

КАСІПТІК БІЛІМ БЕРУ

М.М.КАЦМАН

ЭЛЕКТР ЖЕТЕК

*Оқу бағдарламаларын іске асыратын оқу орындары
орта кәсіптік білім оқу үрдісінде қолдануға арналған оқулық ретінде
«Білім беруді дамытудың федералды институты»
Федералдық мемлекеттік автономды мекемесімен
ҰСЫНЫЛҒАН*

*Пікірдің тіркеу номері 757
7- басылым, стереотипті*



**«Академия» баспа орталығы
2014**

ӘОЖ 62-83(075.32)
КБЖ 31.291i723
К30

Бұл кітап Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі және «Кәсіпқор» холдингі» КЕАҚ арасында жасалған шартқа сәйкес ««ТЖКБ жүйесі үшін шетел әдебиетін сатып алуды және аударуды ұйымдастыру жөніндегі қызметтер» мемлекеттік тапсырмасын орындау аясында қазақ тіліне аударылды.
Аталған кітаптың орыс тіліндегі нұсқасы Ресей Федерациясының білім беру үдерісіне қойылатын талаптардың ескерілуімен жасалды.
Қазақстан Республикасының техникалық және кәсіптік білім беру жүйесіндегі білім беру ұйымдарының осы жағдайды ескеруі және оқу үдерісінде мазмұнды бөлімді (технология, материалдар және қажетті ақпарат) қолдануы қажет.
Аударманы «Delta Consulting Group» ЖШС жүзеге асырды, заңды мекенжайы: Астана қ., Иманов көш., 19,
«Алма-Ата» БО, 809С, телефоны: 8 (7172) 78 79 29, эл. поштасы: info@dcg.kz

Пікір берушілер:
Өнертапқыштар академиясының толық мүшесі,
акад. *И. С. Туревский* (Автомобиль саласы бойынша колледж);
техн. ғылымының канд. *В. Н. Ларионов* (И. Н. Ульянов
ат. Чуваш мемлекеттік
университеті)

Оқулық электрожетек теориясын және басқарудың негіздерін сипаттайды, ол «Электрожетек» курсының дәстүрлі мазмұнын құрайды. Оқулық электр қозғалтқышының сипаттамалары мен параметрлерін есептеу және электр қозғалтқыштарын таңдауға байланысты есептеулермен қатар жүреді. Релелік-контакторлық басқарудың типтік тізбектерінен басқа, электр жетектерін басқарудың негіздерін сипаттау кезінде заманауи электр жетегінің негізін құрайтын элементтерді пайдаланатын ашық және тұйық цикл автоматты басқару схемалары қарастырылады.

Оқу құралы РМ.01 кәсіби модулін меңгерген кезде қолданыла алады. «Электр және электромеханикалық жабдықты жөндеу және техникалық қызмет көрсетуді ұйымдастыру «Электрлік және электромеханикалық жабдықтарды техникалық пайдалану және техникалық қызмет көрсету» мамандығы бойынша (MDK.01.01)» орта кәсіптік білім беру мекемелерінің студенттеріне арналған.

ӘОЖ 62-83(075.32)
КБЖ 31.291i723

ISBN 978-601-333-357-1 (каз.)
ISBN 978-5-4468-1304-9 (рус.)

© Светова Т.И. — М.М. Кацманның мұрагері, 2011
© «Академия» білім беру –баспа орталығы, 2011
© Безендіру. «Академия» баспа орталығы, 2011

Алғы сөз

Оқулық электржетектің теориялық негіздерін және электр жетектерін автоматтандырылған басқару негіздерін қарастырады, олар «Электр жетегі» курсының дәстүрлі мазмұнын құрайды. Осы мәселелерді ұсыну қазіргі заманғы электр жетегінің негізін құрайтын элементтер мен құрылғылардың қолданылуына негізделген.

Кітап ағымдағы оқу жоспарына сәйкес жазылған және «Электржетек» пәнін оқып-үйренетін мамандықтар бойынша орта кәсіптік білім беретін оқу орындарының оқушылары үшін оқулық ретінде қарастырылады.

Кітапта негізгі назар аударылатын мәселелердің физикалық мәнін ашуға және оларды қол жетімді түрде ұсынуға аса мән берілген.

«Электржетектің теориялық негіздері» оқулығының бірінші бөлімі электржетектің механикасы, жұмыс режимдері, сипаттамалары, басқару әдістерін, іске қосу және тежеу, DC және AC электр қозғалтқыштары бар электр жетектеріндегі өтпелі режимдерді қамтиды.

Екінші бөлімде «Электр жетектерін басқару», автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінің басқару аспаптары мен оқу алдындағы оқу құралдары қарастырылған.

Релелік-контакторлық басқарудың типтік сұлбаларымен қатар автоматтандырылған басқарудың аналогтық және релелік жолдарының ашық және жабық тізбектері қазіргі заманғы электр жетегінің негізін құрайтын элементтер мен құрылғыларды пайдалану арқылы көрсетіледі; электр жетегіндегі энергияны үнемдеу мәселелері қаралды.

Оқулықта электр жетегінің сипаттамалары мен параметрлерін есептеу кезінде проблемаларды шешудің жеткілікті саны қарастырылған. Әрбір тараудың соңында бақылау сұрақтары берілген.

Ұсынылған курстың таныстыру әдістемесі орта кәсіби білім беру мекемелерінде «Электржетек» пәні бойынша көп жылдық педагогикалық тәжірибеге негізделген.

Кіріспе

Жұмыс машиналары мен механизмдерін қозғалысқа келтіру, кез келген энергияны механикалық қозғалыс энергиясына түрлендіретін жетек-құрылғылар арқылы іске асырылады. Мынандай жетек түрлері бар:

жылулық, онда механикалық энергия отынды жағу арқылы алынған жылу энергиясын, мысалы, ішкі жану қозғалтқышын түрлендіру арқылы алынады;

пневматикалық және гидравликалық, онда механикалық энергия қысылған ауа немесе сұйықтықтың қысымымен шығарылады;

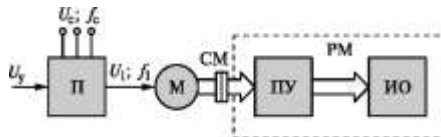
электрлік, онда электр энергиясын түрлендіру арқылы механикалық энергия алынады;

бұлшықет— қолдың (мысалы, қол жебелі) немесе аяқтың (мысалы, велосипедпен).

Барлық аталған жетектердің ішіндегі ең кең таралғаны – электржетегі. Жетектің басқа түрлерімен салыстырғанда электр жетегінің бірқатар артықшылықтары бар: электр энергиясын механикалық энергияға айналдыру процесінің сенімділігі және үнемділігі, электр энергиясын тұтынатын жерді электр қуатымен қамтамасыз ету, электр жетегінің жақсы бейімделу қасиеттері, экологиялық тазалығы.

Электржетек – бұл электр энергиясын айналмалы немесе аударымдық қозғалыстың механикалық энергиясына айналдыратын және өзара әрекеттесетін электромеханикалық энергия түрлендіргішін, механикалық беріліс құрылғысын және басқару құрылғыларын қамтитын электромеханикалық жүйе.

Электр қозғалтқыштарындағы электромеханикалық қуат түрлендіргіштері ретінде бірінші кезекте электр қозғалтқыштары пайдаланылды.



Сурет. В.1. Электржетегінің блок-схемасы

Электржетек жұмыс принципін түсіндіру үшін оның блок-схемасын қарастырайық (Сурет В.1). Басқарушы и_у электр белгісін П

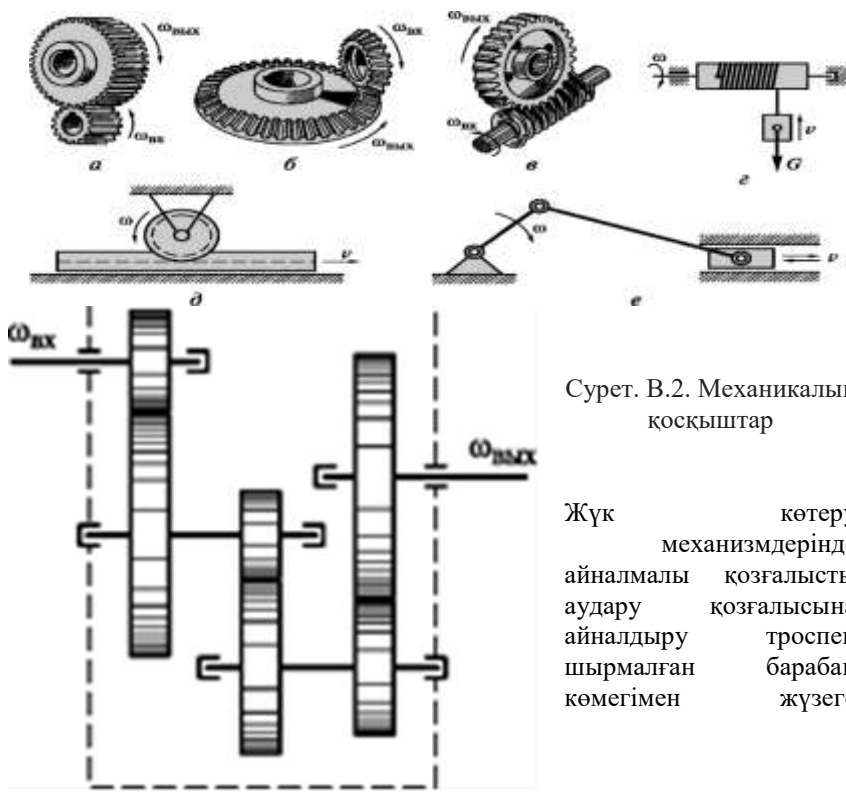


түрлендіргішіне береді, осы белгіге сәйкес ω_y электр энергиясын кернеу мен жиіліктің тұрақты параметрлері M электр қозғалтқышына, U_1 кеуінің қажетті мәндерімен және D жиілігімен электр энергиясын тендіріп беруді жүзеге асырады. M қозғалтқышына берілген электр қозғалысы айнарудың механикалық энергиясына айналады. Механикалық қосылғыш муфта ҚМ көмегімен қозғалтқыш білігінің айналмалы қозғалысы жұмыс машинасына ЖМ (механизмге) беріледі, онда ол механикалық қосылғыш құрылғы ҚҚ арқылы өзіне қажетті айналмалы қозғалысмен оның жылдамдығын алу үшін немесе айналмалы қозғалысты жылдамдағышқа аударуға ауыстырады, содан кейін механикалық энергия технологиялық операцияны орындайтын операциялық машинаның жүрушы органына АО беріледі.

ҚҚ механикалық беру құрылғысы әдетте механикалық берілісті қалдырады, айналдыру жиілігіне сәйкес – айналмалы қозғалыс параметрлерін өзгертуге мүмкіндік береді. Механикалық қосылғыштардың ішінде жиі қолданылатыны: ременьді, тісті цилиндрлік (сур. В.2, а), тісті коникалық (сур. В.2, б), құрт тәрізді (сур. В.2, в) қосылғыштар.

Егер берудің айтарлықтай үлесін алу қажет болғанда $i = \omega_{\text{вых}} / \omega_{\text{вх}}$ редукторды қолданады, ол көп сатылы тісті қозғалтқыш болып табылады (Сурет В.3)

Кейбір қозғалтқыштар механикалық түрлендіргіш құрылғы айналмалы қозғалысты бұрыштық жылдамдықпен $\langle \alpha \rangle$ сызықты жылдамдықпен аударуға бұрандалы жұп арқылы («Бұрандасы»), түрлендіреді,



Сурет. В.2. Механикалық қозғалтқыштар

Жүк көтеру
механизмдерінде
айналмалы қозғалысты
аудару қозғалысына
айналдыру троспен
шырмалған барабан
көмегімен жүзеге

асырылады (сур. В.2, d). Механикалық құрылғыларсыз электр жетектер бар, мысалы, қозғалтқыш білігінің айналуы тікелей қозғалтқышқа (қозғалтқышқа) берілетін желдеткіштің электр жетегі.

Сурет. С.3. Цилиндрлік тісті беріліс қораб

Электржетектерді бақылау басқару жабдығын құрайтын қондырғылар арқылы жүзеге асырылады: коммутация, конверсия, өлшеу және т.б. Белгілі бір схема бойынша қосылып, бұл құрылғы электр жетегін қолмен немесе автоматтандырылған басқаруды қамтамасыз етеді.

Қозғалтқыштан трансферлік құрылғыға механикалық энергияны беру әдісіне, содан кейін жұмыс машинасының атқарушы органына қарай электр жетектері топтық, жеке (бір) және көп қозғалтқыштарға бөлінеді.

Топтық электр қозғалтқышында бірнеше қозғалтқыш машина трансмиссия арқылы бір қозғалтқыш арқылы іске қосылады. Қазіргі уақытта топтық электр жетегінің қолданылуы шектеулі болғандықтан, маңызды кемшіліктер: электр қуатын берудің төмендігі және төмен сенімділігі, топтық электр жетегіне қосылған жұмыс машиналарының әрқайсысын басқарудың күрделілігі.

Жеке электр қозғалтқышында жұмыс машинасы жеке қозғалтқышпен қозғалады. Топтық электр жетегіне тән кемшіліктер болмағандықтан, жеке электржетек кең таралған.

Кейбір жұмыс машиналарында бірнеше атқарушы органдар бар: негізгі және қосалқы. Сондықтан, жеке электр жетегі бар болса да, жұмыс істейтін машинаның механикалық бөлігін бірнеше беру құрылғысы қиындатады. Мысалы, жонғын аспапта негізгі қозғалыс шпиндельдің өңделіп жатқан бұйыммен бірге айналуы болып табылады. және кескіш құралдың дайындаманың осі бойымен қозғалысы қосалқы қозғалыс болып табылады. Жеке электр қозғалтқышы бар болса, мұндай машинаның механикалық бөлігі бастыдан қосалқы қозғалыстарға арналған тетіктер арқылы қиындайды. Бұл кемшіліктер көпқозғақышты жүйеде жоқ,жұмысшы машинаның әрбір атқарушы органы өздерінің жеке қозғалтқышы бар электр қозғалтқышы бар, ол механикалық энергияны оның атқарушы органдары арасында бөлу элементтерін жою арқылы жұмыс машинасының механикалық бөлігін жеңілдетуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл диск жетегі жеке қозғалтқыштармен жабдықталған жұмыс машинасының жекелеген элементтерінің басқарылуын арттыру арқылы автоматтандыруды жеңілдетеді. Көп қозғалтқышты электр қозғалтқышы әдетте бірнеше атқарушы органдармен (крандар, металл өңдеу машиналары және т.б.) кешенді қондырғыларда қолданылады.

Жетек қозғалтқышының түріне қарай, электр жетектері айнымалы ток қозғалтқыштарын (асинхронды немесе синхронды) пайдалану арқылы DC электр қозғалтқыштары мен айнымалы электр жетектерін пайдаланып DC қозғалтқыштарына бөледі.

Электржетектерді басқару келесі операцияларды қамтиды: тұрақты жылдамдықты іске қосу, бақылау немесе ұстап тұру, тежеу, кері айналдыру (кері бағыт), тоқтау. Операциялардың түрлері, олардың реті мен ұзақтығы жұмыс машиналарында іске асырылатын технологиялық процестердің талаптарымен анықталады.

Басқару әдісі бойынша электр жетектері қолмен басқарылатын және автоматты түрге бөлінеді. Қолмен электр жетегіндегі барлық басқару операциялары оператор тарапынан қолмен орындалады. Автоматтандырылған электр жетегіндегі басқару операциялары оператордың қатысуынсыз, яғни автоматты түрде тиісті жабдықты қолдана отырып жүзеге асырылады.

Жоғары энергетикалық параметрлері бар қозғалтқыштарды, реттелетін түрлендіргіштерді және сенімді бақылау жабдықтарын қолданумен автоматтандырылған электржетек шығаруды әзірлеу және енгізу өндірістің еңбек өнімділігі мен сапасын арттыруға ықпал етеді.

