

ELEKTR O‘TKAZUVCHAN SUYUQLIKLAR VA SUYUQ METALALAR OQIMINI BOSHQARISHDA MAGNIT GIDRODINAMIKASIDAN FOYDALANISH NAZARIYASI

S. A. Quyliyev

Axborot texnologiyalari fakulteti,
Kampyuter tizimlari va uning dasturiy ta’minoti yo‘nalishi
2-kurs magistranti

Magnit gidrodinamika - elektr o‘tkazuvchan suyuqlik, gaz, plazma va suyuq metallarning magnit maydondagi harakati haqidagi fanidir. Gidrodinamika va klassik elektrodinamikaning birlashuvidan rivojlangan fizika bo‘limi. Ba’zan magnit gidrodinamikaga plazma fizikasining bo‘limi sifatida qaraladi. Shu sababdan suyuq metallar va elektrolitlar magnit gidrodinamika uchun xos bo‘lgan ob’yektlar deb qaraladi.[1]

Fanning mustaqil sohasi sifatida esa magnit gidrodinamika astrofizika va geofizika talablari bilan bog‘liq ravishda 20-asrda rivojlana boshladi. Ko‘plab kosmik ob’yektlar kuchli magnit maydonlarga ega ekanligi aniqlandi. Magnit maydon energiyasining zichligi plazma zarralari kinetik energiyasining zichligi bilan taqqoslanarli bo‘lib qolganligi sababli, bunday maydonlarda joylashgan plazmaning dinamik tabiati radikal o‘zgaradi.

Magnit gidrodinamikaning asosiy holatlarini X.Alven ifodalagan. U o‘tkazgich muhitning magnit maydondagi alven to‘lqinlari deb nom olgan, o‘ziga xos to‘lqinsimon harakatlari mavjud bo‘lishini bashorat qilgan. Kosmik plazmaning tabiati haqidagi fan sifatida shakllana boshlagan. Magnit gidrodinamika usullari yer sharoitidagi o‘tkazgich muhitlarga ham yo‘naltirildi.[2]

Bu muammodagi muhim masala plazma tokining magnit maydon bilan ta’sirlashishi asosida plazmani idish devoriga tegishidan saqlashdir. Magnit gidrodinamik generatorlar, plazma tezlatkichlar, plazma dvigatellar va boshqa magnit gidrodinamikaning texnikada keng qo‘llanilishiga misoldir.

Magnit gidrodinamikaning effektlari 19-asrdayoq kashf etilgan va o‘rganilgan. M. Faradayning asosiy magnitik hodisalari elektr ishlab chiqarish bilan bog‘liq. Ammo magnit maydonda harakatlanayotgan Supero‘tkazuvchilar suyuqlikdagi oqimlar, suyuqlikka ta’sir qiluvchi Amper kuchining paydo bo‘lishi va natijada magnit maydonning o‘zi o‘zgarishini kuzatish mumkin. Shuning uchun suyuqlik va magnit maydonning magnit maydon doirasidagi dinamikasi kelishilgan holda ko‘rib chiqiladi.[3]

Magnit gidrodinamikasi maydon nazariyalaridan biri bo'lib, unda muhit holati koordinatalar va vaqt funksiyalari sifatida berilgan skalyar va vektor kattaliklar (maydonlar) bilan tavsiflanadi va faqat kattaliklarning o'zi va ularning hosilalarini o'z ichiga olgan tenglamalar bilan o'zaro bog'lanadi. Magnit gidrodinamikasi effektlari ma'lum sharoitlarda ideal deb hisoblanishi mumkin bo'lgan yaxshi o'tkazuvchan muhitda eng aniq namoyon bo'ladi. Ideal magnit gidrodinamika gidrodinamikadan foydalanadi.[4]

Uzluksizlik tenglamasi:

$$\partial \rho / \partial t + \operatorname{div}(\rho v) = 0 \quad (1)$$

Harakat tenglamasi (Eyler)

$$\rho \partial v / \partial t + \rho(v \nabla)v + \nabla p = [jB / c] \quad (2)$$

Standart miqdorlar to'plamiga:

ρ – suyuqlik muhitining zichligi; v – massa tezligi; p – bosim; B – magnit induksiya; c – yorug'lik tezligi.

Ideal magnit gidrodinamikada uning ichida yopishqoqlik va elektr quvvatini e'tiborsiz qoldirish mumkin. Suyuqlik qarshiligi va dissipativ ta'sirlar hisobga olinadi.

(v^2/c^2) elektr yo'qligi E' maydon xossalari. Ideal o'tkazuvchan suyuqlikning mos yozuvlar tizimi (c o'tkazuvchanlik $\sigma \rightarrow \infty$ bilan),

$$E' \approx E + [vB / c] \approx j / \sigma \rightarrow 0 \quad (3)$$

Formula (3) relyativistik bo'lmagan chegarada ($v^2/c^2 \ll 1$) tenglamada Amper kuchiga nisbatan elektr (Kulon) kuchini va magnit maydon aylanishiga siljish oqimlarining hissasini e'tiborsiz qoldiring, ya'ni,

$$j \approx c \operatorname{rot} B / 4\pi \quad (4)$$

bu ideal magnit gidrodinamika tenglamalar tizimini yopadi. Formula (3) ga muvofiq, o'tkazuvchan suyuqlik magnit maydon bo'ylab oqib o'tganda, unda elektr toki paydo bo'ladi. Maydon E va aksincha, qo'llaniladigan tashqi elektr maydon suyuqlikning harakatlanishiga olib keladi (1-rasm). magnit gidrodinamik nasoslari, tezlik o'lgachlari, magnit gidrodinamik generatorlari va boshqalarning ishlashi ushbu printsipga asoslanadi.[5]

Magnit kuchlar: Amper kuchi izotrop magnit bosim kuchining paydo bo'lishiga olib keladi.

