

## **БОБИ ЧАҲОРУМ**

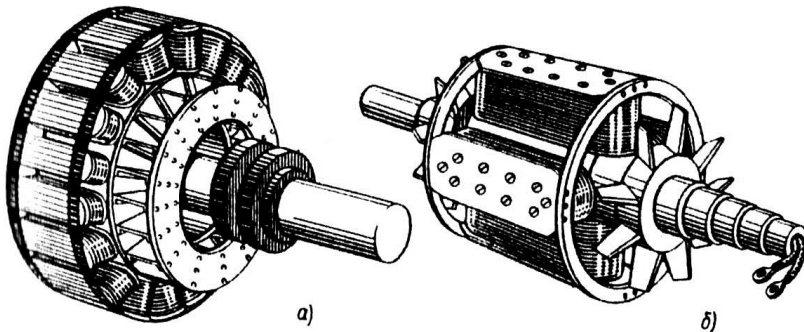
### **4. КОНСТРУКЦИЯ ВА СХЕМАИ ПЕЧАҲОИ МОШИНИ АСИНХРОНӢ**

Дар мошинҳои электрии замонавӣ бештар истифода меёбанд печаҳои намуди дойирашакл (кутбҳои хархела дошта). Ноқилҳои ин намуд печаҳо қад қад тарқиши ҳавоии мошина ҷойгир буда ноқили магнитии статор ва роторро дарбар намегиранд. Дигар намуди печаҳо танҳо дар баъзе намудҳои мошинҳои махсус истифода меёбанд [1].

#### **4.1. Намуди печаҳо ва изолятсияи онҳо**

Печаҳо метавонанд якҷоякардашуда ё ин ки тақсимшуда бошанд. Дар печаҳои якҷоякарашуда печҳое, ки кутбро ташкил медиҳанд, ба як ғалтаки бисёрпеча муттаҳид карда шудаанд, кадоме ба дилаки ферромагнитӣ шинонида мешаванд. Кутбҳое, ки ғалтакро бо дилакаш ташкил медиҳанд печаи муайяншуда номида мешавад.

Печаи якҷоякардашудаи кутбҳои мошини ҷараёни длӣимӣ ва тағйирёбанда якхелаанд нисбат ба схемаи пайваст ва аз ҳамдигар фарқ доранд танҳо бо хосиятҳои конструктивии иҷрошавӣ ва усули маҳкам кардани ғалтақҳо фарқ доранд. Печаҳои ангезонандаи тақрибан ҳамаи мошинҳои ҷараёни доӣимӣ ҳамчун якҷояшаванда иҷро карда мешаванд. Дар мошинҳои ҷараёни тағйирёбанда печаи ангезонандаи мошини синхронӣ бо басомади даврзании на калон аз 1500 гард/дақиқа. ҳамчун якҷоякардашуда сохта мешаванд. Ин намуд мошинаҳоро мошинаи кутбҳояшон айён нишондодашуда дар ротор ва ё мошинаи кутбҳояшон айён дар ротор (расми 4.1).



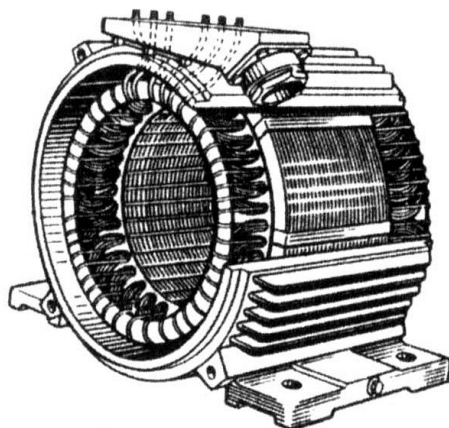
Расми 4.1. Ротори мошинаи синхронии бо қутбҳои айён :  
*а — бисёрқутба; б — чаҳорқутба*

Тақсимшавии печаҳо иборат аст аз ғалтакҳо бо нисбатан миқдори на он қадар калони печаҳо дар ҳар яки онҳо (дар мошинҳои иқтидорашон калон – то як-ду печа дар ғалтак). Ғалтакҳоро мунтазам дар дарозии давраи таркиши ҳавоӣ дар чӯякҳои статор ва ё ротор ҷойгир мекунанд (расми 4.2). Ғалтакҳоро байни ҳамдигар чунон пайваст мекунанд, ки онҳо мисли қутбҳои ноайёни мошинро ташкил диҳанд.

