

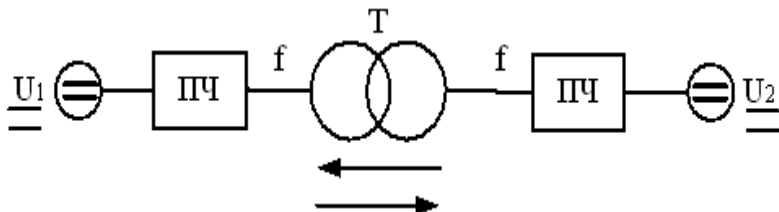
## БОБИ ЯКУМ

### 1. ТАБДИЛДИҲИИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКИИ НЕРУ ДАР МОШИНҲОИ ЭЛЕКТРӢ

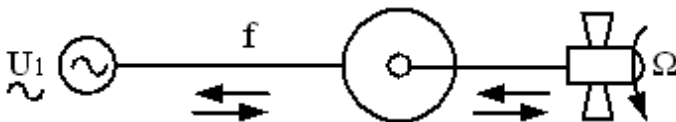
Табдилдиҳии қувваи ҷараёни тағйирёбанда ба қувваи ҷараёни доимӣ (ва баракс)



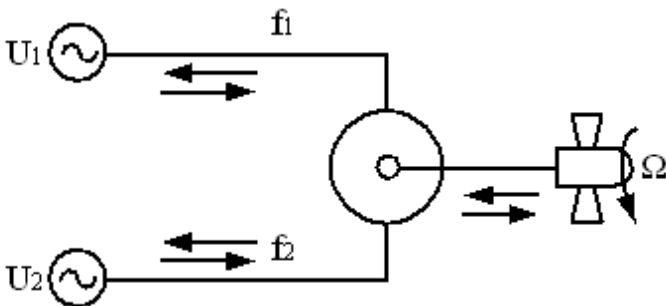
Табдилдиҳии қувваи ҷараёни доимӣ ба қувваи ҷараёни тағйирёбанда (табдилдиҳандаи қувваи ҷараёни доимӣ)



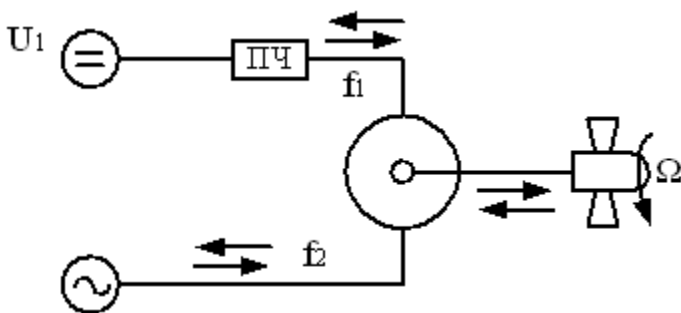
Табдилдиҳии неруи электрӣ ба неруи механикӣ (ва баракс). (мошинаи қувваи ҷараёни тағйирёбанда)



Табдилдиҳандаи мошинавие, ки ду неруи электрӣ ба неруи механикӣ табдил медиҳад (ё ки мошинаи электрии ду манбаъ)



Табдилдихии қувваи ҷараёни электрии тағйирёбанда бо басомади  $f_2$  ба қувваи ҷараёни доимӣ ва ба нуруи механикӣ (ё ин ки табдилдихӣ ба қадом самте ки бошад).



### 1.1. Табдилдихии нуруи электромеханикӣ дар МЭ

Мошинаи индуктивии дорои миқдори контурҳои печай - s, ки ба ҷӯякҳои ноқили магнитии статор ва ротор ҷойгир карда шудаанд, дида мебароем. Ҳар қадом аз ин контурҳо метавонанд аз ғалтакҳои бисёр, ки ба ҳамдигар бо ягон тарҳ пайваस्त шудаанд иборат бошанд ва ноқили магнитӣ низ метавонад шакли ихтиёри дошта бошад [1]. Равандҳои электромагнитӣ дар мошинаи индуктивӣ бо воситаи муодилаҳои Кирхгоф барои занҷирҳои печай ва муодилаи ҳаракати ротор навишта шуда метавонад. Дар мошинаи бо

