



TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ  
XO'JALIGINI MEXANIZATSIYALASH  
MUHANDISLARI INSTITUTI



**FAN:**

Электрстанциялар ва  
подстанциялар  
электр кисми

MAVZU

08

Ўтказгич ва аппаратларнинг  
қизиши ва уларнинг  
электродинамик турғунлиги



Бабаев Азиз Галибович



“электр таъминот ва кайта тикланувчан энергия  
манбалари” кафедраси профессори

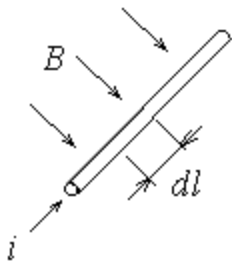


## **ЕО ВН нинг оқим ўтказувчи қисмларида электродинamik эффектлар**

Суперўтказувчилар тизимлар, улар орқали оқимлар ўтганда, сезиларли механик стресслар билан бирга электродинamik таъсирларни бошдан кечиради. Худди шу оқим йўналиши билан ўтказгичлар ўзига тортади, тескари йўналиш билан улар қайтаради.

# Ҳисоб усуллари

Кучларни ҳисоблашнинг иккита асосий усули мавжуд: 1. Куч ўтказгичнинг оқим ва магнит майдон билан ўзаро таъсири натижасида кўриб чиқилади.

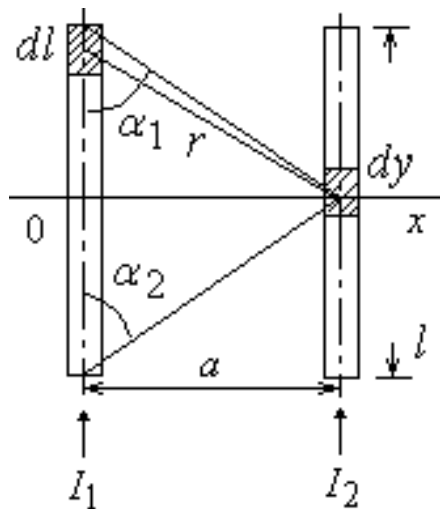


$$dF = [\overline{B}, \overline{dl}] \cdot i \quad dF = B \cdot i \cdot \sin \beta \cdot dl$$

2. Куч ўтказгични ҳаракатга келтириш учун сарфланган механик иш ва магнит энергиянинг ўзгаришига тенг деб ҳисобланади. Тизимнинг электростатик энергиясини, тизимнинг деформациясини еътиборсиз қолдириб, тизимдаги оқим ўзгармайди деб фараз қилсак, биз куч учун ифодаларни оламиз:

$$dA = F \cdot dx \quad W = \frac{Li^2}{2} \quad F = \left[ \frac{dW}{dx} \right]_{i=const}$$

# Чекланган узунликдаги parallel ўтказгичлар орасидаги электродинамик кучлар



Биринчи ўтказгичнинг жорий элементи иккинчи ўтказгичнинг жорий элементи жойлашган жойда дб магнит майдонини ҳосил қилади. Ушбу магнит майдон, ўз навбатида, ДФ кучини ҳосил қилади.

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot dl \times r}{r^3}$$

-Био-Savard қонуни. Вектор маҳсулотига кўра, индуксия чизилган расмга перпендикуляр

йўналтирилади.

$dl$  - билан интеграциялашган ҳолда, иккинчи ўтказгичнинг жорий элементи ўрнида умумий индуксияни аниқлаш мумкин:

$$B = \int_0^l dB = \frac{\mu_0}{4\pi \cdot a} i_1 (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2)$$

Жорий элементга таъсир қилувчи куч :

$$dF = B \cdot i_2 \cdot dy = \frac{\mu_0}{4\pi a} i_1 i_2 (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2) dy$$

Интеграция икки ўтказгичнинг ўзаро таъсирининг умумий кучини аниқлайди:

$$F = \int_0^l dF = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot i_1 i_2 \cdot K_{\delta}$$

Сф коэффициенти шакл коэффициенти деб аталади.

$$K_{\delta} \cong \frac{2l}{a} \quad - \text{кўриб чиқилаётган ўтказгичлар тизими учун}$$

# Ўзгарувчан токдаги электродинамик кучлар

Бир фазали тизимни кўриб чиқинг:

$$F = \frac{\mu_0}{4\pi} K_{\delta} \cdot i^2 = \alpha \cdot i^2 \quad i^2 \text{ - оний жорий қиймат}$$