Печаи тақсимшуда қабул шудааст дар статор ва ротори фазагии мошини асинхронӣ, дар статори мошини синхронӣ, дар якори мошини ҷараёни доимӣ ва дар ротори мошинаи синхронӣ ки суръати давраш ба 3000 гард./дақиқа баробар аст. Дар баъзе конструкцияҳои мошинҳои ҷараёни доимӣ печаи ангеzonанда метавонад ҳамчун печаи тақсимшуда бошад.

Ғалтакҳои печаи тақсимшударо бо воситаи ноқилҳо печонида мешаванд (расми 4.3). Қисми рости печаҳоро, ки дар чӯякҳо ҷойгиранд, қисми чӯякӣ номида мешаванд; қисми печаҳои қачшударо, кадомҳое қисми чӯякии печаҳоро бо ҳам пайваст мекунад-қисми пешонавии печа меноманд. Ҳамин тариқ ғалтак – қисми чӯяки ва пешонавии худро ғалтакҳо доро мебошад. Қисми қачшавии пешонавии печаҳоро ҳамчун каллачаи ғалтакҳо меноманд, саршавӣ ва охири ноқилҳои

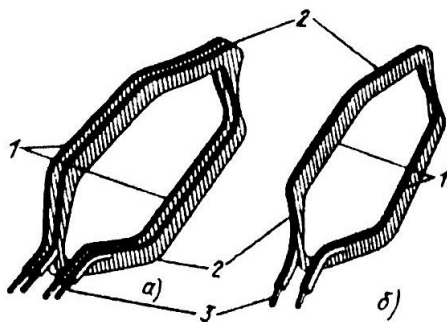
печаро, ки ҳамчун ғалтак печонида шудааст-қисмҳои воридотию содироти ғалтак меноманд.



Расми 4.2. Статори мошини ҷараёни тағйирёбанда бо печай тақсимшуда

Тарафи ғалтакҳои печай тақсимшуда метавонанд ҷӯякро пурра ва ё нисфи онро пур кунанд (расми 4.4). Дар мадди аввал печаҳоро якқабата ва дар мадди дуюм дуқабата меноманд, чунки тарафҳои ғалтакҳо дар ҷӯякҳо дар ду қабат ҷойгиранд: як қабат дар поёни ҷӯяк-қабати поёни, дуюмин дар нимаи болой-қабати болой.

Баъзе намуди печаҳоро на аз ғалтакҳо, балки аз стерженҳо-печай стерженӣ тайёр мекунанд (расми 4.5). Ҳар як стержен метавонад ҳамчун ғалтак бошад, ба ду қисм аз нимаи як ҷӯяк ва ду нимаи ҳархелаи қисми пешонавӣ. Ҳалқаи печай стерженӣ ҳосил мегардад баъди ҷо ба ҷо кардани печаҳо ва ҷӯякҳо ва пайвасти саршавии стерженҳо бо ҳамдигар. Дар ҳисобу китоб ва схемаи стерженҳои печаҳо дида баромада мешавад ҳамчун як печа дар ғалтакҳо.

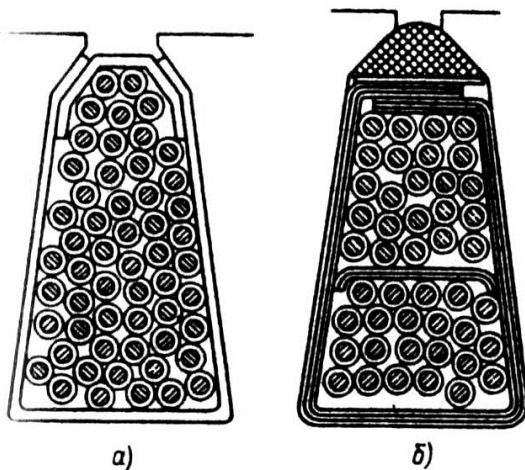


Расми 4.3. Ғалтаки печаҳояш тақсимшуда аз ноқили  
росткунчашакл:

