

ЎЗБЕКСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ЖОҚАРЫ ҲӘМ ОРТА АРНАЎЛЫ
БИЛИМ МИНИСТРЛИГИ

БЕРДАҚ АТЫНДАҒЫ ҚАРАҚАЛПАҚ МӘМЛЕКЕТЛИК
УНИВЕРСИТЕТИ

УЛЫЎМА ФИЗИКА КАФЕДРАСЫ

Б. Жоллыбеков ҳәм И. Гулимбетов

Тема: Ферромагнетиклер гистерезисин үйрениў

Нөкис - 2010

Жұмыстың мақсети: Ферромагнетиклердің магниттік гистерезисін үйреніу және олардың тийкарғы характеристикаларын анықлау.

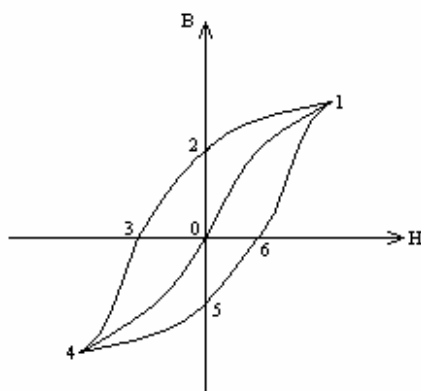
Магниттік қасиетлер бизди қоршаған барлық денелер ушын тең қубылыс. Ол гравитация ямаса электр сыяқлы универсалъ характерге ийе. Бирақ хәр қыйлы денелердің магниттік қасиетлери хәр қыйлы болады.

Магнит майданының затларға тәсир етиу характери бойынша затлар μ диа- ($\mu \leq 1$), пара- ($\mu \geq 1$) және ферромагнетиклер ($\mu \gg 1$) болып бөлинеди, бунда μ -затлардың магниттік сиңиргишлиги.

Бул жұмыста ферромагнетиклер үйрениледи. Ферромагнетиклерге темирлер, никель кобалтъ, годолоний, усы металлдардың қуималары, және ферритлер-ферромагнетик ярым өткизгишлер және тағы басқа жатады.

Ферромагнетиклердің характерлери – олар тойынғанша өзлигинше (*спонтан*) магнитленген көп сандағы областлардан бар болыуы ферромагнетиклердің тийкарғы қасиетлерин анықлайды. Бул қасиетлер магнитлениушиликтің $\vec{B}$ (магнит индукция $\vec{B}$ ның) сыртқы магнит майданының кернеулиги $\vec{H}$ қа сызықлы емес ғәрезлилиги, киши майданларда ақ тойыныуы, магниттік сиңиргишлигин үлкен шамалары (10^3 - 10^6), оларды циклик магнитлегенде гистерезис қубылысының болыуы. (1-5).

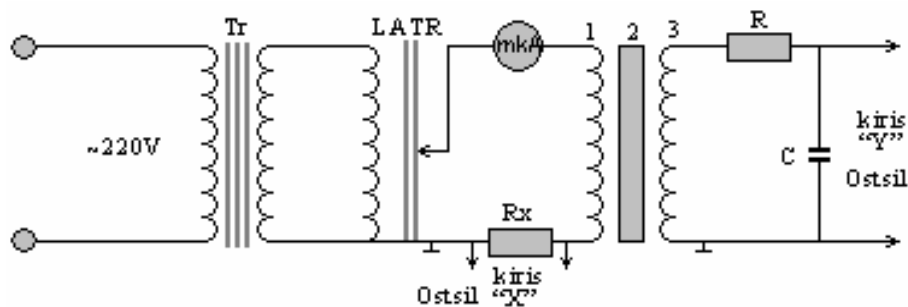
Ферромагнетиклердеги магнит индукция $\vec{B}$ ның уақыт бойынша дәуирли өзгерип атырған сыртқы магнит майданы кернеулилиги $\vec{H}$ қа ғәрезлилиги туйық түрінде болады, ол магниттік **гистерезис илмеги** деп аталады. (1-сүүрет)



1-сүүрет

B_2 индукция қалдық магнитлениушилиқ, H_3 коэрцитив (тоқтаушы) күш деп аталады. Сыртқы майданды көбейтиу тойыныуды пайда етеди. Илмектің ишиндеги майданы бир цикл дауамында ферромагнетикти магнитлеу ушын исленген жұмыстың ферромагнетиктің бирлик көлемине қатнасына тең болады.