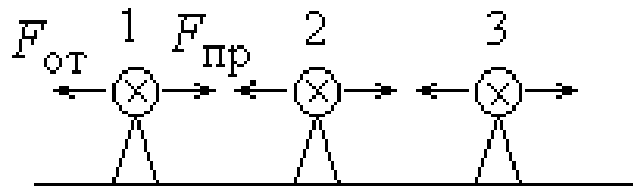
Sinusoidal оқим билан:  $i(t) = I_m \cdot \sin(\omega t)$

$$F = \alpha \cdot I_m^2 \cdot \sin^2(\omega t) \text{ - суперўтказувчиларга таъсир қилувчи куч}$$

$$\sin^2(\omega t) = \frac{1 - \cos(2\omega t)}{2} \quad F = \frac{\alpha I_m^2}{2} - \frac{\alpha I_m^2}{2} \cos(2\omega t) = F_{=} + F_{\sim}$$

Бир фазали тизимларда, ўзгарувчан ток таъсирида, ҳосил бўлган кучларнинг частотаси оқим частотасидан икки баравар кўп, кучнинг доимий компоненти мавжуд.

# Уч фазали тизимларда електродинамик кучлар



Кучларни аниқлашда қуйидаги тахминлар қилинади:

- шиналар орасидаги масофа узунликка нисбатан кичик;
- шиналардаги оқимлар бир йўналишда оқади;
- оқимлар шиналарнинг геометрик ўқлари бўйлаб оқади;
- ўрта ва экстремал фазалар орасидаги масофа

$$i_1(t) = I_m \sin(\omega t) \quad i_2(t) = I_m \cdot \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) \quad i_3(t) = I_m \cdot \sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

Суперўтказувчилар орасидаги ўзаро таъсир кучларини аниқлаш :

$$F_{12} = \frac{\mu_0}{4\pi} K_\delta \cdot i_1 \cdot i_2 = \alpha i_1 i_2 \quad F_{13} = \frac{\alpha}{2} i_1 i_3 \quad F_1 = F_{12} + F_{13}$$

Фазалардаги оқимлар учун ифодаларни ҳисобга олиш:

$$F_1(t) = \alpha I_m^2 \cdot \left( \frac{3}{8} - \frac{3}{8} \cos(2\omega t) - \frac{\sqrt{3}}{8} \sin(2\omega t) \right) \quad F_{1\text{н}\delta} = \frac{3}{8} \alpha I_m^2 \quad F_{1\text{max}} \cong 0.808 \cdot \alpha I_m^2$$

Ўртача фазада:

$$F_2(t) = \alpha I_m^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cos\left(2\omega t - \frac{5\pi}{6}\right) \quad F_{2\text{н}\delta} = 0 \quad F_{2\text{max}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \alpha I_m^2 \cong 0.866 \alpha I_m^2$$

# Ҳар хил турдаги Электродинамик кучлар қисқа туташув

Қисқа туташувдаги фазалар орасидаги ўзаро таъсирни аниқлашда икки фазали ва уч фазали қисқа туташувни ҳисобга олиш керак.

При трёхфазном КЗ: 
$$F_{\max(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot K_{\hat{o}} \cdot i_{\hat{o}.êç(3)}^2 \quad i_{\hat{o}.êç(3)} = \sqrt{2} \cdot K_{\hat{o}\ddot{a}} \cdot I_{\dot{i}.\dot{i}(3)}$$

$$F_{\max(3)} = \sqrt{3} \cdot K_{\hat{o}\ddot{a}}^2 \cdot K_{\hat{o}} \cdot \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot I_{\dot{i}.i(3)}^2$$
 -уч фазали қисқа туташув билан ўрта фазага  
максимал таъсирни ҳисоблаш учун ифода

Икки фазали қисқа туташув билан учинчи босқични еътиборсиз қолдириш мумкин:

$$F_{\max(2)} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot K_{\hat{o}} \cdot i_{\hat{o}.êç(2)}^2$$

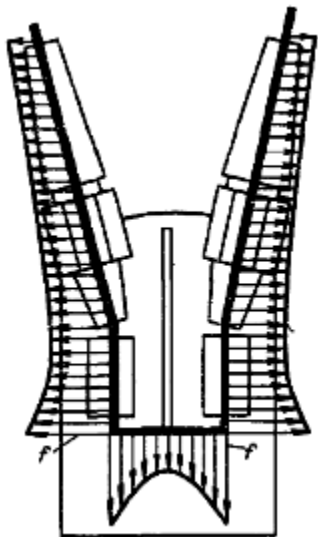
Маълумки, икки фазали ва уч фазали оқимларКЗ корреляцияси:

$$I_{\dot{i}.i(2)} \approx \frac{\sqrt{3}}{2} I_{\dot{i}.i(3)}$$

$$F_{\max(2)} = 2 \cdot \frac{\mu_0}{4\pi} K_{\hat{o}} \cdot K_{\hat{o}\ddot{a}}^2 \cdot I_{\dot{i}.i(2)}^2 = 1,5 \cdot \frac{\mu_0}{4\pi} K_{\hat{o}} \cdot K_{\hat{o}\ddot{a}}^2 \cdot I_{\dot{i}.i(3)}^2$$