занчири магнитии хатгӣ, ки онҳо нуфузпазири магнитии элементҳои ҳаҷмӣ вобастагӣ аз индуксияи магнитии майдон  $B[(\mu \neq f(B))]$  доранд, сели майдони магнитии ҳама контурҳо, масалан  $k$ -юм ( $k$  бузургиҳои зеринро аз  $k = 1$  то  $k = s$  доро шуда метавонад), метавонанд бо воситаи ҷараён дар печаҳо  $i_n$ , индуктивнокии  $k$ -ум печаи  $L_{kk}$  ва индуктивнокии байниҳамдигарии  $k$ -ум печа бо дигар печаҳо  $L_{kn}$ , дар кадоме  $n$  метавонад қимати ҳархеларо доро бошад аз  $n=1$  то  $n=s$ , ба ғайр аз  $n=k$ :

$$\Psi_k = \sum_{n=1}^s \Psi_{kn} = \sum_{n=1}^s i_n L_{kn}$$

Ба намуди умум ҳама индуктивнокиҳо  $L_{kk}$  ва индуктивнокии байниҳамдигарӣ  $L_{kn}$  аз андозаи ноқили магнитӣ ва вобастагии кунҷӣ аз сатҳи ҷойгирашавии ротор вобаста мебошанд  $L_{kn} = f(y)$ . Системаи муодилаҳои Кирхгоф барои шиддати печаҳо иборат аст аз муодилаҳое, ки барои ҳар як контур сохта шудааст. Муодила барои  $k$ -ум контур намуди зеринро доро аст:

$$u_k = R_k i_k + \frac{d\Psi_k}{dt} = R_k i_k - e_k = R_k i_k - e_k^r - e_k^B$$

$$e_k = -\frac{d\Psi_k}{dt} \text{ - ҚЭХ, дар занчири } k \text{ баробар аст;}$$

$$e_k^r = -\sum_{n=1}^s L_{kn} \frac{di_n}{dt} \text{ - ҚЭХ-и трансформаторӣ дар контури } k, \text{ вобаста ба тағйирёбии ҷараёнҳо } i_n \text{ дар контурҳо дар мавриди доимӣ будани мавқеъи кунҷии ротор (} y = \text{const.);}$$

$$e_k^B = -\sum_{n=1}^s i_n \frac{dL_{kn}}{dt} = -\Omega \sum_{n=1}^s i_n \frac{dL_{kn}}{dy} \text{ - ҚЭХ-и даврзани дар контури } k, \text{ вобаста ба тағйирёбии индуксияи байниҳамдигарӣ (ё индуктивнокиҳо) } L_{kn} \text{ дар мавриди доимӣ будани ҷараёнҳо дар контурҳо (} i_n = \text{const.);}$$

$\Omega = de/dt$  – суръати кунҷии ротор.

Иқтидори лаҳзавии электрикӣ, ки ба контур аз манбаъ ворид мешавад ва ба вай пайваст мебошад:

$$P_k = u_k i_k = R_k i_k^2 + i_k \sum_{n=1}^5 L_{kn} \frac{di_n}{dt} + i_k \Omega \sum_{n=1}^5 i_n \frac{dL_{kn}}{dy} \quad \text{баробар аст.}$$

Иқтидори ҳама контурҳоро чамъ карда метавонем иқтидори лаҳзавиро, ки ба контури мошина ворид мешавад, муайян намоем:

$$\sum_{k=1}^5 P_k = \sum_{k=1}^5 R_k i_k^2 + \sum_{k=1}^5 i_k \sum_{n=1}^5 L_{kn} \frac{di_n}{dt} + \Omega \sum_{k=1}^5 i_k \sum_{n=1}^5 i_n \frac{dL_{kn}}{dy}$$

Қисми иқтидоре, ки  $\sum_{k=1}^5 P_k$  ба контурҳо ворид мешаванд,

алалхусус  $P_3 = \sum_{k=1}^5 R_k i_k^2$ , ба намуди гармӣ дар муковиматҳои фаъоли контурҳо  $R_k$  ҷудо мешавад ва талафоти иқтидорро дар мавриди табилдиҳӣ нишон медиҳад.