БІРІНШІ БӨЛІМ

ЭЛЕКТРЛІК ЖЕТЕКТІҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗІ

1-ТАРАУ

ЭЛЕКТРОНДЫҚ ЖҮРГІЗУ МЕХАНИКАСЫ

1.1. Негізгі ұғымдар

Жұмыс машиналарының атқарушы органдары айналмалы немесе аударымдық қозғалысты орындайды. Дегенмен, электр жетегі элементтерінің қозғалысының басым түрі айналмалы болып табылады, бұл электромеханикалық түрлендіргіштің сапасында электр жетектерінің көпшілігінде шығу білігінің айналмалы қозғалысы бар электр қозғалтқыштарын пайдалану есебінен болады. Сызықтық электр қозғалтқыштары бар, онда қозғалатын бөлік қадамдық қозғалысты орындайды, бірақ мұндай қозғалтқыштар шектеулі қолданысқа ие. Айналмалы қозғалыс жылдамдығын бағалау үшін келесі ұғымдар

қабылданады: айнарудың бұрыштық жылдамдығы және айналу жиілігі n .

Айнарудың бұрыштық жылдамдығы - халықаралық жүйенің (SI) құнының туындысы және радианда секундына өлшенеді (rad / s); Әдетте бұл электржетектің теориялық мәселелерін қарастырады.

Техникалық құжаттамада (каталогтар, анықтамалықтар, техникалық шарттар және т.б.) және практикалық есептеулерде әдетте жылдамдық бірлігіне «минутына революцияны» пайдаланады. Айнарудың бұрыштық жылдамдығы және айналу жиілігі арасындағы тәуелділік:

$$\omega = (2\pi/60)n = 0,105 \, n. \quad (1.1)$$

Электр жетегіндегі процестерді сипаттайтын шамалардың сандық бағалауы үшін 1-қосымшада келтірілген өлшеу бірліктері мен өлшем бірліктері пайдаланылады.

Электр қозғалтқыштарының жұмысы бірнеше параметрлермен сипатталады, олардың ішіндегі ең маңыздысы қозғалтқыш білігінің M (Nm) мен жылдамдығы n (айн / мин) немесе айнарудың бұрыштық жылдамдығы ($\text{рад} / \text{с}$) электромагниттік моменті болып табылады. Бұл параметрлердің арасындағы өзара байланыс, $n = f(M)$ немесе $w = f(M)$ графикалық түрде көрсетілген, электр жетегінің механикалық сипаттамасын білдіреді. Суретте. 1.1 - механикалық сипаттамалардың барынша жақын көрінісі.

Айналмалы қозғалысты жұмыс механизміне ауыстыру кезінде қозғалтқыш осы тетікке қарсылықтың статикалық мезетімен анықталатын қарсылықты сезінеді. КС қарсылықтың статистикалық тұрақтылығы белсенді және реактивті. Белсенді статикалық сәт механизмнің қозғалыс бағытына қарамастан бір өзгеріссіз әрекет етеді. Мұндай сәтте оның бағыты мен шамасы сақталады механизмі, ол бұл механизмнен тәуелсіз сыртқы күштер арқылы құрылады. Мұндай статикалық сәттің үлгісі-көтеру механизмінің кедергісі – жүкарба (В.2, d қараңыз), Кабелде тоқтатылған G жүктемесі арқылы жасалды.

Жүкке тұрақты әсер ететін жердің тартылысының гравитациялық күші, жүкарбаның барабанының айналу бағытына қарамастан тұрақты қарсылықты туғызады; яғни ол жүк көтерілсе де, түссе де, қозғалмаса да күштің әсері тұрақты. Ілінген жүктің массасына пропорционалды қарсылықтың белсенді статикалық жағдайы – m , ол Nm мәнімен де анықталады:

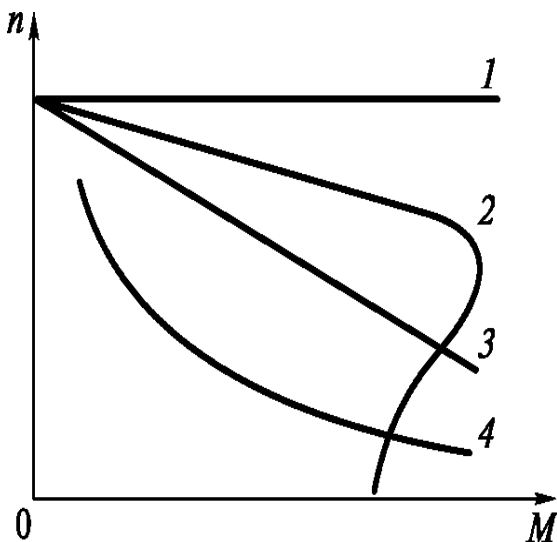
$$M'_c = gm(D_G/2), \quad (1.2)$$

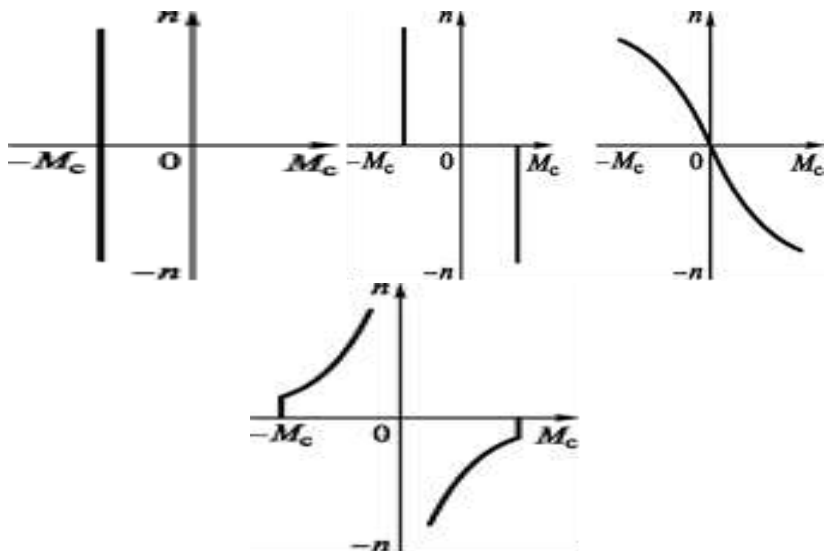
мұнда D_6 барабанның диаметрі, м; $g = 9,81 \text{ м / с}^2$ Ньютон (Н) және килограммның бірлігіндегі массасы ($1 \text{ кг} = 9,81 \text{ N}$) арасындағы айырбастау коэффициенті болып табылатын еркін құлдырауды жеделдету болып табылады.

Белсенді статикалық сәттің $n = f(M_c)$ механикалық сипаттамас координат осінің екінші және үшінші квадранттарында орналасқан тік сызықтың (сурет 1.2, а) формасына ие. Осылайша, жүктемені көтергенде, белсенді статикалық сәт барабанды айналып тұрған қозғалтқыш сәтіне қарсы және осы сәтке сәйкес жүктеме төмендеген кезде жіберіледі. Қарсыласудың реактивті статикалық жағдайлары қозғалыс механизмдерінде ғана әрекет етеді, ал олар әрқашан бұл қозғалысқа қарама-қарсы бағытта бағытталған.

Сурет. 1.1. Механикалық сипаттамалары қозғалтқышы бар жетектер әртүрлі түрлері:

- 1 - синхронды қозғалтқыш; 2 - асинхронды-қозғалтқыш; 3 - тұрақты қозғалтқыш тәуелсіз қоздыру тоқы; 4 - сол, жүйелі козу





Сурет. 1.2. Жұмыс механизмдерінің механикалық сипаттамалары:
 а - көтеру механизмі (лента); б - үйкелу, кесу күштері, кез келген
 механизмнің пластикалық деформациясы; с – ортадан тепкіш
 желдеткіш, түтінсорғыш, ортадан тепкіш сорғы; d - металл өңдеу
 станогы

реактивті статикалық сәттің бағыты. Механизмнің стационарлық күйінде қарсылықтың статикалық реакциялық моменті нөлге тең ($M_K = 0$).

Мәселен, механизмнің қозғалмалы бөліктеріндегі үйкеліс күшінің әсерінен болатын реактивті статикалық жағдайдың механикалық сипаттамасы координат осінің екінші және төртінші квадранттарында орналасқан тік вертикалды сызықтар түріне ие (1.2-сурет, б). Кесу күштері немесе пластиктің деформациясынан туындаған статикалық сәттердің механикалық сипаттамалары шамамен бірдей.

Көптеген өндіріс механизмдерінің реактивті статикалық сәттері тек бағдарға ғана емес, сондай-ақ қозғалыс жылдамдығына да байланысты. Реактивті статикалық сәттердің механикалық сипаттамалары әртүрлі формада болуы мүмкін. Мысалы, орталықтан тепкіш желдеткіштер, ортадан тепкіш сорғылар және басқа ұқсас тетіктер үшін қарсылықтың статикалық жағдайы айналу жылдамдығының квадратына ($M \sim n^2$) пропорционалды, сондықтан мұндай механизмдердің механикалық сипаттамасы парабола болып табылады (1.2-сурет, с).

Тұрақты қуаты бар металл кескіш станоктар

$$P \sim M_c n = \text{const}$$

механикалық сипаттамаға ие, онда қарсылықтың реактивтік статикалық жағдайы M_c өсуімен, айналу жиілігі n азаяды (сурет 1.2, d).

Тетіктердің механикалық сипаттамалары шамамен үлгіге ие, өйткені нақты механизмдердің сипаттамалары әртүрлі формаларға ие (сурет 1.2), олардың конструкциясы мен жұмыс жағдайының ерекшеліктерін ескере отырып қарастырылған.

Қарсылықтың реактивтік статикалық сәттері қозғалтқыштың айналу сәтіне қарама-қарсы бағытталғандықтан, статикалық реактивтік сәттердің мәндері қозғалтқыштың айналу сәтіне қарама-қарсы белгімен қабылданады. Мәселен, егер қозғалтқыш сәті оң болса, онда тетіктің қарсылығының статикалық реактивтік сәті теріс болады, және ол минус белгісімен қабылданады.

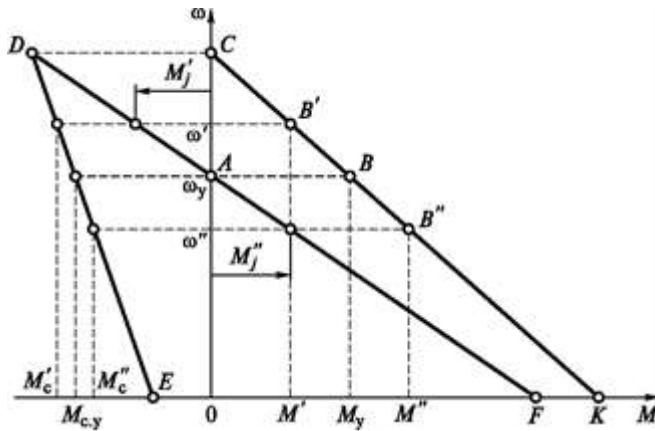
1.2. Электржетек қозғалысының негізгі теңдеулері

Қозғалғыштың жұмыс режимі біркелкі жылдамдықта тұрақты күй деп аталады. Бұл режимде M қозғалтқышының моменті жұмыс механизмі M_c -ның қарсыласуының реактивтік статикалық жағдайымен теңдестірілген және олардың сомасы нөлге тең:

$$M + (-M_c) = 0. \quad (1.3)$$

Өрнек арасындағы (1.3) тұрақты күйге дейінгі сәйкестік механиканың танымал заңымен расталады, оған сәйкес осьтің айналасындағы дененің айналуы біркелкі болса, оған қолданылатын жағдайлардың алгебралық сомасы нөлге тең болады. Орнату режимінде диск тұрақты жұмыс істейді.

Түсіндіру үшін біз сур. 1.3, мұнда координаттың кейбір осьтерде қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары (бірінші квадранта SK сызығы) және қарсыласудың реактивтік статикалық жағдайының жұмыс істеу механизмі бойынша сипаттамасы (екінші квадранттағы DE желісі) тұрғызылған.



Сурет. 1.3. Электржетек пен жұмыс механизмінің бірлескен сипаттамасы

Осы сипаттамалардың абсциссаларын жинақтап, біз электр жетегінің бірлескен сипаттамасын аламыз (DF кестесі). Ординат осімен (нүкте А) осы сипаттаманың қиылысу нүктесінде нәтижесі нөлге тең және А нүктесі электр жетегінің тұрақты күйіне сәйкес В нүктесінің режимінде (қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары бойынша) M_y және ω_y координаттарымен сәйкес келеді. Бұл жағдайда реактивті статикалық сәтте M_{cy} мәні бар.

Егер кейбір себептердің әсерінен тұрақты күй режимі бұзылса және айнарудың бұрыштық жылдамдығы өзгерсе, онда электр қозғалтқышының жұмысында уақытша режим орнайды және қозғалтқыштың айналмалы массасының инерциясынан және қозғалтқыш білігіне әрекет ететін механизмнен басқа жағдай болады. Бұл жағдай *динамикалық жағдай* деп аталады, Nm:

$$M_j = \pm J(d\omega/dt), \quad (1.4)$$

мұндағы J - электр жетегінің айналмалы элементтерінің инерция жағдайы және айналу осіне қатысты жұмыс механизмі, кг-м²; 10 - айналу бұрыштық жылдамдығы, рад / с.

Айналу жиілігін n , айн / мин, аламыз

$$M = 0.105 J (dn / dt).$$

(1.5)

Да / dt көлемдік саны бұрыштық үдеу болып табылады. Белгіленген режимге сәйкес $w = \text{const}$, бұрыштық жеделдету $d/dt = 0$, демек, динамикалық момент жоқ, яғни. $M_j = 0$. Өтпелі режимде қозғалтқыш білігіне үш минут әрекет етеді: M – қозғалтқыштың айналмалы жағдайы, МК - статикалық қарсылық жағдайы, M_j - динамикалық жағдай. Бұлар теңдеумен байланысты:

$$M = M_c \pm M_j = M_c \pm J(d\omega/dt), \quad (1.6)$$

бұл теңдеу электржетектің негізгі қозғалыс теңдеуі деп аталады.

Тендеулерден (1,6) қозғалтқыш білігіне әсер ететін жүктеме сәттері статикалық M_c және динамикалық M' -ге бөлінгенін, ал динамикалық сәт бұрыштық жеделдету da/dt пайда болған кезде ғана электр жетегінің өтпелі режимінде жұмыс істейтінін көрсетеді. Қозғалыстың динамикалық жағдайы қозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығын өзгертуден сақтайды.

Айналу бұрыштық жылдамдығы арта түскенде, яғни, жылдамдық пайда болғанда ($d / dt > 0$) динамикалық M M бұрыштық жылдамдықтың өсуіне жол бермейді [тендеуде (1.6) плюс белгісі], сондай-ақ қарсыласудың статикалық мезеті M_c -мен бірге, M қозғалтқышының айналу жағдайына қарсы бағытталған.

Айналу бұрыштық жылдамдығы төмендеген кезде, яғни, ($da/dt < 0$) кезінде динамикалық жағдай жылдамдықтың төмендеуіне жол бермейді [минус белгідегі тендеуде (1.6)], ал статикалық жағдайдан шегерілген M_c , қозғалтқыштың айналу жағдайы M -ге қарсы әсерді азайтады. Динамикалық жағдайдың бұл әрекеті қозғалтқыштың және электр қозғалтқыштың қозғалысының негізгі тендеуінен құрылған $\pm M_j = M - M_c$. қозғалтқышының және жұмыс механизмінің бірлескен сипаттамасымен суреттеледі (1.3 сурет, DF кестесі).

Қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы (CS диаграммасы) координат осінің алғашқы квадрантында құрастырылған және жұмыс механизмінің механикалық сипаттамасы (DE кестесі) екінші квадрантта болады, себебі статикалық қарсылық жағдайы теріс мәндерге ие. Қозғалтқыш B нүктесінің γ режимінде бұрыштық жылдамдықпен, яғни тұрақты күйде жұмыс істеп тұрған болсын делік. Сонда айнарудың бұрыштық жылдамдығын γ' мәніне көтеру байқалды, яғни, қозғалтқыштың жұмыс режимі B' нүктесіне ауысады. Осы жағдайларда, қарсылықтың статикалық жағдайы M_c -мен сәйкес бағытталған M_j динамикалық моменті пайда болады және электр жетегінің қозғалыс тендеуі келесі түрде болады:

$$- M_j = M_j - M'.$$

Сонымен қатар динамикалық жағдай айнарудың бұрыштық жылдамдығын арттыруға жол бермейді. Алайда, айнарудың бұрыштық жылдамдығы γ «(нүкте B)» мәніне дейін азайған болса, онда динамикалық жағдай M_j статикалық жағдайда M_c , M қозғалтқышының айналу мезетіне сәйкес,

$$M_j = M' - M''$$

демек, айнарудың бұрыштық жылдамдығын төмендетеді.

Осылайша, екінші квадрантта орналасқан бірлескен сипаттаманың DA бөлігі тұрақты күйге (B нүктесі) қатысты жылдамдыққа сәйкес келеді және бірінші квадрантта орналасқан бірлескен сипаттаманың AF бөлігі кему жылдамдығына сәйкес келеді. Жылдамдық динамикалық жағдайдың M_j теріс мәніне сәйкес келетін координат осіне қатысты бірлескен сипаттаманың осындай бейімділігімен, сондай-ақ, жылдамдықтың баяулауы M_j оң мәніне сәйкес келетінін көру оңай, бұл диск тұрақты жұмыс істейді. Жоғарыда айтылғандарды талдай келе, электр қозғалтқышының өтпелі

процесіндегі қозғалыс жылдамдығының өзгеруіне жол бермейтін динамикалық жағдай электр қозғалтқышының механикалық жүйесінде кешіктіретін (демпферлік) әрекет жасайды. Бұл әрекет электр жетегінің қозғалатын бөліктерінің инерциясының күшеюімен күшейтіледі.

Тұрақты бірлескен жұмыстың мүмкіндіктері туралы мәселені шешу кезінде жетекші мотор мен жұмыс машинасының бірлескен сипаттамасын жасау қажет. Электр қозғалтқышын жобалау кезінде жұмыс машинасының механикалық сипаттамасы алдын-ала анықталған. Демек, осы электржетекке арналған қозғалтқыш механикалық сипаттамаға ие болуы керек, ол осы жұмыс станциясымен тұрақты жұмыс істеуіне мүмкіндік береді.

1.3. Қарсылықтың статикалық сәттерін келтіру мен қозғалтқыш жылдамдығының инерция сәттері

Механикалық қуаты P , бұрыштық жылдамдықпен ω айналатын білікпен, осы біліктің M уақытына пропорционалды,

$$P = M\omega, \quad (1.7)$$

бұл кезде білікке арналған жағдай

$$M = P/\omega. \quad (1.8)$$

Демек, егер қалпына келтіру механизмі айналдырудың бұрыштық жылдамдығын кіріс білігінің беріліс коэффициентімен азайтса

$$i_{\text{ред}} = \omega_{\text{вх}} / \omega_{\text{вых}},$$

осы беріліс қорабының шығыс білігіндегі айналу оның кіріс білігінің қозғалтқышының шамасы сияқты шамамен тең. Уақыттың белгілі бір қысқаруы үйкеліс күшінің әрекетіне байланысты.

Осылайша, қозғалтқыштан электр қозғалтқышынан жұмыс құрылғысының атқарушы органына беру құрылғысы (редуктор) арқылы айналу бұрыштың жылдамдығы және, тиісінше, айналу шамасының өзгеруі: ω бұрыштық жылдамдықпен, M мәні төмендейді және керісінше жоғарылайды.

Электр қозғалтқыштың есептеуін оңайлату үшін бір бұрыштық жылдамдықты тудыру үшін әр түрлі бұрыштық айналу жылдамдықтарына ие электр жетегінің әр түрлі элементтерінің инерция жағдайы мен кез келген статистикалық жағдайлар қабылданады. Әдетте, электр қозғалтқышының білігінің айналу жылдамдығына ω_d азаяды. Осылайша, шынайы операциядан кейін элементтері түрлі бұрыштық жылдамдықпен айналатын нақты электр қозғалтқышы шартты түрде барлық айналмалы массалар қозғалтқыш білігіне шоғырланған, яғни қозғалтқыш білігінің бұрыштық жылдамдығымыз айналатын оңайлатылған жүйеге ауыстырылады.

Егер редуктор қозғалтқыш айналуының бұрыштық жылдамдығын i рет төмендетсе, онда осы редуктордың шығыс білігінің айналысы шамамен сонша артады. КПД редукторон ескере отырып, P_r тиімділігін, біз электр қозғалтқыш білігінің айналу жиілігіне қолданылатын қарсылықтың статикалық жағдайын білеміз, $H \blacksquare m$,

$$M_c = M'_c / (\eta_p i_p), \quad (1.9)$$

мұнда M_c - бұрыштық жылдамдықпен ω айналатын таратушы құрылғы (беріліс қорабы) шығыс білігіне тұрақты кедергі жағдайында; беріліс қорабының i_p - беру коэффициенті, жетек қозғалтқышының айналу бұрыштық жылдамдығына қатынасы, редуктордың шығыс білігінің айналу жылдамдығына

$$i_p = \omega_d / \omega_{\text{вых.р.}}$$

Жалпы жағдайда, қозғалтқыш білігі мен жұмыс механизмінің атқарушы органының білікшесі арасында N айналымдар болған жағдайда, барлық берілістердің эквиваленттік тиімділігі өнімге тең.

$$\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_N; \quad \eta_0 = \eta_1 \eta_2 \dots \eta_N, \quad (1.1)$$

мұнда, — КПД механикалық беріліс*

Сол сияқты, механикалық берілістердің қатысуымен қозғалтқыш білігінің және жұмыс істейтін машинаның жетек білігінің арасындағы баламалы беріліс қатынасы:

$$M_c = M'_c / (\eta_0 i_0). \quad (1.11)$$

Тиімділік пен беру коэффициентінің баламалы мәндерінің өрнектерін ескере отырып, қарсылықтың статикалық жағдайдың төмендеген мәні

$$i_0 = i_1 i_2 \dots i_N. \quad (1.12)$$

Электр қозғалтқышының айналмалы қозғалтқышының айналу бұрыштық жылдамдығына дейін төмендейтін барлық айналмалы бөліктерінің инерция сәті инерция сәттерінің қосындысымен анықталады

$$J = J_d + J_{p.m.}, \quad (1.13)$$

мұнда J - қозғалтқыштың ротордың (якорі) инерция сәті және оның білігіне орналасқан басқа элементтер, мысалы, муфталар; $J_{p.m.}$ - қозғалтқыштың айналу бұрыштық жылдамдығына дейін төмендейтін жұмыс машинасының барлық элементтерінің инерция сәті:

$$J_{p.m.} = \frac{J'_1}{i_1^2} + \frac{J'_2}{i_1^2 i_2^2} + \dots + \frac{J'_N}{i_1^2 i_2^2 \dots i_N^2},$$

онда $J_1, J_2, \dots, J_N$ - қозғалтқыш білігінің айналу бұрыштық жылдамдығына төмендетілмейтін жұмыс машинасының қозғалатын элементтерінің инерция сәттері; $i_1, i_2, \dots, i_N$ - жұмыс істейтін машинаның механикалық берілу коэффициенттері *

Айналмалы денелердің инерция көрсеткіші сондай-ақ, шашырау жағдайы деп аталатын GD^2 мәні болып табылады. Мұнда G - айналмалы дененің салмағы, Н; D - айналдырудың диаметрі, м * Демек, шашырауы жағдайы $H \cdot m^2$ өлшенген. Инерция жағдайы (кг ■ м²) мен шашырау кезіндегі (Н ■ м²)

$$J = GD^2 / (4g).$$

(1.15)

Электр жабдықтары мен басқа да техникалық құжаттамаларға арналған каталогтарда ескірген өлшем бірліктерінде (кг м²) уақытша шашырау жағдайынан (GD 2) мәндері келтірілгенін ескеру қажет. Бұл жағдайда инерция жағдайы (кг-м²) мен шашырау кезіндегі ара-қатынасы (кг-м²)

$$J = (GD^2)_{\text{квт}}/4. \quad (1.16)$$

Сокқы кезіндегі жағдайы пропорционал болғандықтан, (1.13) және (1.14) ұқсастықпен қозғалтқыш білігінің айналу бұрыштық жылдамдығына азайып,

$$GD^2 = GD_{\text{д}}^2 + GD_{\text{р.м}}^2, \quad (1.17)$$

мұнда GD² - қозғалтқыштың арматура (ротор) мен жүкарбаның айналмалы жағдайы, N ■ м²; GD рм - қозғалтқыш білігінің айналу бұрыштық жылдамдығына дейін төмендейтін жұмыс машинасының барлық элементтерінің жарық шашырауы жағдайы;

$$GD_{\text{р.м}}^2 = \frac{(GD_1')^2}{i_1^2} + \frac{(GD_2')^2}{i_1^2 i_2^2} + \dots + \frac{(GD_n')^2}{i_1^2 i_2^2 \dots i_n^2}, \quad (1.18)$$

онда (GD₂)', (GD₂)', ..., (GD_n)' - қозғалтқыш білігінің айналу жылдамдығына төмендетілмейтін жұмыс тетігі айналмалы элементтерінің шапшандық жағдайының мәндері.

Айналмалы барабан (көтергіш) бар жүк көтергіш құрылғыда және масса массасының G (B.2d суретін қараңыз) сияқты жұмыс істейтін машинаның атқарушы органының қозғалыстағы қозғалысы үшін жүктемені көтеру кезінде статикалық жағдай айналмалы барабанда қозғалтқыш айналу бұрыштық жылдамдығына дейін азаяды,

$$M_{\text{с.п}} = \frac{gmv_{\text{п}}}{\omega_{\text{д}} \eta_{\text{р}} \eta_{\text{б}}} = \frac{9,55 gmv_{\text{п}}}{n_{\text{д}} \eta_{\text{р}} \eta_{\text{б}}}, \quad (1.19)$$

мұндағы m - жұмыс органының аударма қозғалыстағы элементтерінің салмағы (жүктеме, кабель, ілмек) кг; v_п - көтеру кезінде жүктің аудару қозғалысының жылдамдығы, м / с; рг - редуктордың тиімділігі; рб - барабанның тиімділігі, барабандағы кабельдің үйкелуіне байланысты, әдетте рб = 0.97.

Егер қозғалтқыштың айналу жағдайын бірте-бірте азайтсақ, мысалы, оған қолданылатын кернеуді төмендету арқылы, осы кернеудің белгілі бір шамасында, жүктің ауырлық күші әсерінен үлкен жылдамдықпен құлауы байқалады (механизмнің үйкеліс күші және қозғалтқыштың айналу жағдайы жеңіледі). Қозғалтқыш сәті осы жағдайларда тежегішке айналады, жүктемені көтеруге бағытталған және барабандағы тежеудің айналу шамасы, қозғалтқыштың бұрылу жылдамдығына дейін азаяды.

$$M_{\text{с.о}} = \frac{gmv_{\text{о}} \eta_{\text{р}} \eta_{\text{б}}}{\omega_{\text{д}}} = \frac{9,55 gmv_{\text{о}} \eta_{\text{р}} \eta_{\text{б}}}{n_{\text{д}}}.$$

Жүкті көтеру кезінде және оны төмендету кезінде статикалық жағдайларды салыстыру кезінде жүкті төмендету сәті **2 есе, яғни $(n_p n_6)^2$ есе төмен екенін көреміз, яғни $M_{c*0} = M_{c1} (n_p n_6)^2$.**

Қозғалтқыштың айналмалы білігіне, кг-м², жылдамдықпен % (м / с) сызықтық жылдамдықпен көтерілетін массалық м (кг) қозғалыстағы жүк тасымалының инерциясы,

$$J_{\text{пост}} = \frac{mv_{\text{п}}^2}{\omega_{\text{д}}^2 n_p n_6} = \frac{91, 2mv_{\text{п}}^2}{n_{\text{д}}^2 n_p n_6}.$$

Жоғары қарай қозғалатын жүк үшін ұшқын кезінде, жарықтық жағдай мәні, Н-м² төмендегідей,

$$GD_{\text{пост}}^2 = 4gJ_{\text{пост}} = 39, 2J_{\text{пост}} = \frac{4gmv_{\text{п}}^3}{\omega_{\text{д}}^2 n_p n_6} = \frac{365gmv_{\text{п}}^3}{n_{\text{д}}^2 n_p n_6}.$$

Барлық инерция жағдайының осы мәнін есептеу үшін, тағы бір термин ретінде айналмалы және жылжымалы электр жетегі бар жүйелер (1.21) енгізіледі (1.14). Егер бүкіл электр жетегінің серпу сәтінен өрнектің мәнін анықтау қажет болса, онда (1.22) өрнегін тағы бір термин ретінде (1.18) енгізу керек.

Алынған өрнектерден қозғалтқыштың бұрыштық айналу жылдамдығына дейін төмендегеннен кейін, электр қозғалтқыштың қандай да бір жылжымалы элементінің $\omega_{\text{д}}$ инерция сәті жоғары (серпу сәті)болғанда, ω элементінің бұрыштық айналу жылдамдығы неғұрлым азаяды; яғни берілу коэффициенті ($i = \omega_{\text{д}}/\omega$) артады.

Практикалық есептеулерде, кейде басқа бұрыштық жылдамдықта айналатын, M_c статикалық жүктеме сәтін бір білікшесінен екіншісіне қайта есептеу қажет болады. Мысалы, егер 1-ші білікке, ω_1 бұрыштық жылдамдығымен айналатын, M_{c1} статикалық сәтіне, 2-біліктің M_{c2} статикалық сәті, ω_2 бұрыштық жылдамдықпен айналатын, әсер етсе, онда Н-м тең болады.

$$M_{c2} = M_{c1}(\omega_1/\omega_2) = M_{c1}(n_1/n_2). \quad (1.23)$$

Егер дене қозғалысы жылдамдықта v қозғалысы бойынша қозғалатын болса, онда F күші әрекет етеді: $M = Fv/\omega$, штық w жылдамдықта айналдырып,

(1.24)

немесе айналу жылдамдығына өтсе (айн / мин), біз аламыз, Nm ,

$$M = 9,55 Fv/n. \quad (1.25)$$

Егер F күші массасы m (кг) болатын кабельде тоқтатылған салмақпен жасалса, онда ол H ,

$$F = gm.$$

Тәжірибелік есептеулерді талдау қозғалтқыштың қозғалтқышынан кейін орналасатын жүйелік элементтердің инерция жағдайлары (қозғалтқыш сәттері) және муфталар қозғалтқыштың инерция сәтінің 10-дан 30% -на дейін жетегінің көрсетеді. Сондықтан бүкіл электр жетегінің инерция жағдайы мен ұшу жағдайын шамамен есептеу арқылы өрнектерді қолдануға болады

$$J \approx (1,1 \div 1,3) J_d \text{ или } GD^2 \approx (1,1 \div 1,3) GD_d^2. \quad (1.26)$$

Егер статикалық жүктеме жағайы M_c білігіне қолданылса, бұрыштық жылдамдықпен ω білігінің айналуы үшін, қуат, $Вт$,

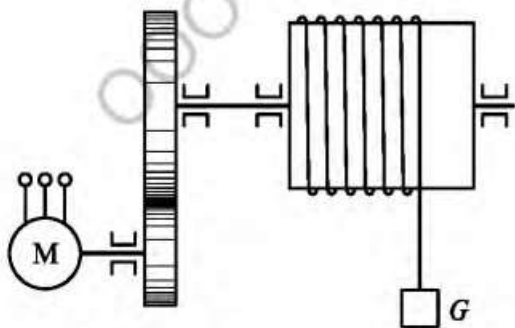
$$P = M_c \omega = 0,105 M_c n. \quad (1.27)$$

Егер G жүгі F күшінің салмағы бойынша жылдамдықпен көтерілсе, онда қуат, $Вт$,

$$P = Fv. \quad (1.28)$$

Мысал. 1.1. Масштабты 300 кг-ға дейін жүктемені көтеру және түсіру кезінде көтеру механизмін қозғау үшін статикалық жүктеме айналу сәті, қозғалыс сәті және инерция сәті анықталады (1.4 сурет).