*a* — тақсимшуда; *б* — яклухт;

*1* — қисми чўякҳо; *2* — қисми пешонавии печаҳо;

*3* — охирҳои печаҳо



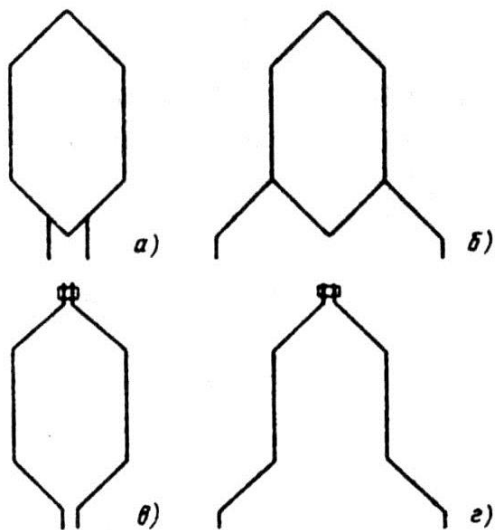
Расми 4.4. Бурриши арзии чўяки ниммахками статори  
печаҳояш аз ноқили даврашакл:

*a* — мошини иқтидораш хурд, печай якқабата;

*б* — мошини иқтидораш миёна, печай дуқабата.

Баъзе намуди печахро на аз ғалтакҳо, балки аз стерженҳо-печаи стерженӣ тайёр мекунанд (расми 4.5). Ҳар як стержен метавонад ҳамчун ғалтак бошад, ба ду қисм аз нимаи як чӯяк ва ду ними ҳархелаи қисми пешонавӣ. Ҳалқаи печаи стерженӣ ҳосил мегардад баъди ҷо ба ҷо кардани печаҳо ва чӯякҳо ва пайвасти саршавии стерженҳо бо ҳамдигар. Дар ҳисобу китоб ва схемаи стерженҳои печаҳо дида баромада мешавад ҳамчун як печа дар ғалтакҳо.

Дар самти қатшавии қисми пешонавии ғалтакҳо ё ин ки стерженҳо, кадомҳое муайян менамоянд пай дар пай пайвастшавии онҳоро, фарқ мекунанд печаҳои ҳалқавӣ ва мавҷмонанд (нигаҳ кунед ба расми 3.5).



Расми 4.5. Ба намуди схемавӣ нишон додани қисмҳои печаи ғалтаки:

*a* — ҳалқавӣ; *b* — мавҷмонанд, печаҳои стерженӣ;  
*v* — ҳалқавӣ; *z* — мавҷмонанд

Қариб ҳама печаҳои мошини электрикӣ бо ноқилҳои изолятсиякардашуда печонида мешаванд. Дар баъзе мавридҳо

барои печаҳо ноқилҳои росткунҷашакли беизолятсия ё ин ки миси росткунҷашакл, дар кадомҳое изолятсия гузошта мешавад (пошида мешавад) дар мавриди тайёр намудани печаҳо, истифода мешавад. Танҳо печаҳои сарбастаи ротори муҳаррики асинхронӣ ва печаи демпферӣ ё ин ки печаҳои ба қор дароварандаи мошинаи синхронӣ изолятсия надорад. Стержни ин печаҳо гузошта мешаванд дар ҷӯякҳои изолятсиякарданашудаи ноқили магнитӣ ва дар бештар муҳаррикҳои асинхронии иқтидорашон то 300...400 кВт ба ҷӯякҳои алюминий ё ин ки хулаи обкардашудаи ўро мерезанд.

