

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің 60 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары– 13: дәстүрлерді сақтай отырып, болашақты құру» атты Республикалық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 13: сохраняя традиции, создавая будущее», посвященная 60-летию Казахского агротехнического университета имени С.Сейфуллина. - 2017. - Т.1, Ч.6. - С.7-10

ЭЛЕКТРОТКІЗГІШТІК ЖӘНЕ ЖАРТЫЛАЙ ӨТІЗГІШТЕРДЕГІ ХОЛЛ ЭФФЕКТИСІ

*Тамаев С. - ф.м.ғ.к., профессор
Наурызбаев А.Н. - ф.м.ғ.к доцент
Паткуллаева Ж.М. - студент*

Тараз Мемлекеттік Педагогикалық Институты, Тараз қ.

Зерттеу жұмысымыздың мақсаты жартылай өткізгіштердегі үлгіде Холл Э.Қ.К – нің магнит өрісінің шамасына тәуелділігін, үлгінің электрөткізгіштігін және олардың олардың қозғалтқыштығын анықтау болып табылады.

Холл эффектісі.

Холл эффектісін тәжірибеде зерттеу металдардағы және жартылай өткізгіштердегі токтың пайда болуына әкелетін зарядтарының қозғалыстарын зерттеудің эффективті әдісі болып табылады. Холл эффектісі өткізгіштердің, ток тасымалдаушылардың концентрациясы және олардың таңбалары сияқты маңызды сипаттамалары туралы толық мәлімет береді.

Холл эффектісі жартылайөткізгіштердің, олардың n- типке (электрондық) немесе p-типке (кемтіктік) жататындығын анықтауға мүмкіндік береді. Сонымен бірге, ток тасымалдаушылардың қозғалтқыштықтарының өткізгіштердің меншікті кедергілерімен бірөлшемді көлем ішіндегі ток тасымалдаушылардың санына тәуелділігін анықтайды.

Холл эффектісін бақылау үшін зерттелетін жартылай өткізгіштен тікбұрышты параллелепипед түрінде үлгі жасап алынады да, оның ұзындығы бойынша i тогын жібереді(1-сурет). Параллелепипедтің жоғарғы және төменгі қырларын потенциалдар тосқауылдары бірдей болатын С және D нүктелерін тандап алады. Сонда бұл нүктелердің патенциалдары бір-біріне $\varphi_D = \varphi_C$ тең болады.

Егер осындай жартылай өткізгішті магнит индукция векторы \vec{B} ток өтетін бағытына перпендикуляр болатындай етіп, біртекті магнит \vec{H} өрісіне орналастырсақ, онда С және D нүктелерінің арасында потенциалдар айырымы пайда болады. Осы құбылысты Холл эффектісі, ал пайда болған көлденең электр қозғаушы күшті Холл эффектісінің электр қозғаушы күші деп атайды [1].

Холл эффектісі қозғалған электр зарядына Лоренц күшінің әсер етуінің нәтижесінде пайда болады.

$$F_{\text{л}} = e[\vec{v} \cdot \vec{B}]$$

(1)

мұндағы e - ток тасымалдаушы заряд; \vec{v} - реттелген ток тасымалдаушы қозғалысының орташа жылдамдығы; \vec{B} - магнит өрісінің индукция векторы.

Оң заряд қозғалған кездегі Лоренц күшінің бағыты сол қол ережесі бойынша анықталады. Егер жазылған сол қол алақанының саусақтары ток бағытын көрсететін болса, онда магнит индукция векторы \vec{B} алақанға перпендикуляр бағытта өтеді де, бас бармақ Лоренц күшінің $\vec{F}_{\text{л}}$ бағытын көрсетеді.

Лоренц күшінің әсерінен қозғалыстағы ток тасымалдаушылар осы күш бағытына қарай ығысып, үлгіде бір таңбалы зарядтардың бір жағында, ал екінші таңбалы зарядтар екінші жағына жинақталуына мүмкіндік туғызады. Қорытындысында өткізгіште кернеулігі \vec{E} тең көлденең электр өрісі пайда болады. Осы пайда болған өріс қозғалған зарядтарға \vec{F}_{E} күші арқылы әсер етеді.

$$F_{\text{E}} = e\vec{E} \quad (2)$$

Тепе –теңдік жағдайда (1),(2) күштер абсолютті шамалары бойынша бір –біріне тең, бағыттары бойынша бір-біріне қарама-қарсы болады.

$$\vec{F}_{\text{E}} = -\vec{F}_{\text{л}} |F_{\text{E}}| = |F_{\text{л}}| \quad (3)$$

Онда

$$\vec{E} = v\vec{B} \quad (4)$$

Көлденең потенциалдар айырымы

$$U_x = \vec{E} \cdot \vec{h},$$

(5)

мұндағы h потенциалдары өлшенетін С және D нүктелерінің ара қашықтығы. онда

$$U_x = vBh$$

(6)