Механизмнің параметрлері:



қозғалтқыштың айналу жылдамдығы, айн / мин = 600 айн / мин; қозғалтқыш моменті және оның білігінің бөлшектері $GD_d = 31,4 \text{ Н-м}^2$; Беру тиімділігі $\eta_{жр} = \eta_{др}\%$ = 0,85 тісті доңғалақтың диаметрі,

$D_R = 300$ мм тыйым салынады, оның массасы $m = 7$ кг; барабан диаметрі $D_6 = 130$ мм, салмағы 20 кг; жиілік барабанның айналуы $n_6 = 100$ айн / мин.

2. Барабан осі бойынша тісті берілім сәті

$$(GD_1^2)' = g_k m_k D_k^2 = 9,81 \cdot 7 \cdot 0,3^2 = 6,18 \text{ Н} \cdot \text{м}^2.$$

3. Барабанның айналуы кезіндеі

$$(GD_6^2)' = g m_6 GD_6^2 = 9,81 \cdot 20 \cdot 0,13^2 = 3,32 \text{ Н} \cdot \text{м}^2.$$

4. Барабанның осіндегі уақыт мезетінің сомасы

$$(\sum GD^2)' = (GD_k^2)' + (GD_6^2)' = 6,18 + 3,32 = 9,5 \text{ Н} \cdot \text{м}^2.$$

5. Барабанның осында берілген өлшем сәттің мәндері

$$\sum GD_6^2 = (\sum GD^2)' / i_1 = 9,5 / 6 = 1,58 \text{ Н} \cdot \text{м}^2.$$

6. 100 айналымның барабан айналу жиілігінде G жүктемесінің сызықты жылдамдығы:

$$v_{\Pi} = \pi D_6 n_6 / 60 = 3,14 \cdot 0,13 \cdot 100 / 60 = 0,68 \text{ м/с}.$$

7. Қозғалатын жүктеменің көтерілген кезінде қозғалыс жылдамдығы азаяды (1.22)

$$GD_{\text{пост}}^2 = \frac{4 g m v_{\Pi}^2}{\omega_4^2 \eta_p \eta_6} = \frac{4 \cdot 9,81 \cdot 300 \cdot 0,68^2}{63^2 \cdot 0,85} = 1,61 \text{ Н} \cdot \text{м}^2,$$

мұнда

$$\omega_d = 0,105 \text{ } n_d = 0,105 \cdot 600 = 63 \text{ рад/с}.$$

8. Электро жетектің айналу жағдайы

$$GD^2 = GD_d^2 + \sum GD_6^2 + GD_{\text{пост}}^2 = 31,4 + 1,58 + 1,61 = 34,6 \text{ Н} \cdot \text{м}^2.$$

9. Электро жетектің инерциялық жағдайы

$$J = (GD^2) / (4g) = 34,6 / (4 \cdot 9,81) = 0,88 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

10. Статикалық жүктеме моментінің жүктемені көтеру төмендеген мәні кезінде (1.19)

$$M_{\text{с.п}} = \frac{9,55 g m v_{\Pi}}{n_4 \eta_{\text{пер}}} = \frac{9,55 \cdot 9,81 \cdot 300 \cdot 0,68}{600 \cdot 0,85} = 37,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

11. Қозғалтқыштың статикалық айналу жағдайының мәні - жүк көтеру жылдамдығымен жүктеменің салмағы $y_0 = y_{\Pi} = 0,68$ м / с (1.20)

$$M_{\text{с.о}} = \frac{9,55 g m v_o \eta_{\text{пер}}}{n_d} = \frac{9,55 \cdot 9,81 \cdot 300 \cdot 0,68 \cdot 0,85}{600} = 27 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Сынақ сұрақтары

1. Электр жетегінің басқа түрлерімен салыстырғанда қандай артықшылықтары бар?
2. Электржетектің негізгі элементтерін көрсетіңіз және олардың мағынасын түсіндіріңіз.
3. Көптеген қозғалтқышты қандай жағдайларда қолданасыз?
4. Қарсылықтың статикалық сәті қандай?
5. Реактивті және белсенді статикалық қарсылық арасындағы айырмашылық қандай?
6. Электр жетегінің қозғалыс теңдеуін жазыңыз және оның физикалық мағынасын түсіндіріңіз.
7. Қандай жағдайда жүргізушіде уақытша болады?
8. Электр қозғалтқышының және жұмыс механизмінің ортақ сипаттамасын қалай құруға болады?
9. Электр жетегінің айналуын жеделдету және баяулату кезіндегі динамикалық жағдайдың нәтижесі қандай?
10. Инерцияның сәттері мен статикалық сәттері бір рет айналу жиілігіне қандай мақсатпен әкеледі?
11. Электржетектің қайсысы сәтсіздікте және сипаттамалары қандай?

2-ТАРАУ ТІКЕЛЕЙ ЭЛЕКТР ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫ БАР ЭЛЕКТР ЖЕТЕГІ

НЕГІЗГІ ҰҒЫМДАР

Тұрақты тоқтың электр энергиясын механикалық энергияға айналдыратын электр қозғалтқышы болып табылады. Бұл қозғалтқыштардың айырым белгісі - оларда арматуралық ораманың ауыспалы тоғына жеткізу желісінің тікелей тоғының механикалық түрлендіргіш функциясын орындайтын щеткалық-коллекторлы

тораптың болуы.

Тұрақты ток қозғалтқыштарында электромагниттік және магнитоэлектрлік қозу түрлері қолданылады. Қоздырғыш ораманың қосылу схемасына байланысты электромагниттік қозғаумен қозғалтқыштар тәуелсіз (параллель), дәйекті және аралас қозғау қозғалтқыштарына бөлінеді.

Айнымалы электр қозғалтқыштарымен салыстырғанда тікелей ток қозғалтқыштары жақсы іске қосу және реттеу қасиеттеріне ие.

Магнитоэлектрлік қозғаумен қозғалтқыштар қоздыру орамасының жоқтығы және олардың магнит ағыны тұрақты магниттермен жасалады. Әдетте бұл қозғалтқыштың қуаты аз.

Асинхронды және синхронды қозғалтқыштарға қарағанда электр қозғалтқыштары щеткалық-коллекторлық блоктың болуына байланысты кемшіліктерге ие. Негізгі көрсеткіштерде сенімділіктің төмендеуі, жоғары құны, пайдалану процесінде техникалық қызмет көрсету қажеттілігі, өрт және жарылыс аймақтарында жұмыс істей алмау, радио кедергілері бар. Бұл кемшіліктер қозғалтқыштарды қолдануды шектейді. Дегенмен тұрақты ток қозғалтқыштары артықшылықтарға ие: жақсы бақылау қасиеттері және үлкен айналу сәті және жылдамдығы 3000 айн / мин (50 Гц желісіндегі ток жиілігі бар) алу мүмкіндігі.

Аталған артықшылықтарға қарамастан тұрақты электр қозғалтқыштарын пайдалану жүйелі түрде азаяды, бұл реттелетін электр жетектерінде реттелетін айнымалы ток жиілікті түрлендіргішпен аяқталған арзан және сенімді қысқа тұйықталудың үш фазалы асинхронды қозғалтқыштарының өсу үрдісімен түсіндіріледі.

Электр қозғалтқыштарының қасиеттері параметрлердің графикалық түрде көрсетілген тәуелділіктері сипаттамалары бойынша бағаланады. Электржетекте қолданылатын мотордың негізгі сипаттамалары:

$n = f(M)$ немесе $\omega = f(M)$ қозғалтқыштың электромагниттік сәтте айналу жылдамдығының n немесе бұрыштық жылдамдықтың тәуелділігін білдіретін механикалық сипаттамалары басқа параметрлердің өзгермейтін мәндерімен, қозғалтқыш моментінің айналу жиілігіне және шамасына әсер етуге қабілетті (қорек кернеуі, өрістегі ток шамасы және т.б.); электр қозғалтқышында ең көп қолданылатын қозғалтқыштардың механикалық сипаттамаларының болжалды көрінісі 1.1 суретте;

электромеханикалық сипаттамалары - арматура орамасындағы ток айналу жылдамдығына тәуелділігі;

Реттелетін сипаттамалар - айналу жиілігіне әсер ететін кез келген параметрге қозғалтқыштың айналу жиілігінің тәуелділігі (кернеу, ораманың ток шамасы, айнымалы ток жиілігі және т.б.);

айналу жылдамдығы, қозғалтқыштың кейбір энергетикалық индикаторы мен тиімділік коэффициенті, энергия коэффициенті және т.б. арасында байланыс орнатады.

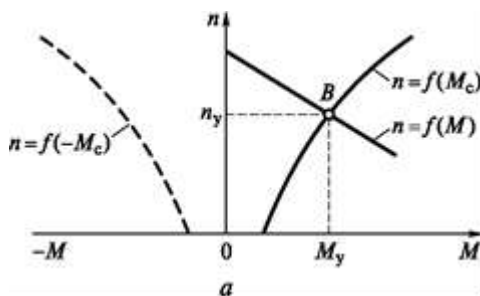
Электржетектің тұрақты жұмысы, яғни айналу жылдамдығының және электромагниттік сәттің өзгермейтін мәндерімен жұмыс істеуі тұрақты күйде жұмыс істейді. Бұл режим қозғалтқыштың сәттілігі мен

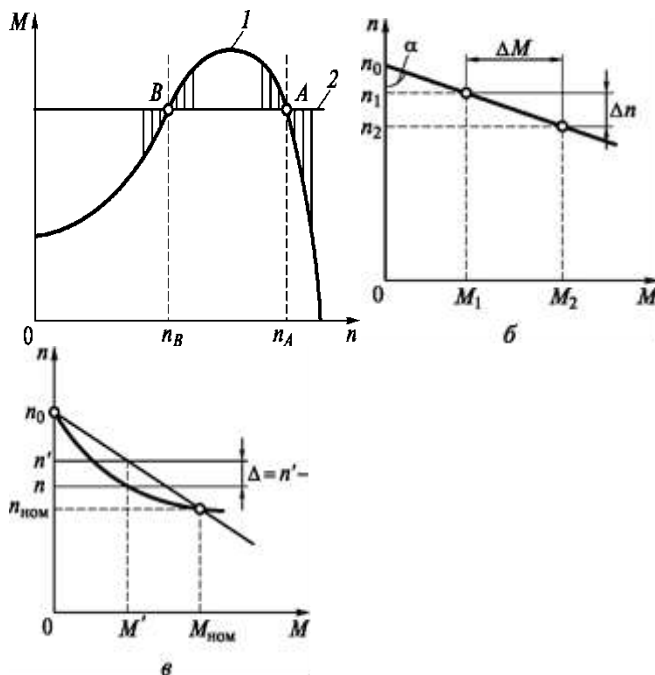
жұмыс тетігінің қарсыласуының статикалық жағдайы арасындағы теңдікке ие механикалық сипаттамаға сәйкес келеді. Тұрақты күй нүктесінің координаттарын анықтау үшін электр жетегінің механикалық сипаттамаларын және оларды бір координат осьтерінде құрастыратын жұмыс механизмін әртүрлі квадранттарда қолдануға болады 1.3. Дегенмен, біз бұл құрылыстарды бірінші квадранттың екі сипаттамасын бейнелеу арқылы жеңілдете аламыз. Дәлірек айтқанда, жұмыс машинасының тұрақтылығының статикалық моментінің механикалық сипаттамасының орнына $n = f(-M_c)$, координат осінің алғашқы квадрантында $N = f(M_c)$ тән айна бейнесі салынған. Бұл механикалық сипаттаманың электр жетегінің механикалық сипаттамасымен (нүкте В) P_y және M_y координаттары бар қиылысу нүктесі тұрақты күй нүктесі болады (2.1а сурет).

Сипаттаманы бағалау кезінде қатаңдық түсінігі қолданылады. Сандық түрде, қаттылық қозғалтқышы әзірлеген ДМ = $M_2 - M_1$ бұрыштық сәттің айырмашылығына ДП = $n_1 - n_2$ сәйкес айналу жиілігінің айырмашылығымен анықталады,

$$\beta = \Delta M / \Delta n.$$

Тікелей механикалық сипаттамалары үшін оның қатаңдығы бұл сипаттаманың беткейінің бұрышынан бастап ординат осіне $b = \tan a$ қатысты анықталады. Егер механикалық сипаттамалар қисық сызық болса, онда оның қатаңдығы жұмыс нүктесінде ординат осіне тән сипаттаманың осы нүктесінде тартылған жанама a бұрыштың тангенсімен анықталады.





Сурет. 2.1. Тұрақты күйдегі электр жетегі (а) сипаттамалардың қатандығы (б) және сызықтық емес механикалық (с) түсініктері

онда оның қатандығы операция нүктесінде осы нүктедегі ординаттың осіне тән сипаттамалардан алынған баяу бұрыштың тангенсімен анықталады.

α бұрышы неғұрлым үлкен болса, соғұрлым сипаттамасы қатаң; $\alpha = 90^\circ$ болғанда механикалық сипаттамалар абсцисс осіне параллель орналасады және мүлдем қатаң болады. (қараңыз, сурет. 1.1, график 1).

Электржетекті механикалық сипаттамасының тағы бір индикаторы оның сызықтық емес сипаты болып табылады, ол берілген нүктелердің сипаттамалары арқылы тікелей сызықтың нақты сипаттамасының ауытқу дәрежесін анықтайды, мысалы, бос емес режимде n_0 айналу жиілігінің нүктесі және номиналды жүктеме режиміне сәйкес келетін нүкте. (сурет. 2.1)

$$\delta = (\Delta/n),$$

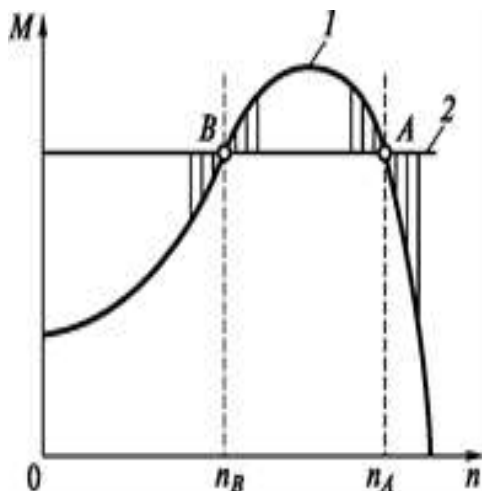
мұндағы

$$\Delta = n' - n.$$

Тұрақты ток қозғалтқыштарында келесі жұмыс режимдер, болуы мүмкін: негізгі (қозғалтқыш); генератор (регенеративті) тежеу; динамикалық тежеу; қарсыласу арқылы тыйым салу.

Электр қозғалтқышы тұрақты болуы керек, яғни. Алдын ала орнатыл-ған жиілік кез келген бұзатын факторларға ұшыраған кезде автоматты түрде сақталуы керек. Үшін біз түсіндірмелерді қолданамыз.

2.2. Қозғалтқыштың механикалық сипаттамасын 1-графиктің нысаны деп қарастырайық.