# ЕОВНДАГИ

## ЭЛЕКТРОДИНАМИК КУЧЛАР



Қисқа туташув оқими оқанда калит қутбидаги кучлар

Ҳақиқий қурилмалар ва тузилмаларда каттахудди шу фазадаги оқимлар ўзаро таъсирлашганда кучлар пайдо бўлиши мумкин:  
- фазаларни ажратиш пайтида- ҳалқа шаклида ўтказгич шаклида (калитлар, ТТ)

Електродинамик барқарорлик деганда қурилмалар ёки ўтказгичларнинг қисқа туташув оқимлари оқимидан келиб чиқадиган механик кучларга уларнинг кейинги нормал ишлашига тўсқинлик қиладиган деформацияларсиз бардош бериш қобилияти тушунилади.

### Механик резонанс

Оқим ўтказувчи қисмлар оқим оқими пайтида тебранишни бошдан кечиради, агар тизимнинг табиий тебраниш частотаси оқим частотасидан икки баравар яқин бўлса, у ҳолда механик резонанс пайдо бўлади.

$$f_{\delta} = \frac{k}{l^2} \sqrt{\frac{EJ}{m}}$$

Резонанс частотасини аниқлаш учун ифода. К коэффициенти ўтказгичларни маҳкамлаш усулига боғлиқ.



# Електр қурилмаларининг алоқа тизимлари

Контакт тизимларининг дизайн хусусиятлари:

- Ҳаммаси бирма-бир контактлар
- Ажратиб олинадиган контактлар
- Очиладиган контактлар (еҳтимол ёп

Хусусиятларга асосланган барча електр  
контактлариконтактни уч гуруҳга бўлиш мумкин:

- Нуқта алоқалари
- Чизиқли контактлар
- Planar алоқалар

# Adabiyotlar:

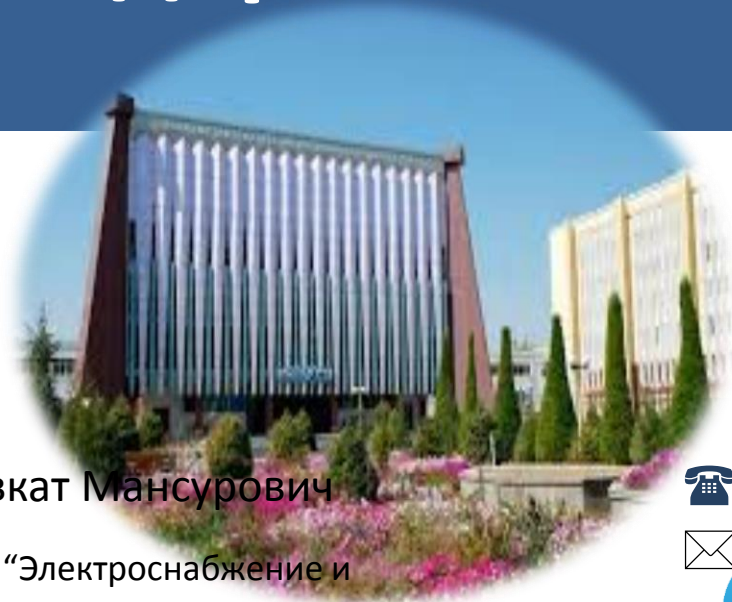
1. Stantsiya va podstantsiyalarning elektr qismi.- Q.R.Allayev, 2.H.Siddiqov, M.H.Hakimov va boshq.- O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi.- T.: Cho'lponnomidagi NMIU, 2014.- 304 b.
3. Коломиец Н.В. Электрическая часть электростанций и подстанций: Учебное пособие / Н.В. Коломиец, Н.Р. Пономарчук, В.В. Шестакова.- Томск: Изд-во ТПУ, 2007.- 143 с.
4. Агапов В.Г., Бакланов Ю.Н.и др. Сборник задач и упражнений по электрической части электростанций и подстанций.- М.: Изд-во МИЭ, 2011.- 256 с.
5. Мажидов С. Электр машиналари ва электр юритма.- Т.: Ўқитувчи, 2004.- 344
6. William A. Chisholm, Electrical Design of Overhead Power Transmission Lines. New York, Chicago, San Francisco, 2013. 368 s.



TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ  
XO'JALIGINI MEXANIZATSIYALASH  
MUHANDISLARI INSTITUTI



**Е'ТИВОРИГИЗ UCHUN RAHMAT!**  
**Благодарю за внимание!**



Музафаров Шавкат Мансурович



+ 998 71 237 1968



Профессор кафедры "Электроснабжение и  
возобновляемые источники энергии"