Дигар қисми иқтидор, алалхусус иқтидори:

$$P_W = \frac{dW}{dt} = \sum_{k=1}^5 i_k \sum_{n=1}^5 L_{kn} \frac{di_n}{dt} + \frac{\Omega}{2} \sum_{k=1}^5 i_k \sum_{n=1}^5 i_n \frac{dL_{kn}}{dy}, \quad \text{кадоме}$$

$W = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^5 i_k \sum_{n=1}^5 i_n L_{kn}$  - нури майдони магнитӣ дар мошинае,

ки ба тағйирёбии нури майдони магнитӣ дар мошина дар натиҷаи тағйирёбии ҷараёнҳо дар контурҳо, индуктивнокӣ ва индуктивнокии байнихамдигарӣ. Боқимонда иқтидор ба нури механикӣ табил меёбад кадоме бо воситаи навард ба мошинаи алоқаманд (сопряженной) дода мешавад:

$$P_{\text{мех}} = \sum_{k=1}^5 P_k - P_3 - P_W = \frac{\Omega}{2} \sum_{k=1}^5 i_k \sum_{n=1}^5 i_n \frac{dL_{kn}}{dy}$$

Дар ҳамин лаҳза моменти электромагнитӣ  $M$ , ки ба ротор гузошта шудааст нисбат ба иқтидори лаҳзавии механикӣ  $P_{\text{мех}}$  баробар аст, ба:

$$M = \frac{P_{\text{мех}}}{\Omega}$$

Хамин тавр, дар мошини бо занчири магнитии хатӣ, моменти электромагнитӣ баробар ба ҳосилаи хусуси аз нуруи майдони магнитӣ  $W$  нисбат ба кунчи гардиши ротор дар ҳолати доимӣ будани чараёнҳо дар контурҳо. Агар ин ҳосила мусбат бошад, он гоҳ момент бо самти даврзанӣ равона аст (ё ин ки зиёдшавии кунчи  $y$ ) ва табдилёбии нуруи электрӣ ба нуруи механикӣ ба вучуд меояд. Агар ин ҳосила манфӣ бошад, он гоҳ табдилёбии баръакс ба вучуд меояд.

Муодилаҳои ҳосилшударо таҳлил намуда, ба хулосае меоем, ки шартӣ ҳатмӣ ба вучуд омадани табдилдиҳии электромеханикӣ дар машина ин тағйирёбии индуктивнокии печаҳо дар мавриди давр задани ротор мебошад. Мошина фаъолият карда метавонад, агар ҳосилаи яке аз нишондиҳандаҳо нисбат ба кунчи гардиши ротор ба нол баробар набошад. Ин шарт ҳатмӣ мебошад, вале кифоякунанда нест, барои ҳосил намудани табдилдиҳии пай дар пайи механикии яксамта, чунки боз талаб карда мешавад, ки чараёнҳо дар печа чунин тағйир ёбанд, ки на танҳо бузургии лаҳзавӣ, балки боз бузургии миёнаи моменти электромагнитӣ ва иқтидор ба қадри кифоя калон бошанд.

## **1.2. Имконпазирии иҷроиши МЭ ва классификатсия нисбат ба тарзи кори онҳо**

Маълум аст се иҷроиши ба қадри имкон ҷиддии МЭ, дар кадоме индуктивияти печаҳои он вобаста аст аз имконияти кунҷии ҷойгиршавии ротор ва тағйирёбии давравӣ дар мавриди даврзадани ротор [1-5]:

- мошинае, ки як печа дар статор ва як печа дар ротор дорад;
- мошинае, ки як печа дар статор ва дилаки дандонадор дар ротор дорад;

- машинае, ки бо ду печаҳо дар статор ва дилаки дандонадор дар ротор дорад.

Ҳар кадоме аз инҳо дорои модификатсияҳои иловагӣ мебошанд.