Ба изолятсияи мошинҳои электрӣ якҷанд талабот гузошта мешавад, мақсад аз он ташкил намудани қори боваринокӣ мошина дар тамоми ҷаҳли қори истифодабарии он. Маводи изолятсия, пеш аз ҳама бояд мустаҳкамии электрикиро доро бошад, барои пешгирии расиши кӯтоҳ дар печаҳои ғалтакҳо ба қисми оҳанини мошина ва байни ҳамдигар. Барои пешбинӣ намудани ин талабот изолятсия бояд дорои хуби гузаронандагии гармиро дошта бошад, чунки гармии ҳосилшаванда дар ноқилҳои печаҳо гармиро барзиёд аз меъёр оварда метавонад изолятсияи электрикии онро суст намояд. Ба ғайр аз ин, изолятсияи печаҳо дар зери таъсири қувваҳои механикӣ кадоме дар раванди ҷойгиркунии печаҳо дар ҷӯякҳо пайдо мешаванд, инчунин дар вақти қори мошина дар зери таъсири намнокӣ, парҳои равшан ва дигар газҳо кадомҳое мошинаро дарбар мегиранд, бояд хосиятҳои электрикии худро бад нақунанд. Ин талаботи зарурияти дар изолятсия будани мустаҳкамӣ аз гармӣ ва қувваҳои механикӣ, мустаҳками аз намоиш ва равшан ва дигаронро муайян менамояд.

Нисбат ба ҳуди пешбинишудаи функционалӣ изолятсияи печаҳо тақсим мешаванд, ба корпусӣ-изолятсияи берунаи ғалтакҳо, кадоме онҳоро аз танаи ҷӯякҳо дар дилакҳо (изолятсияи ҷӯякӣ) ва аз дигар қисмҳои оҳанинӣ мошина изолятсия мекунад (изолятсияи пешонавии қисмҳои ғалтак); изолятсияи байнифазаӣ – ғалтакҳои ҳар як фазаро аз

хамдигар изолятсия мекунад; ҳалқавӣ- ҳар як ҳалқаи печаро аз ҳамдигар изолятсия мекунад; ноқили-ҳар як ноқили печакоро аз ҳамдигар изоятсия мекунад. Ҳар кадом аз ин намуд изолятсияҳо конструкия махсуси худро доранд ва ба ҳар яки онҳо талаботи гуногун гузошта мешавад.

Дар намуди умум ғафси ва конструкияи ҳама намуд изолятсияҳо муайян карда мешавад вобаста ба муқаррароти функционалӣ, сатҳи шиддати номиналии мошина, тип ва шароити истифодабарии онҳо, барои кадомҳое ин мошина пешбини шудааст.

Дар шароити бисёр вазнини истифодабарӣ пешбини шудааст истифодаи изолятсияи корпусии қисми чӯякҳои ғалтаки печакҳо. Андозаи чӯяки маҳдудкардашуда меоварад ба зарурияти иҷро намудани изолятсияи чӯякҳо ба намуди қисми тунуки аз ҷиҳати устувории механикӣ баланд, ки ба ҳамаи талаботи дар боло зикргардидаи изолятсияи мошинҳои электрӣ, яъне ба устувории электрикӣ ва механикӣ, гармигузаронандаги ва ғайра. Маводи изолятсионии замонавӣ метавонанд изолятсияи чӯякҳои мошинаи электроиро бо шиддати номиналии то 660 В бо ғафсии на калон аз якчанд даҳяки миллиметр ба ҳар як тараф, ва дар мошинҳои шиддати номиналиашон баланд бо ғафсии на калон аз якчанд миллиметр ба ҳар тараф, иҷро намоянд.

Изолятсияи танай мошина аз ҷиҳати конструсионӣ метавонад пай дар пай ва ё ба намуди гилза (найчаи папирос) бошанд. Изолятсияи пай дар пай метавонад бо материалҳои лентавии изолятсионӣ ноқили ғалтакро ба тамоми дарозияш печонад, масалан бо микалента, микалентаи шишагӣ ё ин ки бо лентаи микалентагии шишагии ширечӣ. Асосан лентаи изолятсионӣ печонида мешавад ҳамчун нимқабата якчанд қабат, микдори қабат вобаста аст аз бузургии шиддати номиналии мошина. Дар бисёр мавридҳо конструкия баъди гузоштани лента изолятсияи он ҷаббонида мешавад бо ҳайати изолятсионӣ-локҳо ва ё компаундҳои барои сохтани қисми

изолятсияи яулухт ва зиёд кардани гармигузаронандагӣ ва устувории механикӣ.