Тұрақты ток қозғалтқыштарында келесі режимдерде жұмыс істеу мүмкін: негізгі (қозғалтқыш); генератор (рецепторлық) тежеу; динамикалық тежеу тәрізді;

2.2. Тұрақтылық ұғымы бойынша қозғалтқыш

Осы қозғалтқыштың жұмыс механизмі, статикалық жүктеу моменті M_c жасайды және оны механикалық етеді. Типтік қисық сызықты қиыстыратын түзу сызықтың формасы бар. Қозғалтқыштың сипаттамалары екі тармақта: А және В. Тұрақты-қозғалтқыштың жұмыс істеуі А нүктесінің жанында болуы мүмкін. Бұл келесідей түсіндіріледі. Егер сыртқы факторлардың әсерінен қозғалтқыштың айналу жылдамдығы азая бастаса, қозғалтқыштың айналу сәтінің ұлғаюы орын алады. Нәтижесінде пайда болатын артық сәттің айналу жылдамдығы алдыңғы мәнге дейін артуына әкеледі және және А нүктесіне сәйкес келетін жұмыс режимі қалпына келтіріледі. Егер сыртқы факторлардың әсерінен қозғалтқыштың айналу жылдамдығы ұлғая бастаса, қозғалтқыш айналу сәті азая бастайды, бұл процесс А нүктесіне дейін жеткенше және қозғалтқыштың айналу жылдамдығының төмендеуіне әкеледі, ал алдыңғы айналу жылдамдығы қалпына келтірілмейді.

В нүктесінің маңайында қозғалтқыш тұрақты емес, өйткені бұл кезде айналу жылдамдығының төмендеуі мотордың сәттілігінің азаюымен бірге жүреді, соның салдарынан айналу жиілігі ротордың тоқтағанынша азая бастайды. Айналу жылдамдығының артуымен қозғалтқыш сәті де артады, бұл айналу жылдамдығын және т.б. одан әрі ұлғайтады.

2.2. Электр қозғалтқыштарының тәуелсіз (параллель) қозу қозғалтқыштары бар механикалық сипаттамалары

Тәуелсіз (параллель) қозу қозғалтқыштарының ерекшеліктері — зәкір тізбегінен қоздыру орамасының тәуелсіз болуына едәуір әсер етеді.

Якорьдің орамындағы ток өзгерістері қозу орамындағы токқа тікелей әсер етпейді. Якорь орамасының магнит қозғалтқыш күші магниттік қозу өрісіне якорьдің шартты реакциясынан туындаған, ғана

әсер етеді. Бірақ мұның ықпалы аз, ал кейбір қабылдануымен оны елемеге болады.

Параллельді қозу әдісімен қозғау орамдары мен арматура бір желіде бір-біріне параллель қосылған және тәуелсіз қозу кезінде бұл орамалар әртүрлі тізбектерге, кейде әртүрлі кернеулерге қосылады.

Тұрақты ток қозғалтқышының якорінің айналу жиілігі өрнек, айн / мин,

$$M = c_M \Phi I_a, \quad (2.1)$$

Тәуелсіз (параллель) қозғаумен қозғалтқыштың электромагниттік сәті, Нм,

$$n = \frac{U - I_a \sum r}{c_e \Phi} = \frac{U}{c_e \Phi} - \frac{I_a \sum r}{c_e \Phi} \quad (2.2)$$

мұндағы якорьдағы ток I_a :

$$I_a = \frac{M}{c_M \Phi}. \quad (2.3)$$

(2.1) -тегі (2,3) якорь тоғының өрнегін ауыстыру үшін тәуелсіз (параллель) қозғаудың тұрақты ток қозғалтқышының механикалық сипаттамасының теңдеуін аламыз:

$$\text{Мұндағы } C_e \text{ жә } n = \frac{U}{c_e \Phi} - \frac{M(\sum r + r_{\text{доб}})}{c_e c_M \Phi^2} = n_0 - \Delta n, \text{ шиеңттері} \quad (2.4)$$

тұрақты:

$$c_e = pN/(60a); \quad c_M = pN/(2\pi a) = 9,55c_e, \quad (2.5)$$

p - қозғалтқышы полюстері жұптарының саны;

N - якорь орамасындағы белсенді

өткізгіштер саны; a якорь орамасындағы

параллель жұптарының саны;

$r_{\text{доб}}$ - резисторлық-ПҚ (2.3 сурет) якорь орама-

сының тізбегінде, Ом; L r - элементтердің кедер-

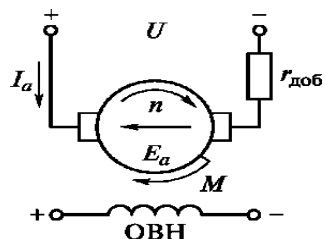
гісі, якорь орамасының тізбегінде: якорь катуш-

калары, щеткалар, қосымша орамалар

полюстер, компенсация орамасы (егер

қозғалтқыштың ол болса), Ом Механикалық-

тәуелсіз қозғалтқышы



Сурет. 2.3. Тұрақты

$$n_0 = \frac{U}{c_e \Phi}, \quad (2.6)$$

(2.4) n_0 , ол айнарудың шекаралық жиілігіне тең (мінсіз бос айналым жылдамдығы). Екінші теңдеудің термині (2.4) A - қозғалтқыш жүктемесінің өзгеруінен туындаған қозғалтқыштың жылдамдығының дифференциациясы, яғни. электромагниттік жағайдың оның білігіне өзгеруі:

$$\Delta n = \frac{M(\sum r + r_{\text{доб}})}{c_e c_M \Phi^2}. \quad (2.7)$$

Тұрақты ток қозғалтқыштарының сипаттамаларын қарастырғанда, қозғаудың магнит ағыны якорьдің реакциясына тәуелді емес, бірақ белгілі болғанындай, якорь реакциясы электр машинасының магниттік жүйесінде демагнетизаторлық әсер көрсетеді. Демек, якорь реакциясына елеусіз қаралған тәуелділіктерде, соның ішінде $n_f(M)$ тәуелділікте белгілі бір қатені енгізеді. Тағы бір болжам - M_2 білігіне арналған жағдайдың сәтінде кейбір жағдайларды ауыстыру, P_2 қозғалтқышының пайдалы қуаты, Рамның электромагниттік күші анықталған электромагниттік жағдайда M анықталады. Бұл қуаттар қозғалтқыштың механикалық шығындары бойынша әр түрлі. Жалпы алғанда, бұл екі жорамалға байланысты қателіктер техникалық есептеулер шегінен асып кетпейтіндей етіп қабылданған. Сонымен қатар, олар «Электр жетегі» курсының көптеген тұжырымдамалары мен ережелерін қарастыруды және талдауды жеңілдетеді. Мысалы, тәуелсіз (параллель) қозу қозғалтқыштарының механикалық сипаттамаларын қарастырған кезде, бұл болжамдар олардың түзетуін, құрылысын және талдауын жеңілдететін түзу сызықты сипаттамаларын ұсынуға мүмкіндік береді.

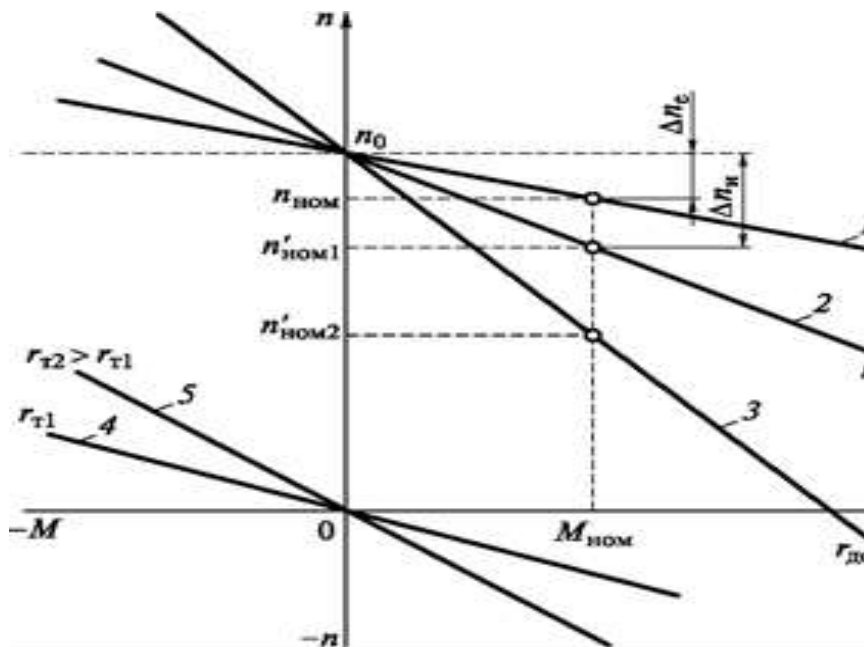
Осылайша, (2.4) -тен бастап тәуелсіз (параллель) қозғаудың тікелей қозғалтқышының механикалық сипаттамалары n_0 нүктесінде ординат осін қиып өтетін тікелей сызықтардың формасына ие (2.4-сурет).

Өрнек (2.7) қозғалтқыш жылдамдығының өзгеруіне байланысты, оның жүктемесінің өзгеруіне байланысты якорь тізбегінің кедергісіне пропорционалды

$$R = \sum r + r_{\text{доб}}$$

Сондықтан R_{Σ} арматуру тізбегінің ең аз кедергісі $r_{\text{доб}} = 0$ кезінде айналдыру жиілігінің $A_{\text{пс}}$ ең аз төмендеуіне сәйкес келеді. Сонымен қатар, механикалық сипаттамалар ең ауыр болып табылады (1-график).

Сыртқы резистор резистордың тізбегіне салынған кезде, жүктеменің жылдамдық айырмашылығына әсері артып, $A_{\text{пн}}$ мәніне жетеді. Сонымен бірге, сипаттамалар азаяды



Сурет. 2.4. Тұрақты ток қозғалтқышының механикалық сипаттамалары
(параллельді) қозғалтқыш (қозғалтқыш) (1, 2, 3) және тежеу (4, 5) режимдері

қатаң және олардың ординат осіне бейімділігінің бұрышы азаяды (2 және 3-сурет). Осылайша, қозғалтқыштардың механикалық сипаттамаларының қатаңдығын якорь тізбегіне сериялы байланысты резистордың кедергісін $r_{доб}$ өзгерту арқылы басқаруға болады.

Қозғалтқыштың зәкір мен қозу орамасындағы номиналды кернеу мәндерінен алынатын және якорь тізбегіндегі қосымша кедергі болмаған механикалық сипаттамалары *табиғи* деп аталады (1-сурет). Егер аталған қозғалтқыш параметрлерінің кем дегенде біреуі өзгертілсе (якорь немесе қоздыру орамасындағы кернеу номиналды мәндерден немесе зәкір тізбегіндегі кедергіден өзгеше болса), онда механикалық сипаттамалар *жасанды* деп аталады. Зәкір тізбегіне қосымша қарсылықты енгізу жолымен алынған жасанды механикалық сипаттамалар *реостат* деп те аталады (2 және 3-диаграммалар).

2.3. Негізгі (қозғалтқыш) режимде тәуелсіз (параллель) қоздырудың тікелей ток қозғалтқыштары бар электр жетектерінің механикалық сипаттамаларын есептеу

Қарастырылып отырған қозғалтқыштың барлық механикалық сипаттамалары олардың қатаңдығына қарамастан шекаралық айналу жиілігі n_0 нүктесінде ординат осімен қиылысатын болады, бұл

арматураның бос ЕМҒ кернеуінің тізбегіне қолданылатын кернеуге тең болғанымен түсіндіріледі, ал арматура тоғы нөлге тең:

$$I_a = \frac{U - E_a}{R} = 0,$$

Сондықтан электромагниттік жағдайда $M = cmFl_a = 0$, демек, айналу жылдамдығының өзгерісі $\Delta n = 0$ [бұр. (2.7)].

Жоғарыда айтылғандай, қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары түзу болып табылады. Осыған байланысты, олардың кез келгенінің позициясы екі тармақпен айқындалады, мысалы, шекаралық айналу жиілігі n_0 және қозғалтқыштың номиналды жүктемесіне сәйкес келетін нүкте $M_{ном}$ және $P_{ном}$ координаттары бар. Номиналды сәттің мәндері және табиғи механикалық сипаттамалардағы номиналды жылдамдық (мотор үшін $\gamma_{доб} = 0$) қозғалтқыш туралы каталогтық деректерді пайдалану арқылы анықталуы мүмкін. Әдетте каталогта әр қозғалтқыштың көлеміне номиналды айналу жиілігі беріледі (айн / мин) және номиналды қуаты $P_{ном}$ (кВт). Осы деректерді пайдалану арқылы номиналды анықтау қиынға соқпайды, $N \cdot m$,

$$(2.8) \quad M_{ном} = 9,55 \cdot 10^3 \cdot P_{ном} / n_{ном}.$$

Тәуелсіз (параллель) козу қозғалтқыштарының тұрақты ток қозғалтқыштарының механикалық сипаттамаларының қарапайымдылығына байланысты айналу жылдамдығы арасындағы байланыс орнату қиын емес, ЭДС және якорь тізбегінің кедергісі. Жоғарыда айтылғандай, шекарадағы айналу жиілігі n_0 кезінде E_{a0} арматурасының ЭМҚ U желісінің кернеуіне тең. айналу шегінің жиілігі n_0 желісінің кернеуіне сәйкес келеді. Содан кейін айналырудың номиналды жиілігі номиналды жүктеме кезінде ЭДС-ге тең

$$E_{aном} = U - I_{aном} \sum r.$$

Алайда, қосымша резистор якорьмен сериясымен қосылған болса, номиналды жүктеме кезінде ЭДС

$$E'_{aном} \equiv U - I_{aном} (\sum r + r_{доб}).$$

Осылайша, қарастырылған қозғалтқыш үшін, теңдеу

$$\frac{n_0}{n'_{ном}} = \frac{U_{ном}}{E'_{aном}},$$

мұнда табиғи режимде ($\gamma_{доб} = 0$) немесе жасанды ($\gamma_{доб} > 0$) механикалық сипаттамаларда, айн / мин, қозғалтқыштың арматура айналу жиілігі,

$$n'_{\text{НОМ}} = (n_0/U_{\text{НОМ}})[U_{\text{НОМ}} - I_{a\text{НОМ}}(\sum r + r_{\text{доб}})].$$

(2.9)

Айнарудың шекаралық жылдамдығы $g_{\text{доб}} = 0$ -ге сәйкес келеді, сондықтан оны есептеу үшін өрнек, айн / мин,

$$n_0 = n_{\text{НОМ}} \frac{U_{\text{НОМ}}}{E_{a\text{НОМ}}} = n_{\text{НОМ}} \frac{U_{\text{НОМ}}}{U_{\text{НОМ}} - I_{a\text{НОМ}} \sum r}.$$

Механикалық сипаттамаларды есептеу кезінде екі мәселенің бірі әдетте шешіледі:

1) Номиналды жүктемеде жасанды механикалық сипаттамаға арналған нүктенің координаттары үшін $M_{\text{ном}}$ және $n_{\text{ном}}$ коэффициенттері осы жасанды сипаттамаға сәйкес келетін резистордың $g_{\text{доб}}$ кедергісін анықтайды;

2) Қозғалтқыштың номиналды жүктемесіне сәйкес келетін резисторлық $g_{\text{доб}}$ және ток зәкірі $I_{a\text{НОМ}}$ белгіленген мәндері үшін қозғалтқыш зәкірінің (2.9) айналу жиілігін анықтайды және жасанды механикалық сипаттаманы құрастырады.