Ом заңы бойынша:

$$j = \frac{i}{hd} \quad (7)$$

табамыз. Мұндағы h - өткізгіш биіктігі, d - өткізгіш ені. (6) және (7) формулаларды ескеріп Холл потенциалын

$$U_x = \frac{1}{en} \cdot \frac{iB}{d} \quad (8)$$

табамыз. Немесе осы өрнектегі $\frac{1}{en}$ шамасын R_x деп белгілейміз. Бұл профессионалдык коэффициент R_x өткізгіштің тұрақтысы болып табылады, оны Холл тұрақтысы деп атайды. Ол мынаған тең:

$$R_x = \frac{U_x \cdot d}{i \cdot B} \quad (9)$$

Мұндағы U_x -Холл потенциал айырымы; d - Холл эффектісі өлшенетін жартылай өткізгіштің қалыңдығы, ені; i -жартылай өткізгіш арқылы өтетін ток күші; B – жартылай өткізгіш орналастырылған магнит өрісінің индукциясы [2].

Меншікті өткізгіштіктегі таза жартылай өткізгіштіктер үшін тасымалдаушылардың шашырауы негізінен кристалдардағы тор тербелістерінен болатындықтан Холл тұрақтысы үшін классикалық теорияда мынандай өрнек жазылады:

$$R = \frac{3\pi}{8} \frac{1}{en} \quad (9a)$$

Холл тұрақтысымен бірге жартылай өткізгіштің меншікті электр кедергісін анықтай отырып, оның маңызды сипаттамаларының бірі ток тасымалдаушылардың қозғалтқыштығы болып табылады. Ток тасымалдаушылардың қозғалғыштығы μ деп олардың кернеулігі 1 В/м электр өрісінде алатын реттелген қозғалыс жылдамдығын айтады. Егер ток тасымалдаушылар кернеулігі E өрісте қозғалса, онда олардың дрейфті жылдамдығы

$$v = \mu E \quad (10)$$

Жартылай өткізгіштің меншікті электр кедергісі $\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{1}{en\mu}$, осыдан ток тасымалдаушылардың қозғалтқыштығы мына түрде өрнектеледі:

$$\mu = \frac{1}{\rho en} \quad (11)$$

(9a) формуланы ескеріп, Холл тұрақтысы үшін ток тасымалдаушылардың қозғалтқыштығы мынадай өрнек түрінде жазылады.

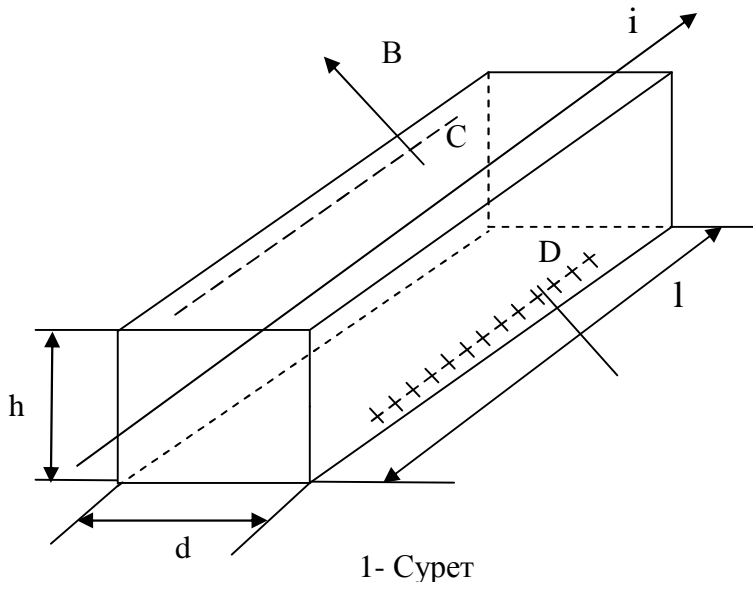
$$\mu = \frac{8}{2\pi} \frac{R_x}{\rho} = 0,85 \frac{R_x}{\rho}. \quad (11a)$$

