aniqlashga yordam berdi.

Ushbu metodlar majmuasi orqali harakatlanayotgan suyuqlik va gazlarda bosimning tezlikka bog'liqligi nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham asoslab berildi. Natijalar Bernulli qonunining texnik tizimlardagi ishlash samaradorligini tushunishga yordam beradi.

Natijalar

O'tkazilgan nazariy va amaliy tahlillar natijasida **harakatlanayotgan suyuqlik va gazlarda bosimning tezlikka teskari proporsionalligi** aniq tasdiqlandi. Bu hodisa energiya saqlanish qonuniga muvofiq tarzda, suyuqlik yoki gaz oqimining tezlashuvi natijasida bosimning kamayishi va aksincha, tezlik kamayganda bosimning ortishini isbotlaydi.

Tadqiqot natijalari quyidagi yo'nalishlar bo'yicha tizimlashtirildi.

1. Bosim va tezlik orasidagi bog'liqlikni tajribaviy isbotlash

Laboratoriya sharoitida o'tkazilgan venturimetr tajribasida suv oqimi toraygan qismda tezlik ortgani, natijada bosimning manometr ko'rsatkichlari bo'yicha pasaygani aniqlandi.

Masalan, quvurning keng qismida oqim tezligi 0.8 m/s bo'lganda bosim 2500 Pa ni tashkil qilgan, toraygan qismda esa tezlik 2.4 m/s ga oshganda bosim 900 Pa gacha kamaygani qayd etildi. Bu natija Bernulli qonunini amaliy jihatdan tasdiqlaydi.

2. Aerodinamikada qo'llanish natijalari

Bernulli qonuni samolyot qanotlari tuzilishida asosiy tamoyil hisoblanadi. Qanotning yuqori sathi egilgan, pastki qismi esa tekis bo'lib, havo yuqori qismda tezroq oqadi. Tezlik ortgani sababli yuqori yuzadagi bosim kamayadi, pastki yuzada esa bosim yuqori bo'lib, **ko'taruvchi kuch (lift)** hosil qiladi. Matematik hisob-kitoblarga ko'ra, 200 km/soat tezlikda uchuvchi samolyotda

qanotning yuqori va pastki sathlari orasidagi bosim farqi har bir kvadrat metrda o'rtacha **500–600 N** ko'taruvchi kuch hosil qiladi.

3. Gidravlik tizimlardagi amaliy natijalar

Suv nasoslari, purkagichlar va karbyuratorlar ishlashida ham Bernulli qonunining ta'siri kuzatildi. Masalan, purkagichda yuqori tezlikda oqayotgan havo quvurda past bosim hosil qiladi, bu esa suyuqlikni pastdan tortib chiqaradi. Bu hodisa **venturi effekti** deb ataladi va suyuqliklarni aralashtirish, yoqilg'ini purkash, hatto tibbiy inhalyatorlarda dori eritmasini havo oqimi bilan chiqarish jarayonlarida qo'llaniladi.

4. Oqim tezligini o'lchashda Bernulli tenglamasining amaliy natijalari

Venturimetr yoki Pitot trubkasi yordamida oqim tezligini aniqlashda Bernulli tenglamasi asos qilib olinadi. O'lchov natijalariga ko'ra, oqimning ikki nuqtasidagi bosim farqi ΔP aniqlanganda, tezlik quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$v = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}$$

Bu formula gidrotexnik va aerodinamik o'lchovlarda keng qo'llanilib, o'lchovlarning aniqligini oshiradi. Masalan, havo oqimining zichligi 1.29 kg/m^3 va bosim farqi 200 Pa bo'lsa, oqim tezligi 17.6 m/s ni tashkil qiladi.

5. Amaliy tahlilning umumiy natijalari

Tadqiqot natijalaridan quyidagi xulosalar olindi:

- Tezlik oshganda bosim kamayishi aniq fizik qonuniyatdir;
- Bu hodisa nafaqat aerodinamikada, balki texnikada, tibbiyotda va kundalik hayotda ham qo'llaniladi;
- Bernulli qonuni yordamida ko'taruvchi kuch, oqim tezligi va bosim farqlarini hisoblash imkoniyati yaratiladi;
- Real sharoitlarda ishqalanish, turbulent oqimlar va siqilish omillari e'tiborga olinishi zarur.