(2.7) өрнегінен көрініп тұрғандай, қозғалтқыштың жылдамдығының айырмашылығы $\Delta n = n_0 - n$, оның жүктеме сәтіндегі M_c , қозғалтқыштың зәкір тізбегінің $(I_r + g_{\text{доб}})$ қарсылығын пропорционалды. Осы себепті, белгілі бір статикалық жүктеме сәті үшін, бұл жүктеменің қозғалтқыш білігіне қозғалтқыш жылдамдығының айырмашылығы осы қозғалтқыштың аматура тізбегінің тиісті қарсыласуына тұрақты:

$$\frac{\Delta n_c}{\sum r} = \frac{\Delta n_{n1}}{\sum r + r_{\text{доб1}}} = \dots = \frac{\Delta n_{nN}}{\sum r + r_{\text{добN}}} = \text{const.} \quad (2.11)$$

Бұл теңдеуді $g_{\text{доб}}$ үшін шешу кезінде, қажетті жасанды механикалық сипаттаманы алу үшін зәкір тізбегіне қосылуы керек резистор $g_{\text{доб}}$ тың кедергісін есептеу үшін формула аламыз. жасанды механикалық режимде ЛИН жылдамдық айырмашылығының белгіленген мәнін:

$$r_{\text{доб}} = \sum r [(\Delta n_n / \Delta n_c) - 1],$$

мұнда $L_{n1} = (n_0 - n_{\text{НОМ}})$ жасанды механикалық сипаттамалардағы дифференциалды жылдамдық; $\Delta n_c = (n_0 - n_{\text{НОМ}})$ табиғи механикалық сипаттамалар режимінде дифференциалдық жылдамдық.

Біз қозғалтқыштың номиналды қарсылық тұжырымдамасын енгіземіз, ол $R_{\text{НОМ}}$ қозғалтқышының аматура тізбегіне ие болуға тиіс, сондықтан $U_{\text{НОМ}}$ кернеу тіркелген аматураға қолданылған кезде, зәкір тізбегіндегі ток номиналды

$I_{a\text{НОМ}}$

$$R_{\text{НОМ}} = U_{\text{НОМ}} / I_{a\text{НОМ}}$$

(2.13)

Іс жүзінде, зәкірлер тізбегінің кедергісі $R_{\text{ном}}$ -нан әлдеқайда аз. Бұл қозғалтқыштың айналымы зәкірі арқылы тізбектегі ток тек тек

электрлік орамалардың электр кедергісімен шектелмейді, сонымен қатар тұрақты ток машинасының қозғалтқыш режимінде қарама-қарсы ЭДС болып табылатын, Еа зәкірімен шектеледі. Ол зәкір тізбегіне қолданылатын кернеуге бағытталған.

Әдетте электр қозғалтқышының таңдалған түріне арналған каталогта келесі атаулы деректер көрсетіледі: кернеу $U_{\text{ном}}(В)$, желінің қуаты $P_{\text{ном}}(кВт)$, айналу жылдамдығы $n_{\text{ном}}(айн / мин)$, зәкір тізбегіндегі ток $I_a (А)$, тиімділігі (%), кернеу $и_v$ Хг зәкірінің тізбегі және қоздыру орамдары Гв (ОМ), $GD^2 (Н-м^2)$ гильзаның сәті немесе J (кг-м²) арматура инерция сәті.

Каталогтарда көрсетілген қозғалтқыштардың орамасының электрлік кедергісі әдетте + 20 ° С температурасына сәйкес келеді. Бірақ қарсылық қозғалтқыштардың сипаттамалары мен параметрлерін есептеу кезінде олардың орамдары жұмыс температурасына жеткізілуі керек. Қолданыстағы стандартқа сәйкес жұмыс температурасының мәні қозғалтқышта пайдаланылатын электр оқшаулауының жылу кедергісінің класына байланысты қабылданады және: жылу кедергісі В - 75 ° С, және F және Н - 115 ° С жылу кедергісінде. Орамалардың кедергісі жұмыс температурасына дейін қайта есептеледі, яғни 20 ° С температурада, K_f коэффициенті бойынша ораманың кедергісін көбейтеді.

$$\sum r = \sum r_{20} K_f$$

Бұл коэффициенттің мәндері қозғалтқыштардың мақсаттарына және олардың өлшемдеріне (айналу осінің биіктігі) байланысты 2.1 кестеде келтірілген.. Егер каталогтағы зәкір тізбегіндегі орамалардың кедергісі көрсетілмесе, олардың жұмыс шамасына дейін азаятын олардың шамасы кейбір жуықтаумен Ом формулалары арқылы анықталады.

2.1. кестесі

К коэффициентінің мәндері

Қозғалтқыштың түрі	Айналу осінің биіктігі h, мм
Жалпы мақсаттағы тұрақты ток	80-200 225-500
Асинхронды жалпы мақсаттағы	50-132 160-355
Арнайы мақсаттағы, ауыр жұмыс жағдайында (металлургиялық серия және кран қозғалтқыштары үшін)	-

тәуелсіз (параллель) қоздыру қозғалтқыштары үшін

$$\sum r \approx 0,5 R_{\text{НОМ}} (1 - \eta_{\text{НОМ}}); \quad (2.14)$$

сериялы қоздыру қозғалтқыштары үшін (2.5 қараңыз)

$$\sum r \approx 0,75 R_{\text{НОМ}} (1 - \eta_{\text{НОМ}}). \quad (2.14)$$

а)

Электр желісінен номиналды режимде тұтынылатын қуат, Вт,

$$P_{\text{IНОМ}} = U_{\text{НОМ}} I_{\text{aНОМ}}. \quad (2.15)$$

Номиналды режимдегі зәкірдің тоғы қайдан, А,

$$I_{\text{aНОМ}} = P_{\text{IНОМ}} / U_{\text{НОМ}} = P_{\text{НОМ}} / (U_{\text{НОМ}} \eta_{\text{НОМ}}). \quad (2.16)$$

(2.2) см = 9.55s (2.5) қатысты ауыстыру кезінде біз тұрақты токтың қозғалтқышының, Н ■ м,

$$M_{\text{НОМ}} = 9,55 c_e \Phi I_{\text{aНОМ}}. \quad (2.17)$$

$c_e \Phi$ мәнін номиналды режим үшін зәкір ЭДС өрнегінен алуға болады

қайдан

$$E_{\text{aНОМ}} = U_{\text{НОМ}} - I_{\text{aНОМ}} \sum r = c_e \Phi n_{\text{НОМ}},$$

(2.18)

$$c_e \Phi = (U_{\text{НОМ}} - I_{\text{aНОМ}} \sum r) / n_{\text{НОМ}}.$$

Мысал 2.1. Тұрақты ток қозғалтқыштары номиналды деректерге ие: қуаты $P_{\text{НОМ}} = 42$ кВт; кернеуі $U_{\text{НОМ}} = 440$ В; айналу жиілігі $n_{\text{НОМ}} = 3000$ об/мин; Жұмыс температурасында зәкір орамасының кедергісі $X' = 0,17$ Ом; КПД $\eta_{\text{НОМ}} = 90,5$ %. $r_{\text{доб}}$ резистордың кедергісін анықтау қажет, ол зәкірдің тізбегіне сериялық қосылуға тиіс, сондықтан номиналды жүктеме жағдайында айналу жылдамдығы $M_{\text{НОМ}} n_{\text{НОМ}} = 0,5 P_{\text{НОМ}}$ болды

Шешім. 1. зәкір тоғы номиналды режимде

$$I_{\text{aНОМ}} = P_{\text{НОМ}} / (U_{\text{НОМ}} \eta_{\text{НОМ}}) = 42\,000 / (440 \cdot 0,905) = 105 \text{ А.}$$

2. Айналудың шекаралық жиілігі (2.10)

$$n_0 = n_{\text{НОМ}} \frac{U_{\text{НОМ}}}{U_{\text{НОМ}} - I_{\text{aНОМ}} \sum r} = 3000 \frac{440}{440 - 105 \cdot 0,17} = 3126 \text{ об/мин.}$$

3. Қозғалтқыш білігінің номиналды жағдайы

$$M_{\text{НОМ}} = 9,55 P_{\text{НОМ}} / n_{\text{НОМ}} = 9,55 \cdot 42\,000 / 3000 = 133,7 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

4. Нақты номиналды нүктенің табиғи механикалық сипаттамалары бойынша координаттары

$$M_{\text{НОМ}} = 133,7 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad n_{\text{НОМ}} = 3000 \text{ об/мин.}$$

5. Номиналды қозғалтқыштың қарсылығы (2.13)

$$R_{\text{НОМ}} = U_{\text{НОМ}} / I_{a\text{НОМ}} = 440 / 105 = 4,19 \text{ Ом.}$$

6. Резистордың жасанды сипаттамаларына (2.12) айналмалы жиіліктің ординатына сәйкес келетін кедергісі,

$$n'_{\text{НОМ}} = 0,5 n_{\text{НОМ}} = 0,5 \cdot 3000 = 1500 \text{ об/мин};$$

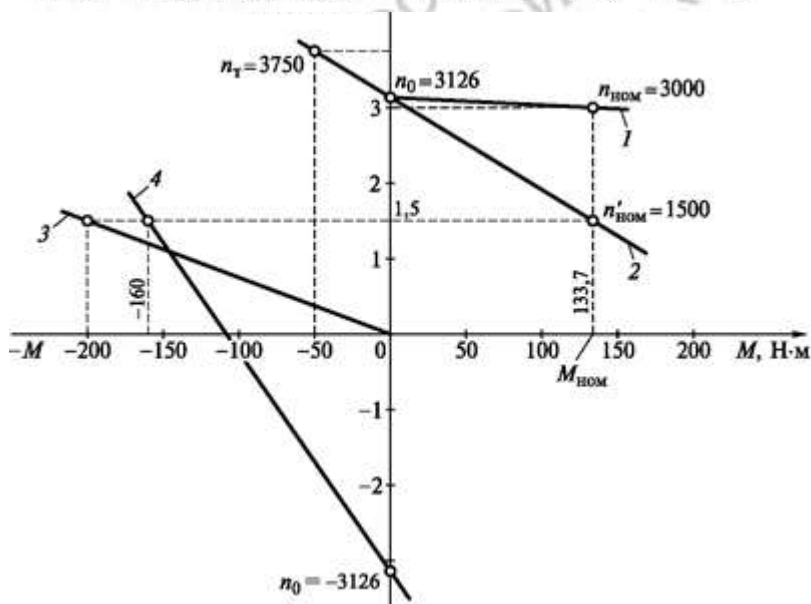
$$r_{\text{доб}} = \sum r \left[(\Delta n_{\text{и}} / \Delta n_{\text{с}}) - 1 \right] = 0,17 \left[\frac{3126 - 1500}{3126 - 3000} - 1 \right] = 2,0 \text{ Ом}$$

7. Қарастырылып отырған тұрақты ток қозғалтқышы бар электрожетектің механикалық сипаттамасы 2.5 (1 және 2-графиктер) суретте көрсетілген.

Мысал. 2.2. ПБС-62 типті тәуелсіз қозғалтқышы бар қозғалтқыштың табиғи және жасанды механикалық сипаттамаларын құру үшін қажетті координаттарды есептеңіз, егер зәкір тізбегіндегі сыртқы кедергі $r_{\text{доб}} = 2,40 \text{ Ом}$. Қозғалтқыштың номиналды деректері, қуаты $P_{\text{НОМ}} = 4,7 \text{ кВт}$; кернеуі $u_{\text{НОМ}} = 220 \text{ В}$; айналу жиілігі $n_{\text{НОМ}} = 1000 \text{ айн/мин}$; КПД $\eta_{\text{НОМ}} = 87\%$.

Ш е ш і м . 1. Зәкірдің номиналды тоғы

$$I_{a\text{НОМ}} = P_{\text{НОМ}} / (U_{\text{НОМ}} \eta_{\text{НОМ}}) = 4700 / (220 \cdot 0,87) = 24,5 \text{ А.}$$



Сурет. 2.5. Негізгі (двигательдвигательді) (1, 2) және тежегіш (3, 4) режиміндегі тұрақты токтың (парралельді) қозуына тәуелсіз, электрожетектің механикалық сипаттамалары.

2. Қозғалтқыштың номиналды қарсылығы

$$R_{\text{ном}} = U_{\text{ном}}/I_{\text{а ном}} = 220/24,5 = 8,98 \text{ Ом.}$$

3. Зәкір тізбегіндегі орамдардың қарсылығы (2.14)

$$\sum r = 0,5 R_{\text{ном}} (1 - \eta_{\text{ном}}) = 0,5 \cdot 8,98 (1 - 0,87) = 0,58 \text{ Ом.}$$

4. Айналудың шекаралық жиілігі (2.10)

$$n_0 = n_{\text{ном}} \frac{U_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}} - I_{\text{а ном}} \sum r} = 1000 \frac{220}{220 - 24,5 \cdot 0,58} = 1069 \text{ об/мин.}$$

5. Номиналды жағдай.

6. Н $M_{\text{ном}} = 9,55 \cdot 10^3 P_{\text{ном}}/n_{\text{ном}} = 9,55 \cdot 10^3 \cdot 4,7/1000 = 44,9 \text{ Н} \cdot \text{м.}$
айналудың жиілігі (2.9)

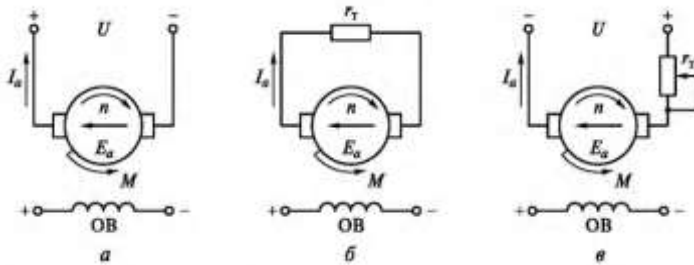
$$\begin{aligned} n'_{\text{ном}} &= (n_0/U_{\text{ном}})[U_{\text{ном}} - I_{\text{а ном}}(\sum r + r_{\text{доб}})] = \\ &= (1069/220)[220 - 24,5 (0,58 + 2,40)] = 714 \text{ об/мин.} \end{aligned}$$

7. « = 1069 айн/мин, «_{ном} = 1000 айн/мин и $M_{\text{ном}} = 44,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$ координаты бойынша табиғы механикалық сипаттамасын құрады, ал $n_0 = 1069 \text{ об/мин}$, «_{ном} = 714 айн/мин және $M_{\text{ном}} = 44,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$ координаты бойынша жасанды механикалық сипаттамасын құрады.

2.4. Тежегіш режимдеріндегі тәуелсіз (параллель) қоздырудың тұрақты токтың электр қозғалтқыштарының механикалық сипаттамалары

Генераторлы (регенеративті) тежеу. Бұл режим зәкірдің айналу жылдамдығы идеалды бос орынның айналу жиілігінен асып кеткен кезде тәуелсіз (параллель) және аралас қозу қозғалтқыштарында мүмкін болады. Іс жүзінде, бұл қозғалтқыш білігіне әсер ететін сыртқы жағдайдың әсерінен айналымның айналу жылдамдығы «>» 0 болғанда, «мінсіз айналымның жылдамдығынан жоғары» мәнге дейін артады. Осындай жағдайларда $E_a = c_{\Phi}$ машинасының ЭМУ «кернеудің ($E_a > U_{\text{ном}}$) кернеуінен жоғары болады, ал якорь ағымы, демек, электромагниттік сәтте бағытын өзгертеді. Нәтижесінде тікелей ток көзі генераторлық режимге көшеді және өндірілетін электр қуаты торға қайтарылады. Қозғалтқыштың электромагниттік M жағдайы тежелетін бола бастайды, яғни, ол сыртқы айналуға қарсы (сурет 2.6, а). Бұл тежеу үрдісі зікірдің айналу жиілігі «0» ге азайғанша жалғасады.,

Қозғалтқышты регенеративті тежеу режиміне ауыстыру үшін электр жетегіндегі тізбектің өзгерісі талап етілмейді.



Сурет. 2.6. Тұрақты ток қозғалтқышының тежеу режимдері тәуелсіз (параллельді) қозғау

Генераторлы рекуперативті тежеу - бұл ең үнемді тежеу түрі, себебі ол торға энергияны қайтарумен қатар жүреді. Бұл тежеу әдісінің қолданылуы қазіргі заманғы электр жетегіндегі тиімді энергияны үнемдейтін құрал. Бұл электротранспорттардың жұмысында қолдану тиімді, яғни олардың жұмысы көбінесе көп аялдау, жоғарыдан ылдифа қарай жүрумен байланысты. Бұл жағдайда көлік құралының кинетикалық энергиясы (трамвай, троллейбус, электрлік пойыз) электр энергиясына айналады және желіге оралады.