Изолятсияи гилзавӣ ҳосил мегардад бо печонидани қисмҳои рости қисмҳои чӯякҳои галтакро бо варақаҳои васеи маводи изолятсионӣ баъдан бо гарми ҳамвор кардани қисми гузошташуда (гилзаи мулойим) ё ин ки бо гарми ҳамвор кардан, пресс кардан ва пухтан (гилзаи сахт). Дар қачии қисми пешонавии ғалтак бо изолятсияи гилзавӣ гузошта мешаванд изолятсияи лентавии бефосила.

Бефосила ва изолятсияи гилзавӣ истифода меёбад барои печакҳои ҳама мошинҳои шиддаташон 3000 В ва зиёд, дар печакҳои якори мошини чараёни дойимии иқтидорашон калон, печакҳои мавҷмонанди намуди стерженӣ дар роторҳои фазавии муҳаррикҳои асинхронӣ, инчунин дар мошинҳои махсус, масалан мошинҳои ба намноки тобовари шиддаташон гунногун.

Қисми чӯякии печакҳои мошини шиддаташ то 6000 В изолятсия мекунад бо қуттиҳои аз як ва ё ду қабат материалҳои изолятсионӣ – пленкосинтокартон, электронит, имидофлекс ва монанди онҳо. Қуттиҳои чӯяки гузошта мешаванд дар чӯякҳо то гузоштани печакҳо. Онҳо наметавонанд хизмати пурраи изолятсия корпусиро иҷро намоянд дар мошинҳои шиддаташон баландтар.

#### **4.2. Конструкция ва тайёр намудани печакҳои статорҳои мошини чараёни тағйирёбанда**

Печакҳои мошинҳои электрӣ, ки аз ноқилҳои печакҳои давршакл ва ё чоркунҷашакл иҷро карда мешаванд, вобаста ба иқтидори худ, шиддати номиналӣ ва шароити қорӣ худ иҷро карда мешаванд. Ин муайян менамояд ҳамчунин намуди чӯякҳои ноқили магнитии мошинро ва конструкцияи худӣ печакҳо ва изолятсияи онҳоро.



## **Печа аз ноқилҳои даврашакл**

Дар мошинҳои, ки шиддати номиналиашон то 660 В ва иқтидорашон то 100 кВт мебошанд, печачо тайёр карда мешаванд аз ноқили даврашакл ва ҷой карда мешаванд ба ҷӯякҳои нимрусти трапесиодалӣ (нигар ба расми 4.5). Дар вақти дасти гузоштани печачо ноқилҳои пешаки ба намуди ғалтакҳои тайёр карда шударо ба ҷӯякҳои нимрусти ноқили магнитӣ ҷой карда мешавад, бо навбат онҳоро аз байни шлицҳои ҷӯякҳои гузаронида ҷой мекунанд, “андохташуда”. Бинобар ин ин намуд печачоро печачи андохташуда меноманд.

Дар вақти печачоро бо воситаи мошина ҷойгир намудан, вобаста ба намуди дастгоҳҳои печачо ҳар як печачи ғалтак ё ин ки бевосита ба ҷӯякҳои ҷойгир карда мешаванд. Ё ин ки печонидани якҷад ғалтакҳоро тайёр менамоянд ва баъдан онҳоро аз ҷониби нуги ноқили магнитӣ ба ҷӯякҳои ҷойгир мекунанд. Ин корҳоро дастгоҳҳои печонидан ба намуди автоматӣ ё ин ки нимавтоматӣ тайёр мекунанд [2].

Диаметри калонтарини ноқилҳо, ки барои истифодабарии печачи “андохташуда” истифода меёбанд, на калон аз 1,8 мм, чунки ноқилҳои диаметрашон калон дорои мустаҳкамии калон мебошанд ва баъд дар ҷӯякҳои ҷойгир мешаванд. Бурриши арзии самараноки лозимаи ноқилро бо тайёр кардани печачо аз якҷанд ноқилҳои бурриши арзиашон хурдтар, таъмин кардан мумкин аст.

Дар тайёр намудани мошин барои кам намудани миқдори ноқилҳои элементарӣ печаро бо якҷанд шохаҳои параллелӣ интихоб мекунанд.