Бо дарназардошти аз намуди сатҳи ба самти фосилаи ҳавоӣ ду намуд конструктории дилакҳо шуда метавонанд: дандонадор ва суфта. Дандонадор дорои намуди дандонаҳои зиёд буда, ҷӯякҳои он нисбатан калон кушода ба самти фосилаи ҳавоӣ сика зада шудаанд. Барои ин намуд дилакҳо, ва дар баъзе мавридҳо намуди ҷӯякҳо ба гузаронандагии магнитии фосилаи ҳавоӣ таъсири кушода будани ҷӯякҳоро мерасонанд. Бо мақсади гирифтани форми майдони магнитии зарурӣ ба дандонаҳо форми махсус дода мешавад. Суфта бо камтарин нишонаи дандонаҳо, ҷӯякҳои кадомҳое дорои на он қадар калон (нисбат ба тарқиши ҳавоӣ) кушодашуда, ва масофаи ҳавоӣ байни масоҳати дандона ва дигар дилакҳо доимианд.

МЭ-ки як печа дар статор ва як печа дар ротор доранд бештар мавриди истифода қарор мегиранд. Дар ин маврид бисёр вақт истифодаи модификатсияи бо як фаза ва ё бо якҷанд фаза қутбҳои гуногуни печаҳо кадомҳое бо якхела микдори даври майдон (мошинаи асинхронӣ, синхронӣ, машинаи электрии бо як печа дар статор ва як печа дар ротор) бештар истифода меёбанд.

МЭ ба намудҳои зерин тақсим мешаванд: МЭ бо қутбҳои аён ва МЭ бо қутбҳои ноаён. Дар машинаи қутбҳояшон ноаён бузургии тарқиши ҳавоӣ ва муқовимати магнитии он дар ҳама самтҳо якхелаанд. Дар машинҳои қутбҳояшон аён бузургии тарқиши ҳавоӣ ва муқовимати магнитӣ дар тирҳои арзиви тӯли якхела нестанд.

Мошинаҳои асинхронӣ ва машинаҳои синхронии суръатшон баланд бо қутбҳои ноаён сохта мешаванд. Мошинаҳои синхронии бисёрқутбаи маълумбуда системаи магнитии аён дар ротор доранд. Системаи магнитии бо

қутбҳои аён муайянбуда дар статор тавсифоти дар машинаи чараёни доимӣ доштаро доранд. Аён муайян будаи конструкцияи қутбҳо дар статор ва ҳамчунин дар ротор ба гурӯҳи индукторҳо ё машинҳои параметри дохил мешаванд, ки дар онҳо табилёбии неру аз ҳисоби тағйирёбии даврии муқовимати магнитии қисми ҳавоии машина ба вучуд меояд. Ба машинҳои чараёни тағйирёбанда инчунин дохил мешаванд машинҳои чараёни тағйирёбандаи коллекторӣ. Дар машинҳои чараёни доимӣ табдилдиҳандаи механикӣ-коллектор метавонад ба коммутатори аз нимноқилҳо сохта шуда иваз карда шавад. Дар машинҳои нимноқила печай ангезонанда асосан дар ротор ҷойгир карда мешавад. Печай машинаи чараёни тағйирёбанда дар статор ҷойгир карда мешавад ва ӯ асосан сефазагӣ мебошад.

Мутобиқ ба таснифоти машинҳои электрӣ аз ҷиҳати конструкция ва усулҳои васл кардан, шартҳои ишорати онҳо аз қисми ҳарфҳои ИМ ва баъд аз он ҷаҳор рақам иборат аст, дохил мешаванд. Рақами аввал – рақами гурӯҳҳо (ҳамагӣ 9 гурӯҳ) дар кадоме аз ин гурӯҳҳо дохил мешаванд машинҳои аз ҷиҳати конструксионӣ иҷрошуда. Дар ҳар кадоми ин гурӯҳҳо машинҳои электрӣ аз ҷиҳати насб намудан фарқ доранд (дуюм ва сеюм рақам дар ишорати шартӣ). Миқдор ва иҷроиши охири навардҳо бо ҷаҳорум рақам ишорат карда мешаванд (Ҷадвали 1).