Генераторлы-рекуперативті тежеу режимінде тәуелсіз (параллель) қозғаушы қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары түзу сызық болып табылады және координат осінің екінші квадрантында қозғалтқыш режимінің механикалық сипаттамаларының жалғасы болып табылады (2.4 суретті қараңыз, 1, 2 және 3-графиктер). Бұл сипаттамалардың құрылысы қиын емес. Якорьдің тұрақты айналу жылдамдығы барысында, қозғалтқышты регенеративті қалпына келтіру, тежеу режиміне ауыстыру мүмкін. Ол үшін қозғалтқыштағы қозғаудың магниттік ағынын, яғни қоздыру орамасындағы ток күшін арттыру керек. Оның (2.10) өрнегінен келуі керек.

$$n_0 = n_{\text{НОМ}} \frac{U_{\text{НОМ}}}{E_{a \text{НОМ}}} = n_{\text{НОМ}} \frac{U_{\text{НОМ}}}{c_e \Phi n_{\text{НОМ}}} = \frac{U_{\text{НОМ}}}{c_e \Phi}, \quad (2.19)$$

яғни, айналудың шекаралық жиілігінің мәні «0 магниттік қозғау ағынына Φ , демек, қозғау орамасындағы ток күшіне кері пропорционалды.

Осылайша, зәкір орамасындағы ағымның артуы кезінде айналдырудың шекаралық жиілігі төмендейді, ал айналмалы зәкірдің инерция күштеріне байланысты зәкірдің айналу жиілігі іс жүзінде өзгермейді. Қозғалыс тогының нақты мәнінде зәкір айналуының нақты жылдамдығы айналудың шекаралық жиілігінен асып кетеді («>» 0) және қозғалтқыш регенеративті тежеу режиміне ауысады. Бұл қозғалыс ток қозғалысының жылдамдығы жеткілікті жылдам болған кезде пайда болатындығын ескеру қажет. Алайда, қозғаудың магнит ағыны баяу өссе, электр қозғалтқыштың айналмалы бөліктерінің инерция жағдайы аз болса, онда қозғалтқыш зәкірінің айналу жиілігі төмендеуі

рекуперативті режимге көшпей тұруы мүмкін, яғни желіге энергияны бермей-ақ.

Динамикалық тежеу. Мұндай тежелуге қажеттілік электр қозғалтқыштың электр желісінен ажыратылғаннан кейін, кинетикалық энергияның электр жетегінің қозғалыстағы массаларына әсер етіп, айналдыруы кезінде туындайды.

Егер бұл жағдайда ток көзінен ажыратылған зәкір орамасы резистордың r_T жабылатын болса, онда қозғалтқыш генераторлық режимге түседі (қозғалтқыш орамасы желіге қосулы қалуы керек). Жасалынған электр энергиясы торға қайта берілмейді, себебі бұл рекуперативті тежеу кезінде орын алады, бірақ қарсыласумен ерекшеленетін жылуға

$$R = \sum r + r_T$$

Динамикалық тежеу режимінде арматураның ЭДС бағыты өзгермейді, бірақ арматура желіден ($U = 0$) ажыратылғандықтан, emf ток көзі ЭДС E_a болып табылады, ол қозғалыс режимінде кернеуге қарсы бағытталады. Нәтижесінде, арматура орамасының ағымы динамикалық торпедо режиміне өту кезінде бағытын өзгертеді

$$I_a = (U - E_a) / R = -E_a / R, \quad (2.2)$$

яғни. теріс болады. Нәтижесінде электромагниттік жағдайда бағыт өзгеріп, қарқынды дамып кетеді (2.6-сурет, б). Динамикалық тежеу режиміндегі қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары ($-M$, n) координат осінің екінші квадрантында орналасқан. Олар түзу болып табылады және координаттың басталған жерінен шығарылады (2.4 суретті қараңыз, 4 және 5-графиктер).

Резистордың r_T кедергісі динамикалық тежеу барысында зәкір тізбегін жабу керек, ол келесідей анықталады, Ом,

$$r_T = (E_{aT} / I_{aT}) - \sum r, \quad (2.21)$$

мұндағы E_{aT} и I_{aT} — ЭДС динамикалық тежеу режиміндегі зәкір тоғы.

Тежелудің басындағы айналу жиілігі қозғалтқышты режимнің соңындағы айналу жиілігімен анықталады. Демек, динамикалық тежеу режиміндегі зәкірдің ЭДС (2.2) және (2.5) формулаларымен анықталуы мүмкін В,

$$E_{aT} = c_e \Phi n_T = 0,105 c_M \Phi n_T = 0,105 (M_{дв} / I_{a дв}) n_T, \quad (2.22)$$

мұндағы $M_{дв}$ және $I_{a дв}$ - қозғалтқыштың білігі мен якорь тоғындағы сәті, және тиісінше қозғалтқыш кестесінің соңында, яғни динамикалық тежеу кестесінің басында.

Баяулаудың басталуына сәйкес келетін зәкір тоғы қалыпты болады:

$$I_{aT} = (1,1 \div 1,8) I_{аном}. \quad (2.23)$$

Тым кішкентай ток тежеу үрдісін күшейтеді, оны тиімсіз етеді және тым көп ток щеткасы жинағыш жинағының жұмысына кедергі келтіруі мүмкін (күшті ұшқын немесе тіпті «дөңгелек от» алуан түрінде). Тежеу режимінің басындағы тежелу жағдайы, Н-м,

$$M_T = -M_{\text{ном}}(I_{\text{ат}}/I_{\text{аном}}). \quad (2.24)$$

Тежеу процесі зәкір тосынымен тоқтатылса жағдайы (а) сурет. Жүктеме азайған кезде көтеру құрылғысында динамикалық тежеуді пайдалануға болады. Бұл жағдайда айналдыру жиілігі бағытты өзгертеді, яғни. динамикалық тежеу сипаттамалары екінші квадрантта динамикалық тежеу сипаттамаларының кеңеюі болып табылатын координат осінің төртінші квадрантында орналасқан (2.4 суретті қараңыз, 4 және 5-графиктер). Бұл сипаттамалардың ординат осіне көлбеулігі резистордың r_T кедергісіне байланысты.

Мысал 2.3. Динамикалық тежеу барысында тұрақты электр қозғалтқышының зәкір тізбегіне тәуелсіз қозуды қосу үшін резистордың r_T қарсылығын анықтаңыз (2.6-суретті қараңыз, б). Тежеу қозғалтқыш білігінің номиналды жағдайында айналу жиілігі - 1500 айн / мин жылдамдықта басталады. Қозғалтқыштың техникалық деректері:

$$U_{\text{ном}} = 440 \text{ В}; X_T = 0,17 \text{ Ом}; I_{\text{а ном}} = 105 \text{ А}; M_{\text{ном}} = 133,7 \text{ Н·м}.$$

Шешім. 1. ЭДС режиміндегі тежелу (2.22)

$$E_{\text{ат}} = 0,105(M_{\text{ном}}/I_{\text{аном}}) n_T = 0,105(133,7/105)1500 = 200 \text{ В}.$$

2. Тежелу басында тоқты қабылдаймыз (2.23)

$$I_{\text{ат}} = 1,5 I_{\text{аном}} = 1,5 \cdot 105 = 157,5 \text{ А}.$$

3. Резистордың кедергісі (2.21)

$$r_T = (E_{\text{ат}}/I_{\text{ат}}) - \sum r = (200/157,5) - 0,17 = 1,1 \text{ Ом}.$$

4. Тежеу сәті (2.24) $M_T = -M_{\text{ном}} (I_{\text{ат}}/I_{\text{аном}}) = -133,7 \cdot 1,5 = -200 \text{ Н·м}.$

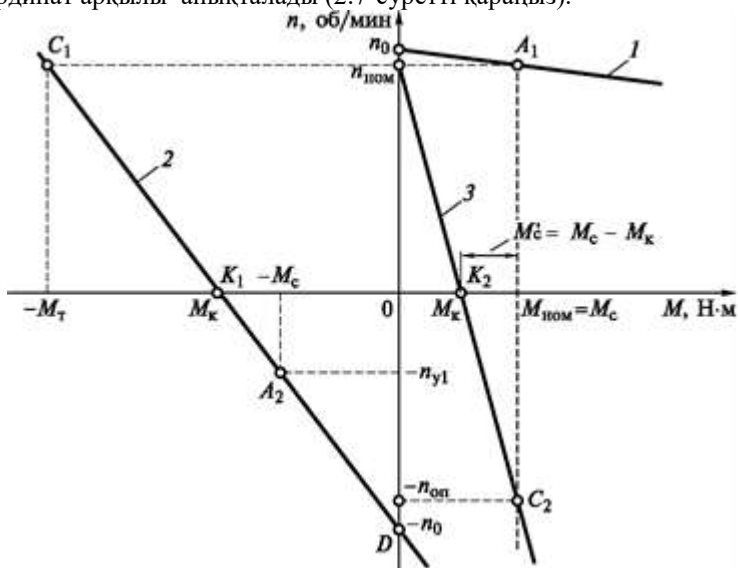
5. Қозғалтқыштың динамикалық тежеуінің сипаттамасы сурет. 2,5, 3-график.

Қарсы шығу арқылы тежеу. Қозғалтқыштың номиналды жүктемесі бар негізгі (қозғалтқыш) режимде жұмыс істейтінін қарастырайық (1-диаграммада А1 нүктесі, 2.7 сурет). Қозғалтқыш электр желісінен ажыратылған кезде, $M = 0$ сәті, электр қозғалтқышының айналмалы массаларының кинетикалық энергиясына байланысты мотор зәкірі біраз уақыт бойы айнала береді; бірақ қозғалтқыш шығып кетеді. Қозғалтқыштың шығып кету уақытын азайту үшін тежегіш қарсы тұру арқылы қолданылады. Осы мақсатта зәкір орамасының терминалдарындағы кернеудің полярлығы өзгереді (қозғалтқыштың қима ұяшығының полярлығы бірдей болуы керек) және арматураның орамасының кернеуі теріс болады ($-U_a$). Электр

2.6, c): $I_a = (-U_a - E_a)/R = -(U_a + E_a)/R.$

(2.25)

координат арқылы анықталады (2.7-суретті қараңыз).



Сурет. 2.7. Электр қозғалтқышымен механикалық сипаттамалары тежеу кезінде тәуелсіз қоздыру қарсылығы

осы жағдайларда рельстердің ток берілуі рұқсат етілген мәннен аспаса, резистордың r_T кедергісі зәкір орамасының тізбегіне қосылады. Бұл жағдайда қарама-қарсылықпен (2.25) өрнекке сәйкес I_a зәкір тоғы шектеледі

$$R = \sum r + r_{\text{T}}. \quad (2.26)$$

Тежеу сәтінде - M_m якорьдің айналу жиілігі азаяды, нөлдік мәнге жетеді ($K \wedge$ нүктесі) Якорь тізбегі осы уақытта электр желісінен ажыратылмаса, қозғалтқыш кері айналады және оның якорь қозғалтқыштың (негізгі) режиміне жылжу жиілігі мен айналу жиілігінің теріс мәндерімен қозғалатын M_k сәтінде қарсы бағытта айнаруды бастайды. Бұл жағдайда

қозғалтқыш координат осінің үшінші квадрантында орналасқан механикалық сипаттам K_1D телімінде жұмыс істейді. Егер қозғалтқыш білігінің статикалық крутяты реактивті болса, онда ол M_c кедергісінің статикалық сәтіне тең M мәніне жеткенде, айналу жиілігі p_{y1} тұрақты күйдегі жұмыс режимі пайда болады. Егер статикалық кедергі жағдайы болмаса (айналым режимі), онда айналу жиілігі ол - n_0 (D нүктесі) мәніне жеткенше артуын жалғастырады.

Токтатуды болдырмау үшін керісінше тежеу жұмысы автоматты түрде автоматтандырылып, нөлдік жылдамдықпен ($K1$ нүктесі) зәкір тізбегі желіден ажыратылады.

Резистордың қарсыласуына кедергі келтіре отырып, зәкір тізбегіне қосылған,

$$r_T = [(U_a + E_{aT})/I_{aT}] - \sum r. \quad (2.27)$$

ЭДС тежеуді баяулату басында зәкір жетімді ток мөлшері E_{aT} (2.22) арқылы анықталады, I_{aT} — по (2. 23)

Тежеу сәті, Нм,

$$M_T = M_{ном}(I_{aT}/I_{аном}). \quad (2.28)$$

2.4-мысал. Тұрақты қозғалтқыштың қозғалтқышы жасанды механикалық режимде жұмыс істейді, ал білікке « $n_{ом} = 1500$ айн / мин айналу жиілігінде $M_{ном} = 133,7$ Н·м жүктеме жүктеледі (2.1-мысалды қараңыз). Қарсы қосылудың тежелуі кезіндегі қозғалтқыштың зәкір тізбегіне қосылуы керек резисторы r_T кедергісін анықтаңыз 2.1-мысалда алынған параметрлердің мәндерін шешім қабылдағанда пайдалануға болады.

Шешім. 1. Зәкір ЭДС тежеу басында (2.22)

$$E_{aT} = 0,105(M_{ном}/I_{аном})n_{ном} = 0,105(133,7/105)1500 = 200 \text{ В.}$$

2. Тежеуге рұқсат етілген ток (2.23)

$$I_{aT} = 1,2 \cdot I_{аном} = 1,2 \cdot 105 = 126 \text{ А.}$$

3. Зәкір тізбегіндегі тежеуіш резистордың кедергісі (2.27)

$$r_T = [(U + E_{aT})/I_{aT}] - \sum r = [(440 + 200)/126] - 0,17 = 4,9 \text{ Ом.}$$

4. Тежеу сәті (2.28) $M_T = -M_{ном}(I_{aT}/I_{аном}) = 133,7(126/105) = -160 \text{ Н} \cdot \text{м.}$

5. Қарсыласу арқылы тежеудің сипаттамасы күріш. 2.5, 4-график.

Қарсы тежеу механизмі көтергіш құрылғыларда пайдаланылады, бұл қозғалыс қозғалтқышта қарсыласудың белсенді жағдайын M_c тудырады. Осындай құрылғының қозғалтқышы $A1$ нүктесінің тұрақты күйдегі номиналды режим жүктемесінің табиғи сипаттамасында 1 көтеру үшін жұмыс істеп тұр делік (2.7-суретті

қараңыз). Бұл жағдайда қозғалтқыштың электромагниттік моменті тұрақтылықтың статикалық мезетіне тең ($M_{ном} = M_c$). G массалы салмақты жүкті төмендету үшін (1.4 суретті қараңыз) кедергісі $r_{т1}$ қосымша зәкір тізбесіне қосымша резистор енгізілді. Бұл жағдайда қозғалтқышжасанды механикалық сипаттаманың 3 режиміне көшеді және жүктеме G арқылы құрастырылған M_c тұрақтылығының статикалық мезетінде қозғалтқыштың M_k электромагниттік сәтінің максималды мәнінен асып кетеді $= M_c - M_k$. Бұл артық сәттің әсерінен жүктеме түседі, мотор арматурасының айналу бағыты теріс болады – $n_{он}$ ($C2$ нүктесі). Бұл жағдайда қозғалтқыштың электромагниттік моменті баяулайды.

Тежеу әдісімен жүктемені төмендету жылдамдығы резистордың $r_{т1}$ кедергісіне байланысты: үлкенірек «жұмсақ» болса, G жүгі жылдам түседі.