Ферромагнетиклердің бул қасиетлери белгили бир температураға шекем ғана болады, ол Кюри температурасы деп аталады (T_c), бул температурадан жокары температурада өзиншели магнитленген областлар бузылып, затлар ферромагнетик қасиетлерин жоғалтып әдеттеги парамагнетиклерге айланады.



2-сүүрет

Ферромагнетик стерженьлерде гистерезис илмегин алыў ушын арналған лабораториялық үскенениң әдеттеги схемасы 2-сүўретте көрсетилген. 1-магнитлеўши катушка, 2-өлшеўши катушка, 3-изертленип атырған үлги, $N_1=1906$, $N_2=616$.

Катушка 1-бул узын соленоид болып, оның диаметри узынлығынан көп киши. Миллиамперметр жәрдемінде өлшенетуғын ток күши I болғанда соленоидта кернеўлиги

$$H = I \frac{N_1}{\ell} \quad (1)$$

болған магнит майданы пайда болады, бунда N_1 -соленоидтағы орамлар саны, ℓ -соленоидтың узынлығы. Осциллографтың “X” уясына

$$U_X = IR_X = \frac{R_X \ell}{N_1} H \quad (2)$$

кернеў бериледи, яғный қыя тегис көшер бойлап нурдың аўысыўы соленоидтағы магнит майданының кернеўлигине пропорциональ болады.

Соленоидтың сыртынан өлшеўши катушка оралған, оның орам саны N_2 , онда Фарадей нызамы бойынша

$$\varepsilon = -N_2 S \frac{dB}{dt} \quad (3)$$

э.к.к. пайда болады, бунда S -соленоид кесе кесиминиң майданы. Бул кернеў RC -шынжырынан осциллографтың “Y” уясына бериледи. Бундай шынжыр ушын Кирхгоф нызамы бойынша

$$\varepsilon = I_2 R + \frac{1}{C} \int_0^t I_2 dt \quad (4)$$

I_2 -шынжырдағы ток күши, RC хәм орамлар саны параметрлери

$$|U_C| \ll |\varepsilon| \quad (5)$$

шәртин қанаатландыратуғын етип алынған, яғный R ға қарағанда катушканың индуктив қарсылығы хәм сыйымлық қарсылығы салыстырмалы дәрежеде киши. Онда

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{R} \quad (6)$$

Осциллографтың “Y” уясына берилип атырған сыйымлықтағы кернеў (3) хәм (6) ны есапқа алғанда

$$U_Y = \frac{1}{C} \int_0^t I_2 dt = \frac{1}{RC} N_2 S B \quad (7)$$

бул изертленип атырған үлгидеги магнит майданының индукциясына пропорциональ. $\tau=RC$ шамасы шынжырдың ўақыт тураклысы деп аталады.

Солай етип ЛАТР жәрдемінде магнитлениўши катушкадағы токты өзгертип осциллограф экранында гистерезис илмегин алыўға болады хәм ферромагнетиктиң тийкарғы характеристикаларын: $B(H)$ ямаса $\mu(H)$, қалдық магнитлениўди хәм коэрцитив күшти өлшеўге (есаплаўға) болады. $\vec{B}$ хәм $\vec{H}$ арасында төмендегидей қатнас орынлы екенлиги белгили

$$\vec{B} = \mu \mu_0 \vec{H} \quad (8)$$

Бул жумыста қолланылатуғын әсбаплардың айырым өзгешеликлерин көрсетейик. Схемаға жийилиги 50 Гц болған өзгермели кернеў бериледи. Ферромагнетиклер ушын ($\mu \gg 1$)

$$B \approx \mu_0 M; \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$$

Үлгилерди магнитлеў ушын қолланылатуғын соленоидтың узынлығы шекли, сонлықтан (1) формула жуўық болады. Ферромагнетик үлгилердиң узынлықларыда шекли, сонлықтан оғада дәл есаплаўлар ушын “магнитлеўди алыўшы” анықлық есапқа алыныўы керек (1,3).