Бо дараҷаи ҳифзи мутасаддӣ аз расидан ба қисмҳои чараёндор ва ҳаракаткунанда, қисмҳои, ки дар дохили машинаанд ва ворид шудани қисмҳои бегона ба дохили машина инчунин аз ҷиҳати ҳимояи он аз воридшавии об ба дохили машина мутобиқ ба ГОСТ 17494-72 чунин классификатсия карда мешаванд:

- IP – дараҷаи муҳофизат аз нуфузпазирӣ;
- IP00 – машинҳои электрии кушода;
- IP10, 20 – машинҳои ҳимоякардашуда аз дастрасонидан ва ворид шудани қисмҳои бегона;

## Ҷадвали 1. Ишорати шартии мошинҳои намуди ИМ

Ишорати шартии гурӯҳҳо.	Иҷроиши конструкцияи мошина
ИМ 1	Мошина дар поя бо қапқоқи подшипникҳо.
ИМ 2	Мошина дар поя бо қапқоқи подшипникҳо, бо ҳалқапайванд дар шити (ё шитоки) подшипникҳо.
ИМ 3	Мошина бе поя бо шитоки подшипникҳо, бо ҳалқапайванд дар як шити подшипникҳо.
ИМ 4	Мошина бе поя бо шитоки подшипникҳо, бо ҳалқапайванд дар танаи мошина
ИМ 5	Мошина бе подшипникҳо.
ИМ 6	Мошина бо шити подшипниковҳо ва подшипникҳои сутунӣ
ИМ 7	Мошина бо подшипникҳои сутунӣ (бе шитоки подшипникҳо)
ИМ 8	Мошина бо наварди вертикалӣ, ғайр аз гурӯҳҳои 1,2,3,4
ИМ 9	Мошинаи махсусгардонидашуда бо усули васлқунӣ



-IP01 – Ҳимоякардашуда аз қатраҳои об;

-IP11, 21, 12, 22, 13, 23, 43 – Ҳимоякардашуда аз қатраҳои об ва аз дастрасонидан ва ворид шудани ҷисмҳои бегона;

-IP44, 54 – Ҳимоякардашуда аз қатраҳои об ва дастрасонидан, инчунин ворид шудани ҷисмҳои бегона;

-IP55 – Ҳимоякардашуда аз самти об, дастрасонидан, ворид шудани ҷисмҳо ва ҷанги зараровар;

-IP56 – Ҳимоякардашуда аз лаппиши оби баҳр дар кишти, дастрасонидан, фаромадани ҷисмҳои бегона ва ҷанги зараровар;

-IP57 – Ҳимоякардашуда аз ворид шудани об ба дохили мошина дар мавриди ба муддати кӯтоҳ ворид кардани мошина ба об;

-IP58 – Ҳимоякардашуда аз ворид шудани об ба дохили мошина дар мавриди дуру дароз ворид кардани он ба об.

Ба ғайр аз ин мошинҳои истехсол мешаванд ки барои кор дар муҳити тарканда ва дар шароити боду ҳавои махсус истифода мешаванд:

- мошини Ҳимоякардашуда аз тарқиш, ки пешбинӣ шудаанд барои кор дар муҳити тарканда ва ҳамин тавр баргараф кардани оташ, кадоме дар мавриди тарқиши газҳо дар дохили мошина оташ пайдо мешавад ва онро ба берун баромада наметавонад.

- аз намнокӣ Ҳимояшуда-барои кор дар мавриди баланд будани намнокӣ;

- аз хунокӣ Ҳимояшуда-барои кор дар мавриди ҳосил гаштани шабнам;

- ниғаҳдории химикӣ (Химостойкая) – барои кор дар мавриди таъсири реагентҳои химиявӣ;

- тропикӣ – барои кор дар мавриди пайдо шудани мағори замбӯруғӣ.