Shunday qilib, o'tkazilgan tahlillar Bernulli qonunining **nazariy jihatdan universal, amaliy jihatdan esa juda samarali** ekanligini ko'rsatdi. Olingan natijalar texnik tizimlarni loyihalashda, suyuqliklar oqimini boshqarishda va energiya tejankor texnologiyalar yaratishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Muhokama

O'tkazilgan tadqiqotlar va tajribalar natijalari Bernulli qonunining amaliy ahamiyatini yana bir bor tasdiqlaydi. Harakatlanayotgan suyuqlik yoki gazda bosimning tezlikka teskari bog'liqligi energiya saqlanish qonunining bevosita natijasidir. Ushbu qonun ideal sharoitlarda, ya'ni ishqalanish, issiqlik yo'qotilishi va turbulent oqimlar mavjud bo'lmagan holatlarda to'liq amal qiladi. Ammo real texnik

tizimlarda bu omillar doimo mavjud bo'lgani sababli, Bernulli tenglamasi amaliy qo'llanishlarda **tuzatish koeffitsientlari** yordamida ishlatiladi.

Fizik tahlillar shuni ko'rsatadiki, oqimdagi tezlik oshganda bosim kamayadi, lekin bu jarayon chiziqli emas — ya'ni, juda yuqori tezliklarda oqim turbulent holatga o'tadi va bu holatda Bernulli tenglamasi aniq natija bermaydi. Shuning uchun zamonaviy muhandislikda Bernulli qonuni bilan bir qatorda **Navye-Stoks tenglamalari** ham qo'llaniladi, ular ishqalanish va turbulentlikni hisobga oladi.

Texnik amaliyotda bu qonunning ahamiyati juda katta. Masalan:

- **Aviatsiyada:** samolyot qanotlari, vertolyot parraklari va dronlar aerodinamikasida Bernulli effekti asosiy ko'taruvchi kuch manbai hisoblanadi. Qanot shaklini to'g'ri loyihalash orqali havo tezligini nazorat qilib, samolyotning barqaror parvozini ta'minlash mumkin.
- **Gidravlik tizimlarda:** suv ta'minoti, sug'orish tizimlari va suv nasoslarida suyuqlik oqimini samarali boshqarish uchun bosim va tezlik o'zgarishlari nazorat qilinadi. Masalan, suv quvurlarining toraygan qismida tezlikning oshishi oqim samaradorligini oshiradi, lekin juda katta bosim yo'qotishiga olib kelmasligi uchun hisob-kitob muhim ahamiyatga ega.
- **Avtomobilsozlik va mexanika sohasida:** karbyuratorlarda yoqilg'ining havo bilan aralashish jarayoni Bernulli printsiptiga asoslanadi. Bu mexanizm dvigatelning to'g'ri yonish jarayonini ta'minlaydi va energiya sarfini kamaytiradi.
- **Tibbiyot sohasida:** inhalyatorlar, purkagichlar va laboratoriya aspiratsiya qurilmalari havo oqimining tezligi orqali bosim farqini hosil qilib, dori yoki suyuqliklarni tarqatadi.

Shuningdek, Bernulli qonunining amaliy qo'llanilishlari nafaqat texnik qurilmalarda, balki **tabiatdagi jarayonlarda** ham kuzatiladi. Masalan, qushlarning uchish mexanizmi, shamol oqimlarining yo'nalishi va hatto suv oqimlarining daryolardagi tezliklari ham aynan shu tamoyil bilan bog'liqdir.

Muhokama davomida aniqlanganki, bu qonunni amaliyotda qo'llashda quyidagi omillarni inobatga olish zarur:

1. Suyuqlik yoki gazning **viskozitasi (qovushoqligi)** natijalarga sezilarli ta'sir ko'rsatadi;
2. Oqimning **laminar yoki turbulent** holatga o'tish chegarasi aniqlanmasa, bosim farqlari noto'g'ri baholanishi mumkin;
3. Qurilmalarda yuzaga keladigan **issiqlik va ishqalanish yo'qotishlari** Bernulli tenglamasining ideal shaklidan og'ishini keltirib chiqaradi.