Өлшеуіші катушкадан өтіп атырған магнит ағымы екі бөлектен тұрады: ферромагнетиктен өтіп атырған хэм оның сыртында катушка бойлап өтіп атырғаны. Ферромагнетиклер үшін $\mu \gg 1$ болғанлықтан ферромагнетик сыртындағы ағымды есапқа алмай хэм (3), (7) формулаларда ферромагнетиклердің кесе кесиминің өлшемін пайдаланыуға болады.

Өзгермели майданда ферромагнетиклердің магнитлениу процесін үйренгенде схемадағы фазалық бурмаланыу себепли гистерезис илмегиде бурмаланыуы мүмкін.

Үскенениң бетине төмендеги эсбаплар хэм тутқалар жайластырылған. Көп шекли өзгермели ток миллиамперметри (U -шкаласы пайдаланылады) өлшеу шегін өзгертиуші тутқа, ол 4 диапазонға бөлінген (15, 60, 300 хэм 90 мА) хэм ЛАТР (трансформатор), буның жәрдемінде алынған диапазонға сәйкес соленоидтағы токты ретлеуіге болады.

“Усиление X ” тутқасы менен $R_x = 9,4$ Ом шамасын өзгертпестен осциллографтағы сесті “ X ” тутқасы көшери бойынша өзгертиуіге болады. Түймекли тутқа жәрдемінде шынжырдың уақыт турақлысын өзгертиуіге болады. (Э1, 101, 141 хэм 203мс) буларды таңлап алыу жәрдемінде гистерезис илмеги формасының минималь “бузылыуына” ерисиуіге болады. Үскенениң бетінде жәнede C1-83 осциллографына берилетуғын шақалар да бар. Үскене жерге тутастырылыуы шәрт, буған арналған шақа үскенениң артында жайласқан.

Жұмыстың орынланыу тәртіби

1. ЛАТР тутқасы ең шетки сол жағдайда қойылады (саат көрсеткишине қарсы) “Ток көзі” тумблери қосылады бул жағдайда индикация беріуші “светодиод” жанады. Осциллографта ток көзине қосылып “ X ” хэм “ Y ” жәнede ЖТ шақалары үскенениң сәйкес сымалары менен тутастырылады.
2. Изертленетуғын стерженнің узынлығы, кесе кесимнің майданы өлшенип ол соленоид ишине қойылады. Стерженнің узынлығы соленоид узынлығына тең болыуы керек.
3. ЛАТР жәрдемінде соленоидтағы токты арттырып осциллограф экранында тойыныу бөлімшеси бар гистерезис илмеги алынады. Осциллографтың күшейткиш тутқасынан, “Усиление X ” тутқадан хэм уақыт турақлысы түймеклеринен, пайдаланып гистерзистің анық сүүретлемеси алынады.
4. Гистерзис сүүретлемеси масштаблы қағазға сызып алынады хэм (1), (7) формулалар жәрдемінде қалдық магнитлениушилик хэм коэрцитив күшлер есапланылады.
5. $\mu(H)$ графиги сызылсын. Буның ушын майданын нольден баслап тойыныуға шекемги мәнисінде B ның H ге ғәрезлиги алынсын, гистерезис илмегинің ең шетки точкасы халы бойынша алынады хэм осциллографтағы сестің шамасы есапқа алынады. Есаплаулар ушын (2), (7), (8) формулалар пайдаланылады.
6. Қәлеген гистерезис ушын магнитлеуіге кеткен жұмыс гистерезис илмеги астындағы майданды есаплау жәрдемінде (1) хэм (7) формулалар бойынша анықланады.
7. Қәтеликлерди көрсетин, булардан келип шығыу себеплерин анықлаң.

Бақлау ушын сораулар.

1. Гистерезис илмеги қалай алынады?
2. Жұмыстың мақсетін түсиндирип берин?
3. Ферромагнетиклер қандай қәсийетке ийе?
4. Магнитлик қубылысларға мысал келтирин?