Аз ҷиҳати хуноккунӣ МЭ метавонанд бо якҷанд ҳосиятҳо тақсим шаванд. Мошинаҳо вобаста ба доштан ва ё надоштани ҳавотиякҳои махсус тақсим карда мешаванд:

а) мошинҳои бо хунуккунии сунъӣ, кадоме боздихандаи (вентилятор-шамолдиханда) ҳавотияк надорад. Ин намуд хунуккуни истифода меёбанд дар мошинҳои кушода:

в) мошинҳои бо хункунаки сунъӣ аз ҳисоби шамолдиҳаки кашанда ё ин ки шамолдиҳаки воридкунанда. Онҳо дар навбати худ тақсим мешаванд:

- ба мошинҳои худшамолдиханда кадоме дорони шамолдиханда дар навард мебошад;

- ба мошинҳои бо ҳавотияки новобаста, шамолдиҳаке, ки бо воситаи дигар муҳаррикҳо ба қор дароварда мешаванд.

Вобаста ба он, ки кадом қисмҳои МЭ бо хунуккунии табиӣ шамол дода мешавад, ҷудо мешаванд:

а) мошинаи шамолгиранда – мошинаи маҳкам, дар кадоме хунуккунии маҷбури пешбинӣ шудааст, танҳо барои масоҳати берунаи мошина;

в) шамолдихандаи мошинаҳо – ҳимояшуда ё ин ки мошинаи руст, дар кадоме ҳаво аз берун ворид карда мешавад, масоҳатҳои гармшудаи қисмҳои фаъолро мешӯяд ва баъдан ба берун партофта мешавад.

Вобаста аз он, ки кадом мавод ба сифати хунуккунанда истифода меёбад, тақсим мешаванд ба мошинаҳои ҳавой, водородӣ, рағанӣ ва обӣ. Дар як мошина якчанд намуди хунуккуни метавонанд истифода ёбад.

Агар хунуккуни дар мавриди буғшавии моеъ ба амал оварда шавад, он гоҳ усули хунуккуни буғшавӣ ном дорад.

Вобаста ба усули хунуккуни печаҳо тақсим мешаванд:

а) хунуккунии сунъӣ, дар кадом маврид газ ё ин ки моеъи хунуккунанда бо печаҳо алоқа надорад;

в) хунуккунии бевосита, дар кадом маврид гази хунуккунанда ё ин ки моеъ алоқа дорад бо печаҳо, ё ин ки бо ҷӯякҳои маҳсус ҷори мегардад.

Ҳамин тавр, мошинҳои электрӣ, алалхусус муҳаррикҳои асинхронӣ яке аз элементҳои системаи энергетикӣ ё ин ки дастгоҳ буда метавонад. Бинобар ин барои мутахассисон,

кадомҳое дар системаи истифодабарӣ ва ҳамчунон дар самти истехсоли мошинҳои электрӣ амал менамоянд зарур аст донишҷӯ назарияи мошинҳои электрӣ ва фаҳмидани равандҳои физикавӣ электромагнитӣ, механикӣ ва гармӣ, кадомҳое дар баробари фаҳмидани амали мошинаҳо боз дар озмоишгоҳҳо дар амал фаҳмидани кори мошинҳо, зарур мебошад.

### Саволҳои санҷишӣ

1. Таърифи мошинаи асинхрониро фаҳмонед?
2. Сохти конструксионии мошинаи асинхронӣ ва маводҳое, ки барои соختани мошинаи асинхронӣ истифода мешаванд муҳокима кунед.
3. Тарзи кори муҳаррики асинхрониро нақл кунед.
4. Моҳияти мошинаи асинхрониро дар системаи таъминоти неруи механикӣ муҳокима кунед.
5. Ҳосил шудани майдони магнитии даврзанандаро дар статор фаҳмонед.
6. Мафҳуми мошинаи асинхронии одиро муҳокима намоед.
7. Мафҳуми шиддати расиши кӯтохро мувофиқи ГОСТ шарҳ диҳед.
8. Мушаххасияти гашти холиро таҳлил намоед?
9. Мушаххасияти расиши кӯтохро таҳлил намоед?
10. Сабабҳои пайдо шудани талафи иқтидорро дар муҳаррикҳои асинхронӣ шарҳ диҳед.
11. ККФ ва бузургии максималии онро вобаста аз иқтидори муҳаррик муҳокима кунед.
12. Хусусиятҳои моддаҳои ферромагнитиро шарҳ диҳед.
13. Фарқияти роторҳои расиши кӯтоҳ ва фазавиро фаҳмонед.