POTENSIAL OQIM VA LAPLAS TENGLAMASI

Jo‘rayev Umidjon Abduvali o‘g‘li
Fargona davlat texnika universiteti
Energetika muhandislik fakulteti muqobil energiya manbalari yo‘nalishi 2 kurs

Annotatsiya: *Ushbu tezisda potensial oqim tushunchasi, uning asosiy xossalari va Laplas tenglamasi bilan bog‘liqligi tahlil qilinadi. Gidrodinamika, elektrostatika va issiqlik uzatish kabi fizik sohalarda potensial oqimlarni ifodalovchi differensial tenglamalarning nazariy asoslari bayon etiladi.*

Kalit so‘zlar*: potensial oqim, Laplas tenglamasi, tezlik potensiali, girdobsizlik, siqilmaslik, differensial tenglama.*

Kirish

Potensial oqim – bu harakatlanuvchi muhit (suyuqlik yoki gaz)da tezlik vektorining gradient maydon bo‘lib, irrotatsion (ya’ni girdobsiz) xususiyatga ega bo‘lgan oqim turidir. Bunday oqimlarda har bir nuqtadagi tezlik potensial funksiyaning gradienti orqali aniqlanadi. Oqimning bu xususiyati uni matematik modellashtirishni soddalashtiradi va Laplas tenglamasini qo‘llash imkonini beradi.

Potensial oqimning asosiy xossalari

Potensial oqimlar quyidagi shartlarni qanoatlantiradi:

1. Girdobsizlik:

$$\nabla \times v = 0$$

2. Potensial mavjudligi:

$$v = \nabla\varphi$$

3. Siqilmaslik (inkompressibil) sharti:

$$\nabla \cdot v = 0$$

Bunda potensial funksiyani Laplas tenglamasi orqali ifodalash mumkin:

$$\nabla^2\varphi = 0$$

Laplas tenglamasi

Laplas tenglamasi ikkinchi tartibli elliptik differensial tenglama bo‘lib, u ko‘plab fizik jarayonlarni, jumladan, potensial oqimlarni tasvirlashda muhim o‘rin tutadi.

Uch o‘lchamli ko‘rinishi: $\partial^2\varphi/\partial x^2 + \partial^2\varphi/\partial y^2 + \partial^2\varphi/\partial z^2 = 0$ Bu tenglama orqali tezlik maydonining har bir nuqtadagi potensial qiymatlari aniqlanadi. Laplas

tenglamasi yechimlari silliq va uzluksiz bo‘lib, ular chegaraviy shartlarga kuchli bog‘liq.

Amaliy qo‘llanilishi

Potensial oqim modeli va Laplas tenglamasi gidrodinamika, elektrostatika, gravitatsion maydonlar nazariyasi, elektromagnit to‘lqinlar va issiqlik o‘tkazuvchanlik sohalarida keng qo‘llaniladi. Masalan:

- Silliq suyuqliklarning quvur ichida yoki havo oqimlarining aerodinamik shakllar atrofida harakatini tahlil qilishda.
- Elektr potensialni hisoblashda (elektrostatik maydonlar).
- Gravitatsion potensialni aniqlashda (astrofizik modellar).

Potensial oqimlarni matematik modellashtirish va amaliy qo‘llanilishi Potensial oqimlar nazariyasi muhandislik amaliyotida turli fizikaviy tizimlarni modellashtirishda keng qo‘llaniladi. Ayniqsa, suyuqliklar va gazlar harakati, elektromagnit maydonlar, issiqlik uzatish jarayonlari va hatto iqtisodiy tizimlardagi oqimlar potensial nazariya orqali tavsiflanadi. Ushbu tizimlarning umumiy jihati – konservativ (saqlanuvchi) xossalarga ega bo‘lishidir. Bu esa, ularning harakatini ifodalovchi potensial funksiyani kiritishga imkon beradi.

Potensial maydonning mavjudligi har doim ham Laplas tenglamasining bajarilishi bilan bevosita bog‘liqdir. Masalan, elektr maydoni uchun $\nabla \cdot E = 0$ bo‘lsa, u holda $E = -\nabla\varphi$ bo‘ladi va shu orqali $\nabla^2\varphi = 0$, ya’ni Laplas tenglamasi kelib chiqadi. Xuddi shu kabi, suyuqliklar dinamikasida ham potentsial oqimlar $v = \nabla\varphi$ shaklida ifodalanib, siqilmaydigan suyuqlik uchun $\nabla \cdot v = 0$ tenglama orqali yana Laplas tenglamasiga olib keladi.

Laplas tenglamasi garmoniklik xossasiga ega bo‘lgan funksiyalarni aniqlashda muhim o‘rin tutadi. Garmonik funksiyalar analitik bo‘lib, ular ko‘plab matematik va fizik hodisalarni chuqur tahlil qilish imkonini beradi. Ayniqsa chegaraviy masalalar — Dirixle va Neumann shartlari asosida Laplas tenglamasining yechimlarini topish katta amaliy ahamiyatga ega. Bunday masalalar orqali harorat taqsimoti, elektrostatik maydonlar yoki suyuqlik bosimi kabi fizikaviy kattaliklarni aniqlash mumkin. Amaliy masalalarda Laplas tenglamasi ko‘pincha sonli usullar yordamida yechiladi. Masalan, Sonli differensiallash (Finite Difference Method — FDM), Sonli elementlar usuli (Finite Element Method — FEM) va Sonli hajmlar usuli (Finite Volume Method — FVM) yordamida murakkab geometriyalarda potensial maydonlarni aniqlash mumkin. Bu usullar yordamida qurilish inshootlari atrofida havo oqimlarini modellashtirish, suv resurslarini boshqarish yoki elektr maydonini optimallashtirish kabi ko‘plab masalalarni hal qilish mumkin.

Xulosa

Potensial oqimlar nazariyasi va Laplas tenglamasi o‘zaro chambarchas bog‘liq bo‘lib, ko‘plab fizikaviy jarayonlarning nazariy asosini tashkil qiladi. Laplas tenglamasi orqali potensial maydonlarni tahlil qilish, modellashtirish va amaliy muammolarni hal qilish mumkin. Ushbu nazariyaning rivoji muhandislik, texnika va fundamental fanlarda yangi yutuqlarga zamin yaratmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Яншин А.Л. Уравнение Лапласа и его применение в гидравлике. – Ташкент: Фан, 1992.
2. Иноятов А.Ҳ., Мухаммадиев У.Т. **Suyuqliklar va gazlar mexanikasi**. – Toshkent: O‘qituvchi, 2001.
3. Ибрагимов М.И. **Matematik fizika tenglamalari**. – Toshkent: Fan, 2004