Мисолҳои конструкисияи изолятсияи печачо аз ноқилҳои даврашакл дар табл. 4.1 ва 4.2 оварда шудаанд. Қисми ҷӯякии печачо изолятсия карда шудаанд бо воситаи қуттиҳои аз пленкослюдопласт сохташуда ё ин ки аз ду қабати материалҳои гунногун, масалан, пленкосинтокартон ва электронит. Дар печачои дуқабата байни печачои болои ва поёни як қабат изолятсия гузошта мешавад, ки бари он каме

зиёд нисбат ба чӯяк мебошад. Охирҳои қабати прокладка, ки ба поён қат карда шудаанд онро ҳимоя мекунад аз ҳосилшавии лағжиши ноқилҳои як қабат аз дигар қабат.

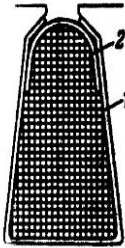
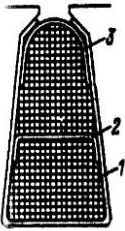
Дар таги чӯякҳои бисёр мошинҳо бо печайи дуқабата прокладка гузошта мешавад он барои ниғаҳдории маводи кутии чӯякҳо аз вайроншавӣ дар мавриди зич ҷойгир кардани ноқилҳо дар мавриди гузоштани он дар ноҳамвориҳои таги чӯякҳо, кадомҳое пайдо мешаванд аз сабаби ҳадди тағйироти андозаҳои технологӣ дар мавриди штамповка ва шихтовка кардани дилакҳо.

Ноқилҳои печай дар чӯякҳо бо фонаҳо аз текстолит маҳкам карда мешаванд. Дар таги фона прокладка гузошта мешавад аз маводи мустаҳками механикии изолятсионӣ, ки вайроншавии охири кутии чӯякиро дар мавриди фоназанӣ чӯякҳо ниғаҳ меорад. Ба ҷои фонаҳо (табл.4.1), печай метавонад мустаҳкам карда шавад бо истифода аз болопӯши чӯякҳо. Қапқоқи чӯякҳо якбора дар дастгоҳҳои печонанда бо печонидани ғалтакҳо гузошта мешаванд. Баъди ҷаббонидани печайҳо бо локҳо қапқоқи чӯякҳо мустаҳкам ва саҳт карда мешаванд ва дар ҳамин маврид қапқоқҳо ҳаҷми камтарро нисбат ба фонаҳо мегиранд, ки ин ба дуруст пур карда шудани чӯякҳо меоварад.

Дар мавриди ҷойгир кардани печайи “андохташуда” ноқилҳои даврашакл наметавонанд пешаки ҷои муайянро дар чӯяк дошта бошанд ва дар он ихтиёран ҷойгир мешаванд. Бинобар ин дар печайи изолятсияи маҳсули ҳалқавӣ нест. Функсияи вайро изолятсияи ноқили печонанда, яъне изолятсияи ноқилҳо иҷро менамояд. Печаро аз ноқилҳои даврашакл истифода мебаранд дар мошинҳои иқтидорашон на он қадар калон, дорой андозаҳои хурд ва миқдори бисёри печайҳо, шиддати байнашон зиёд аз якҷанд волт аст. Мустаҳкамии электрикии изолятсияи ноқилҳо дар ин намуд печайҳо метавонанд бо қадри кофӣ барои ниғаҳ доштани мустаҳкамии кории мошина хизмат намоянд. Изолятсия

байнифазавай дар қисми чўяки печай дуқабата метавонанд прокладкаи байни қабатҳо бошанд. Қисми пешонавии печа изолятсияи корпусӣ надорад, вале изолятсияи байнифазавай гузошта мешавад. Байни гурӯҳҳои ғалтакҳо ба намуди изолятсияи фигуравӣ, аз маводи варақавӣ ба намуди қисми пешонавӣ бурида мешавад.