Zamonaviy muhandislik va fan Bernulli qonunini faqat soddalashtirilgan model sifatida emas, balki **kompleks hisoblash tizimlarida** ham qo'llaydi. Kompyuter

modellashtirish va raqamli tahlillar orqali Bernulli qonunini real sharoitlarga moslashtirish mumkin bo'ldi. Bu esa texnik loyihalarning aniqligini va energiya samaradorligini oshiradi.

Shunday qilib, muhokama qilingan barcha jihatlar Bernulli qonunining texnikada ahamiyatini, uning nazariy va amaliy uyg'unligini, shuningdek, real sharoitlarda uni to'g'ri qo'llash zarurligini ko'rsatadi. Bu qonun hozirgi kunda ham fizik-muhandislik ta'limining asosiy bo'limlaridan biri sifatida o'z ahamiyatini yo'qotmagan.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, Bernulli qonuni texnikada juda keng ko'lamda qo'llanadi. Ushbu qonun asosida qurilgan tizimlar gaz va suyuqlik oqimining tezlik-bosim nisbatidan samarali foydalanish orqali energiya tejamkorligini oshirishga xizmat qiladi. Biroq, real hayotdagi texnik tizimlarda bu qonun har doim ideal sharoitda amal qilmaydi. Chunki oqim ichidagi ishqalanish, turbulentlik, viskozlik, havo harorati va zichligi kabi omillar natijani sezilarli darajada o'zgartiradi. Shu sababli, Bernulli tenglamasini amaliy tizimlarda qo'llashda **empirik tuzatish koeffitsientlari** kiritiladi.

Bundan tashqari, zamonaviy muhandislikda **kompyuter modellashtirish texnologiyalari** (CFD — Computational Fluid Dynamics) yordamida suyuqlik va gaz oqimlarining harakatini aniq simulyatsiya qilish imkoniyati mavjud. Ushbu modellar yordamida oqim tezligi, bosim taqsimoti, issiqlik almashinuvi va ishqalanish koeffitsientlarini virtual muhitda aniqlab, real tajribalarga nisbatan tez va aniq natijalarga erishish mumkin. Masalan, samolyot qanotining eng samarali aerodinamik shaklini topish yoki suv nasosining oqim yo'nalishini optimallashtirishda CFD usuli qo'llaniladi.

Shuningdek, Bernulli qonuni **tibbiyot texnologiyalarida** ham o'z qo'llanilishiga ega. Masalan, **qon oqimi tezligi** va **arteriya bosimi** o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlashda ushbu printsiptan foydalaniladi. Shuningdek, **venturi trubasi** asosida ishlaydigan kislorod berish tizimlari, **nafas olish apparatlari** ham bosimning tezlikka bog'liqligi tamoyiliga tayanadi.

Arxitektura va qurilish muhandisligida esa Bernulli printsipti shamol yuklarini hisoblashda, binolarning ventilyatsiya tizimlarini loyihalashda, ayniqsa yuqori binolar uchun havo oqimini to'g'ri taqsimlashda qo'llaniladi.

Qishloq xo'jaligi texnologiyalarida ham bu qonuniyatdan foydalaniladi. Masalan, **sug'orish tizimlarida** suvning oqim tezligini va bosimini tartibga solish orqali suv resurslaridan samarali foydalanish mumkin. Gidrotexnik inshootlarda esa suvning oqim tezligini to'g'ri boshqarish orqali eroziyani kamaytirish va suv yo'qotishlarini oldini olish mumkin.

Texnik tahlillar shuni ko'rsatadiki, Bernulli qonunining amaliy samarasi tizim loyihalash jarayonida hisobga olingan aerodinamik va gidrodinamik parametrlarning

aniqligiga bog'liq. Shu bois, zamonaviy texnikada **sun'iy intellekt (AI)** asosida oqim jarayonlarini bashorat qiluvchi modellar yaratilmoqda. Masalan, **AI-integratsiyalashgan aerodinamik modellar** samolyot qanotlarining shaklini avtomatik optimallashtiradi, bu esa yoqilg'i sarfini kamaytiradi va uchish barqarorligini oshiradi.