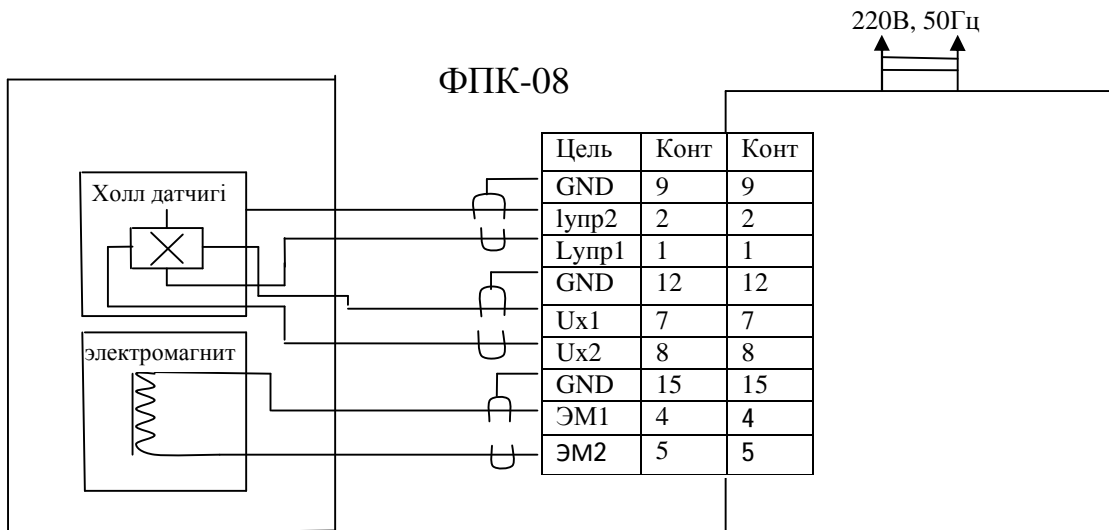
Қозғалғыштық – өткізгіштік электрондардың маңызды сипаттамасы, яғни ол кедергі күшін сипаттайды [4].

(9) өрнектен Холл потенциалының айырымы және Холл датчигінің өлшемдерін анықтайтын шамалары арқылы Холл тұрақтысының мәнін тәжірибеден табамыз. Тәжірибе жүргізілген қондырғының сұлбасы (2-суретте) көрсетілген. Оны есептеуге қондырғының сипаттамасында берілген шамалар мыналар[3]:

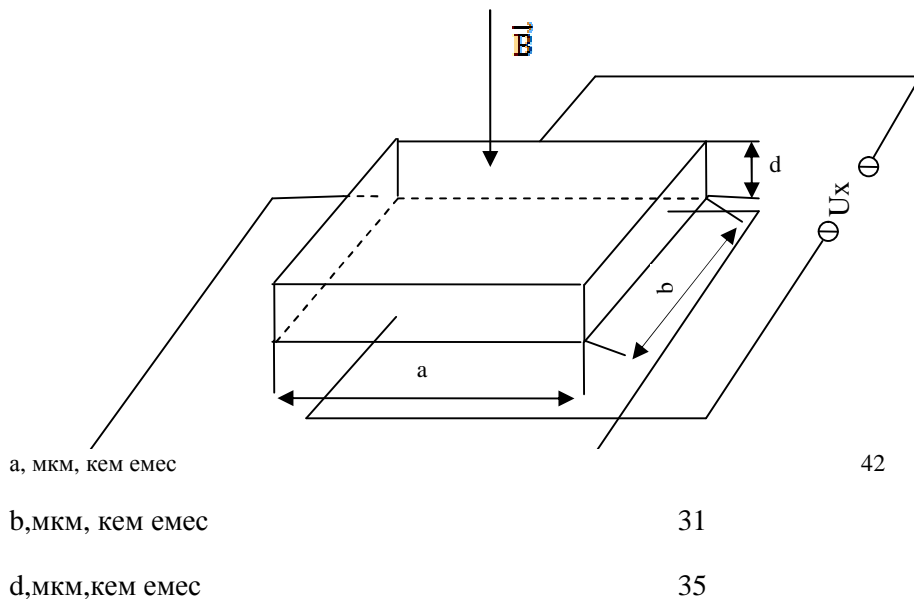
1. Электромагнит тогымен оның ашық кеңістігіндегі магнит өрісінің индукциясы арасындағы пропорционалдық коэффициент, Тл/А 3,96
2. Холл датчигінің кедергісі, кОм 2,08
3. Холл датчигінің өлшемдері (3-сурет)

Холл тұрақтысының мәнін тәжірибеден алынған физикалық шамалардың нәтижелерін (9) формула бойынша есептейміз. Есептеудің нәтижесінде: $R_x=2,62 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{Кл}$ -ға жуық шама табылды. Осы табылған нәтиже мен меншікті кедергінің мәндерін ескеріп ($2,5 \cdot 10^5 \text{ Ом} \cdot \text{см}$), ток тасымалдаушылардың бірөлшем көлем ішіндегі санын және олардың қозғалғыштығын $\mu = 487,6 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, $n=23,8 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$, $\rho=53,73 \cdot 10^{-3} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ есептедік.





2 - Сурет



2 - Сурет

Әдебиеттер тізімі

1. Д.Х. Исин, С.Дәрібеков, А.З. Исағұлов. Металдар физикасы және материалдар физикасы қасиеттері.Қарағанды,2009-467б.
2. Б.В. Бондарев, Н.П. Калашников, Г.Г. Спирин, курс общей физики., Москва, «Высшая школа», 2003.-439с
3. Лабораторные занятия по физике под редакцией Л.Л. Гольдина, изд. «Наука», Москва, 1983.-688с.
4. С.Тамаев Қатты денелердің физикасының есептер жинағы. Алматы-«Дәуір» баспасы-2012-306б.