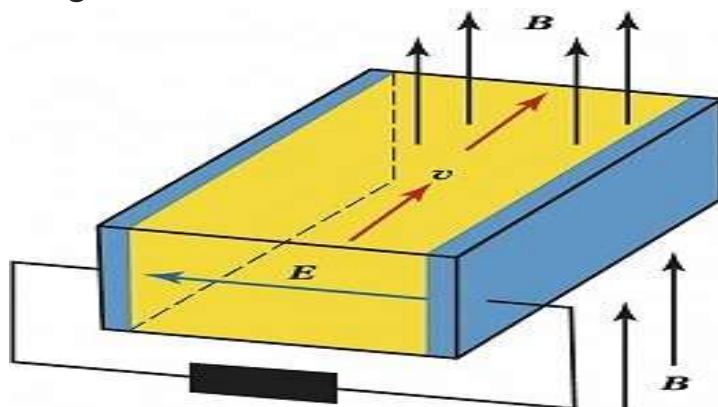
$$jB^2 / 8\pi \quad (5)$$

bu odatdagi gaz kinetikasiga qo'shiladi, o'rtacha bosim p va magnit kuchlanish kuchi

$$(B \nabla) B / 4\pi \quad (6)$$

formula bian ifodalanadi. Bu kuchlar magnit maydonda statsionar Supero'tkazuvchilar suyuqlikni ushlab turishga qodir, uning muvozanatini ta'minlaydi.

Qo‘shimcha magnit gidrodinamik muhitdagi elastik tebranishlarning yangi turlarining paydo bo‘lishiga yordam beradi, ular orasida Alfven to‘lqinlari - vektor yo‘nalishiga ko‘ndalang bo‘ladi.



1-rasm. Elektr o‘tkazuvchan suyuqlik magnit maydon bo‘ylab o‘tishi

v – plazma tezligi bilan unda yo‘nalishlarga ortogonal bo‘lgan E - tezligi yo‘nalishlarga ortogonal bo‘lgan elektr maydoni oqimi B - magnit maydon.

B magnit maydon bo‘ylab tarqaladigan muhitning siljishlari va magnitsonik to‘lqinlar magnit maydonga perpendikulyar tarqaladigan. Magnit gidrodinamika zarba to‘lqinlari ham ma‘lum bir o‘ziga xoslikka ega bo‘lib, u oddiy zarba to‘lqinlaridan farq qiladi, chunki to‘lqin fronti o‘tgandan so‘ng, muhit elementlari magnit kuchlanishlar tufayli tangensial impuls oladi.

Dissipativ magnit gidrodinamika: Haqiqiy dissipativ muhitning xususiyatlarini tavsiflash uchun Eyler tenglamasi o‘rniga Navier-Stokes tenglamasidan foydalaniladi. Siqilmaydigan suyuqlik uchun bu ifoda tenglamaning o‘ng tomoniga qo‘shiladi.

Munosabat

$$Re_M = Lv/v_M = 4\pi\sigma Lv/c^2 \quad (7)$$

uchun tenglamadagi diffuziya hadiga konvektiv had magnit maydon gidrodinamikadagi Reynolds soniga o‘xshash magnit Reynolds soni deb ataladi.

L - muhitning xarakterli kattaligi,

v - muhitning xarakterli tezligi.

Laboratoriya sharoitida ish ko‘pincha amalga oshiriladi.

$Re_M \ll 1$, o‘tkazuvchi vositaning oqimi magnit maydonni biroz buzganda, uni tashqi manbalar tomonidan berilgan deb hisoblash mumkin va induktsiyalangan magnit maydonlar hisobga olinmaydi.

Shu bilan birga, tashqi magnit maydon bilan o‘zaro ta‘sir qiluvchi muhitda induktsiya qilingan oqim MHD ta‘siriga olib keladi. Oqimini tartibga solish orqali o‘tkazuvchan suyuqlikka joylashtirilgan jismlarga ta‘sir qiluvchi sozlanishi suzuvchi (Arximed) kuchini yaratish mumkin. Bu ta‘sir MHDni ajratish tamoyiliga asoslanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI: (REFERENCES)

1. Лит.: Брагинский С. И. Явления переноса в плазме // Вопросы теории плазмы. М., 1963. Вып. 1;
2. Альвен Г., Фельтхаммар К.-Г. Космическая электродинамика. 2-е изд. М., 1967;
3. Шерклиф Дж. Курс магнитной гидродинамики. М., 1967;
4. Кингсепп А. С., Чукбар К. В., Яньков В. В. Электронная магнитная гидродинамика // Вопросы теории плазмы. М., 1987. Вып. 16;
5. Морозов А. И. Введение в плазмодинамику. 2-е изд. М., 2008.