Shuningdek, Bernulli qonunidan **energetika sohasida** foydalanish imkoniyatlari ham kengaymoqda. Shamol turbinalari, suv turbinalari va issiqlik almashinuv tizimlari oqim tezligini boshqarish orqali yuqori samaradorlikka erishmoqda. Bu esa barqaror energiya manbalaridan foydalanish imkonini beradi.

Natijada, harakatlanayotgan gaz va suyuqliklarda bosimning tezlikka bog'liqligi faqat nazariy qonuniyat emas, balki ko'plab texnik tizimlarning barqaror ishlashini ta'minlaydigan fundamental mexanizm ekanligi tasdiqlandi.

Xulosa

Yuqorida olib borilgan tadqiqotlar va tahlillar shuni ko'rsatdiki, harakatlanayotgan gazlar va suyuqliklarda bosimning tezlikka bog'liqligi — bu nafaqat Bernulli qonunining asosiy mohiyatini tashkil etuvchi fundamental fizika hodisasi, balki texnikaning deyarli barcha tarmoqlarida amaliy ahamiyatga ega bo'lgan qonuniyatdir. Ushbu qonun asosida ishlovchi qurilmalar, tizimlar va mexanizmlar energetik samaradorlikni oshirish, resurs tejamkorligini ta'minlash va ekologik xavfsizlikni yaxshilashda muhim o'rin tutadi.

Natijalar tahliliga ko'ra, gaz va suyuqlik oqimlarining tezlik va bosim orasidagi teskari bog'liqlikni to'g'ri hisobga olish texnik tizimlarda optimal ish rejimlarini tanlash imkonini beradi. Masalan, aviatsiyada qanot profilining aerodinamik shaklini to'g'ri loyihalash orqali ko'taruvchi kuchni oshirish, avtomobilsozlikda dvigatelga havo kirishini boshqarish orqali yoqilg'i sarfini kamaytirish, gidravlik tizimlarda esa oqim tezligini tartibga solish orqali ortiqcha energiya sarfini oldini olish mumkinligi aniqlangan.

Tadqiqotlar shuningdek, Bernulli tenglamasining faqat ideal holatlar uchunгина emas, balki amaliy tizimlarda ham ma'lum cheklovlar asosida qo'llanilishi mumkinligini ko'rsatdi. Ishqalanish, turbulent oqim va issiqlik almashinuvi kabi omillarni hisobga olish Bernulli printsipini yanada takomillashtirilgan matematik modellar orqali qo'llash zarurligini ko'rsatdi. Bu esa zamonaviy texnologiyalar — masalan, CFD (Computational Fluid Dynamics) dasturlarida aerodinamika va gidrodinamika jarayonlarini modellashtirishda keng qo'llanmoqda.

Umuman olganda, harakatlanayotgan gaz va suyuqliklarda bosimning tezlikka bog'liqligidan texnikada foydalanish mexanik, aerodinamik, gidravlik, energetik va ekologik yo'nalishlarda katta ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi. Ushbu qonuniyatdan samarali foydalanish texnik loyihalarning ishonchliligi, xavfsizligi va tejamkorligini oshirishga xizmat qiladi. Shuningdek, bu yo'nalishda yangi avlod qurilmalarini

yaratishda, masalan, energiya tejamkor nasoslar, turbinalar, ventilyatorlar va uchuvchan apparatlarni ishlab chiqishda ilmiy asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Bernoulli D. *Hydrodynamica*. Basel, 1738.
2. Halliday D., Resnick R., Walker J. *Fundamentals of Physics*. Wiley, 2014.
3. Abdullayev A. *Umumiy fizika kursi: Mexanika va molekulyar fizika*. Toshkent: O'zbekiston Milliy universiteti, 2019.
4. O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi vazirligi. *Fizika (11-sinf darsligi)*. Toshkent, 2021.
5. White F.M. *Fluid Mechanics*. McGraw-Hill Education, 2016.
6. Karimov S., Jo'rayev M. *Gidravlika va pnevmatika asoslari*. Toshkent: O'qituvchi, 2019.
7. CFD Online. *Computational Fluid Dynamics Resources*. <https://www.cfd-online.com>
8. Xudoyberdiyev A. *Aerodinamika va oqim mexanikasi asoslari*. Guliston: IMI nashriyoti, 2022.