**Ҷадвали 4.1. Изолятсияи якқабатаи печаҳои статори муҳаррики асинхронӣ бо баландии тири даврзанада то 250 мм ва шиддати то 660 В**

Расм	Намуди печа	Баландии тири даврзанада, мм	Мавқеи	Номгуи маводи изолятсионӣ (пленкостеклопласт)		Ғафсии материал, мм	Ғафсии яктарафа, мм
				Дараҷаи гарминихадорӣ			
				В	Ф Н		
	Якқабата	50...80	1	Изофлекс	Имидофлекс	0,2	0,2
			2			0,3	0,3
		90...132	1	Ҳамчунин	Ҳамчунин	0,25	0,25
			2	0,35	0,35		
		160	1	«	«	0,4	0,4
			2	0,5	0,5		
	Дуқабата	180...250	1	«	«	0,4	0,4
			2			0,4	0,4
			3			0,5	0,5
		0					

**Чадвали 4.2. Изолятсияи якҷабатаи печаҳо аз нокилҳои даврашакли статори муҳаррики асинхронӣ бо баландии тири даврзананда  $h \geq 280$  мм, дар шиддати то**

\* Ба печа

\*\* Ба деворҳои чӯяк

Эзоҳ. Прокладкаи байнифазаӣ дар қисми пешонави аз лакотканислудопласт иҷро карда мешавад.

660 В Расми	Мав кеъ	Материал						Ғафсии изоляцияи яктарафа, мм		
		Номгӯӣ, марка			Ғафсӣ, мм					
		Дараҷаи гарминигаҳдорӣ						Дараҷаи гар- минигаҳдорӣ		
		В	Ғ	Н	В	Ғ	Н	В	Ғ	Н
	1*	Пленкосинтокар- тон								
		ПС К-Л	ПСК -Ф	ПСК -Н	0, 25	0,28	0,28	0, 25	0,28	0, 28
	2* *	Электронит			0, 3	0,3	0,28	0, 3	0,3	0, 28
	—	Ғафсии умумии изоляцияи чӯякҳо			0, 55	0,58	0,56	0, 55	0,58	0, 56
		Лакотканислудо- пласт								
	3	ГИТ - ЛСБ - ЛС Л	ГИП - ЛСП - ЛСЛ	ГИК - ЛСК - ЛСЛ	0, 55	0,55	0,55	0, 55	0,55	0, 55
		Пленкосинтокар- тон								
	4	ПС К-Л	ПСК -Ф	ПСК -Н	0, 25	0,28	0,28	0, 25	0,28	0, 28
	5	ПС К-Л	ПСК -Ф	ПСК -Н	0, 25	0,28	0,28	0, 25	0,28	0, 28

### Саволҳои санҷишӣ

1. Барои чӣ дар мошинаҳои асинхронӣ печаҳо мавҷуданд?
2. Барои сохтани печаҳои статори мошинаи асинхронӣ кадом маводҳоро истифода мебаранд?
3. Печаҳои статори мошинаи асинхронӣ чанд градуси геометрӣ ва градуси электрикиро ташкил дода метавонанд?
4. Барои чӣ мошинаҳои асинхронӣ дар будани се фазаи ҷараёни тағйирёбанда амал карда метавонанд?
5. Мухаррикҳои асинхронии якфаза чӣ фарқият доранд аз мушаррики сефаза ва барои чӣ?
6. Дар статори мушаррики асинхронӣ камтарин чанд ҷӯяк буда метавонад ва барои чӣ?
7. Барои чӣ печаҳои ротор доимо сарбаста бояд бошанд, сабабҳои онро таҳлил намоед.
8. Ротори фазавӣ аз ротори расиши кӯтоҳ чӣ фарқиятҳо дорад ва ин фарқиятҳо барои чӣ лозиманд.
9. Дар мушаррики асинхронии ротораш фазавӣ чанд ҳалқаи контактӣ мавҷуд аст, ва барои чӣ?
10. Ҳалқаҳои контактӣ дар кадом қисми мошина ҷойгиранд ва аз танаи мошина изолятсия шудаанд ё ки не?
11. Печайи ротори мошинаи асинхронии ротораш фазавӣ аз кадом мавод сохта мешаванд ва барои чӣ?
12. Бо кадом усул сурати гашти мушаррики асинхронии ротораш фазавиро тағйир додан мумкин аст?
13. Сурати гашти холии мушаррики асинхронӣ аз ҷиҳод вобаста аст?
14. Печаҳои ротори фазавии мошинаи асинхронӣ аз кадом мавод сохта мешаванд ва барои чӣ?