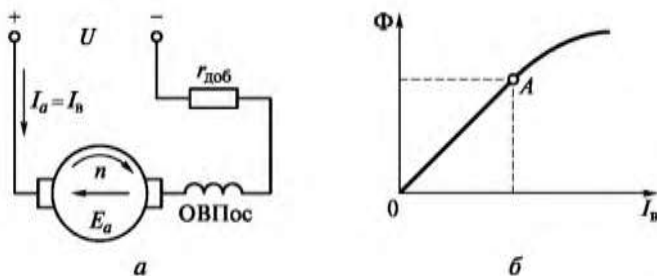
2.5. Жүйелі қозатын тұрақты тоқтардың қозғалтқыштарының электро жетектерінің механикалық сипаттамасы

Бұл қозғалтқыштардың айрықша ерекшелігі - қозғалтқыштың жүктеме тогын және қозғау тогын тудыратын зәкір мен қоздыру орамдарының бірінен соң бірі қосылуы (2.8-сурет, а). Осы себепті қозғалтқыштарда қоздыру қозғалтқыштарындағы қозу магниттік ағыны жүктемеге байланысты.

Кішкентай қозғалтқыштың жүктелуімен оның магнит жүйесі қанықпайды және магнит ағыны жүктеме тоғына пропорционалды.

$$\Phi = c_{\Phi} I_a,$$

Бұл қозғалтқыштардың айрықша ерекшелігі - бұл кезде c_{Φ} - зәкір I_a мен қоздыру ағыны Φ арасындағы ағымдық коэффициент.



$$M = c_M \Phi I_a = c_M c_{\Phi} I_a^2. \quad (2.29)$$

2.29 суреттен көргеніміздей, қанық емес магниттік жүйелі қозғалтқышта электромагнитті жағдай ток жүктемесінің квадратына тең. Түрлендіріп мынаны (2.29) аламыз:

$$I_a = \sqrt{M / (c_M c_{\Phi})} = CM^{1/2}.$$

(2.29) және (2.30) қайта құру арқылы аламыз (2.1)

$$n = \frac{CU}{\sqrt{M}} = C_1 M^{-1/2} - B, \quad (2.31)$$

мұндағы C , C_1 және B — коэффициенттер, қозғау қозғалтқышы үшін тұрақты қоздырушы.

Қозғалтқыштың қанықпаған магниттік жүйесіне сәйкес алынған теңдеуден, онда $n - f(M)$ тәуелділігі, яғни, жүйелі қоздыру қозғалтқышының механикалық сипаттамасы, теріс бөлшек көрсеткіші бар дәрежелі функциясы, бұл сипаттама қисық сызықты (сурет 2.9, 1-сурет). Дегенмен, мотор жүктемесі $M > 0,8 \text{ MN}$ болса, магниттік жүйе қанығады (сур. 2.8, б, нүкте А) және $\Phi - f(I_a)$ тәуелділігі өзгереді. Сондықтан, жоғарыда келтірілген теңдеу (2.31) механикалық сипаттаманың формасын $M < 0,8 M_{\text{ном}}$ қозғалтқыш жүктемесіне сәйкес келетін бастапқы бөлігінде ғана анықтайды. Жүктің одан әрі артуымен механикалық сипаттамалар қатаңырақ болады.

Бірінен соң бірі қозатын тұрақты ток қозғалтқыштарының қасиеттері туралы төмендегі қорытындыларды жасауға болады: Сериялық қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары қисық сызық болып табылады және оның әр түрлі бөліктеріндегі сипаттаманың қаттылығы бірдей емес: кішігірім жүктемелер үшін қозғалтқыштың айналу жиілігі маңызды және сипаттамасы өте жұмсақ.

Жүктемені жоғарылату арқылы механикалық сипаттамалар күшейе түседі, ал номиналға жақын жүктемеде қатаң болып келеді.

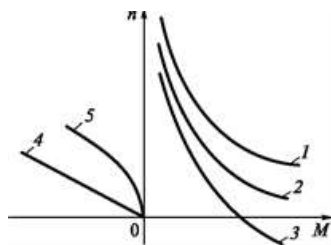
Бұл жүктемедегі $I_a > 0,8 I_a$ атауында магниттік

жүйе қаныққан және жүктің одан әрі артуымен магнит өрісінің ағыны жүктеме тоғына тәуелсіз іс жүзінде өзгермейді.

2.9 сурет. Негізгі (қозғалтқыш) (1, 2, 3) және

(4, 5) режимдерінде қозу қозғалтқышы

бар электр жетегінің механикалық сипаттамалары



2. Механикалық сипаттамасы ординат осімен қиылыспайды, өйткені қозғалтқыш жүктемесі болмаған кезде ($M \sim 0$) айналу жиілігі шексіз артады. сондықтан қозғалтқыштардың жұмысына номиналды 25% -дан аз ($M < 0,25 \text{ MN}$) жүктемеде, тіпті одан да көп жұмыс істемей тұрғанда рұқсат етілмейді. Кездейсоқ қоздыру қозғалтқыштары бар дискілерде босату режимін («қозғалтқыш аралығы») алып тастауды болдырмау үшін, айналмалы қозғалысты басқару механизміне ауыстыру үшін

белдік тістерін және фрикциялық муфталарды қолдануға рұқсат етілмейді.

(2.30) көмегімен өрнек (2.29) түрлендірілген кезде, қозғалтқыштың

$$\text{куаты, } W, P_1 = UI_a = A\sqrt{M}, \quad (2.32)$$

мұндағы A - пропорционалдық коэффициенті. Оның (2.30) және (2.32) өрнектерінен сериялы қозғалтқыштардың қозғалтқыштары үшін жүктеу кезіндегі M кең ауқымда өзгеруімен, P_1 және якорь тоғы I_a тәуелді (параллель) қоздыру қозғалтқыштарына қарағанда, кішігірім диапазонда тұтынылатын қуаттың көрінісі өзгереді.

$$P_1 = UI_a = A_1 M, \quad (2.33)$$

A_1 —пропорционалдық коэффициенті

Мысалы, дәйекті қозғалтқышта, жүктеме моменті төрт есеге көбейгенде, P_1 тұтынылатын қуат тек екі есе көбейеді және тәуелсіз (параллель) қозу қозғалтқышында төрт есе артады. Бұл жүйелі қозғаумен қозғалтқыш жүктемесінің жоғарылауы арматураның да, магниттік қозғау ағынының да бір мезгілде ұлғаюымен бірге жүреді және осы екі параметр

Қозғалыс қозғалтқыштарының бұл қасиеті оларды іске қосу аймағын айқындайды - іске қосу мен пайдаланудың ауыр жағдайлары бар жетектер механизмдерін: жиі іске қосылады, қайтарады, шамадан тыс жүктейді. Әдетте сериялы қоздыру қозғалтқыштары көтергіш құрылғылар мен көліктерді тартқыш қозғалтқыштар (трамвайлар, метро, электрлік машиналар) ретінде басқару үшін қолданылады.

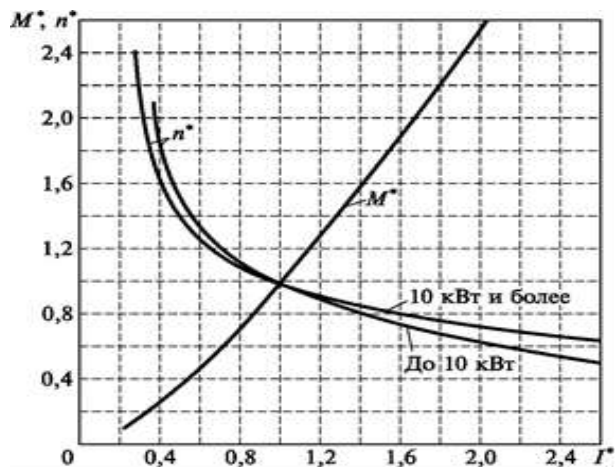
Сәйкес қоздыру қозғалтқышының механикалық сипаттамаларын есептеуге және құруға мүмкіндік беретін тендеулердің жоқтығына байланысты олардың құрылысы үшін әмбебап табиғи сипаттамалар қолданылады (2.10-сурет). Әмбебап сипаттамалар салыстырмалы бірліктерде жасалады:

ток $I^* = I_a / I_{аном}$; M^* сәті = $M / M_{ном}$; айналу жиілігі

Қарастырылып отырған қозғалтқыштардың механикалық сипаттамалары қисық сызық болғандықтан, олардың құрылысы тәуелсіз қоздыру қозғалтқыштарына қарағанда көбірек еңбекке жарамды. Қисық сипаттамасын құру үшін кем дегенде бес нүкте қажет (соғұрлым көп нүкте, неғұрлым дәл құрылыс), ал тура сипаттамасы екі нүктеден тұрғызылады.

Әмбебап сипаттамаларға сәйкес қозғалтқыштың дәйекті қозғалтқышының $n = f(M)$ табиғи механикалық сипатын салу үшін келесі әрекеттерді орынданыз.

Ток $I_a (A)$, $M (Нм)$ сәті және айналу жылдамдығы n (об/мин) нақты номиналды мәндері анықталған.



Сурет. 2.10. Қозғалтқыштардың табиғи әмбебап сипаттамасының дәйекті өріс тоғы

2. Жүктеме I^* жүктемесінің бірқатар салыстырмалы мәндерімен белгіленеді және 2.10 суретке сәйкес M^* және айналу жиілігі n^* салыстырмалы мәндерін анықтаңыз.

3. Қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасын құрыңыз.

Мысал 2.5. Тұрақты ток қозғалтқышының механикалық сипаттамасын техникалық деректермен қоздыру үшін: $U_{\text{н}} = 3.0 \text{ кВт}$; $n^{\wedge} m = 1130 \text{ айн / мин}$; $U_{\text{н}} = 220 \text{ В}$; $I_{a \text{ ном}} = 19 \text{ А}$.

Шешім. 1. Моменттің номиналды мәні

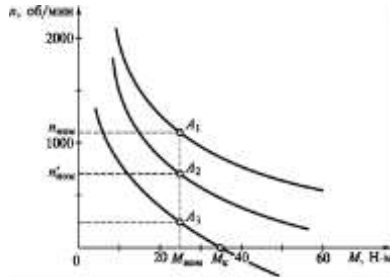
$$M_{\text{ном}} = 9,55 \cdot 10^3 \frac{D_{\text{ом}}}{n_{\text{ном}}} = 9,55 \cdot 10^3 \cdot \frac{3,0}{1130} = 25,35 \text{ Нм.}$$

2. Тиісті жүктемелік шамалар мен әмбебап әмбебап сипаттамаларды салыстыра отырып (2.10-суретті қараңыз) қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамаларын салыстырмалы бірліктерде салу үшін қажетті шамаларды анықтай

I^*	2,0	1,5	1,0	0,50	0,35
M^*	2,5	1,65	1,0	0,40	0,35
n^*	0,60	0,80	1,0	1,5	2,0
$I_a, \text{ А}$	38	28,5	19	9,50	65
$M, \text{ Н} \cdot \text{м}$	63	38,5	25,35	10,1	6, 8,9
$n_{\text{с}}, \text{ об/мин}$	678	904	1130	1695	2260

3. Алынған мәліметтер негізінде біз табиғи механикалық сипаттаманы құрдық (2.11-сурет, D нүктесінен өтетін сызба).

Қозғайтын қозғалтқыштың қозғалтқышының механикалық сипаттамаларын есептеу кезінде, сондай-ақ тәуелсіз қозу қозғалтқышы екі мәселенің біреуі шешіледі:



Сурет. 2.11 Тұрақты қоздыру қозғалтқышымен қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары

Егер нүктенің координаттары жасанды механикалық сипаттамаға келтірілсе, онда резистордың $r_{доб}$ кедергісі формула бойынша есептеледі

немесе жасанды сипаттаманың (M, n) нүктесінің координаттары бойынша қажетті резистордың кедергісі жасанды механикалық сипаттаманың немесе резистордың кедергісі бойынша, диодтар жасанды сипаттамалардың нүктелерінің координаттары арқылы анықталады.

$$r_{доб} = [1 - (n_{II}/n_c)](U_{ном}/I_{aII}) - \sum r, \quad (2.34)$$

онда I_{aII} - айналмалы жиіліктегі периодта жасанды механикалық сипаттамаға сәйкес келетін анкерлік ток.

Егер сіз нүктенің координаттарын жасанды сипаттамаға келтірсеңіз, номиналды жүктеу сәтіне ($M_{ном}$ и $P_{ном}$), сәйкес келеді онда $I_{аном}$ (2.34) номиналды ток шамалары мен жиілігі $n_{ном}$.

Егер берілген нүктенің координаттары номиналды режимге сәйкес келмесе, әмбебап сипаттамаларды қолданып, көрсетілген жүктемеге сәйкес айнарудың айналымын және айналу жылдамдығын анықтаңыз. Одан кейін жылдамдықты есептеп, бірқатар нүктелердің айналу жылдамдығын анықтаңыз (кем дегенде бес) және жасанды механикалық сипаттамалар жасаңыз.

Алайда, резистордың кедергісі орнатылған болса, айналу жылдамдығы жүктеме тогының, p / мин,

$$n_{II} = n_c (E_{aII}/E_{ac}), \quad (2.35)$$

осындағы E_{aII} — ЭДС зәкірі жасанды механикалық сипаттамасының режимі, В,

$$E_{aII} = U - I_{aII}(\sum r + r_{доб}), \quad (2.36)$$

Еа е — ЭДС зәкірі жасанды механикалық сипаттамасының режимі (гдоб = 0), Ом,

$$E_{ac} = U - I_a \sum r. \quad (2.37)$$

Зәкір тізбегі орамасының кедергісі

$$\sum r = r_a + r_{д.п} + r_{посл},$$

арматура орамасының қарсылығын қоспағанда және r_a қосымша полюстерінің орамасынан басқа, бұл схема қозғаудың сериялы орамасының кедергісін қамтиды. Бұл қарсылық каталогтар немесе каталогтар деректерінен анықталады, содан кейін жұмыс температурасына қатысты (2.3 қараңыз) немесе формуланы (2.14а) пайдаланыңыз.

Егер КПД $\eta_{ном}$ тиімділік каталогта көрсетілмесе, ол формула бойынша анықталады

$$\eta_{ном} = P_{ном} / (U_{ном} I_{aном}). \quad (2.38)$$

Мысал. 2.6. Қозғау қозғалтқышы үшін (2.5-мысалды қара) резистордың кедергісін анықтаңыз, ол зәкір тізбегіне қосылған кезде жасанды механикалық сипаттамалар координаттары бар А2 нүктесінен өтеді:

$M_{ном} = 25,35$ Н·м; $n^м = 750$ об/мин (сур. қараңыз. 2.11) осы сипаттаманы құру;

Шешім. 1. Номиналды қозғалтқыштың қарсылығы (2.13)

$$R_{ном} = 220/19 = 11,6 \text{ Ом.}$$

2. КПД номиналды режимде (2.38)

$$\eta_{ном} = 3000 / (220 \cdot 19) = 0,72.$$

3. Зәкір орамасы тізбегінің кедергісі (2.14а)

$$\sum r = 0,75 \cdot 11,6(1 - 0,72) = 2,43 \text{ Ом.}$$

Резистор кедергісі $r_{доб}$, координатасына сәйкес $M_{ном}$ и $n_{ном} = 750$ айн /мин (2.34),

$$\begin{aligned} r_{доб} &= [1 - (n_{и}/n_e)] [(U_{ном}/I_a) - \sum r] = \\ &= [1 - (750/1130)] [(220/19) - 2,43] = 3,1 \text{ Ом.} \end{aligned}$$

2.5-мысалдағы деректерді пайдаланып, резистор 0.31 Ом кедергісі бар зәкірге қосылған кезде, қозғалтқыштың жасанды механикалық сипаттамасын жасау үшін қажетті параметрлерді есептейміз.

I^*	2,0	1,5	1,0	0,50	0,35
$I_a, \text{ A}$	38	28,5	19	9,50	65
$M, \text{ Н} \cdot \text{ м}$	63	38,5	25,35	10,1	8,90
$n_e, \text{ об/мин}$	678	904	1130	2007	2260
$E_{ac}, \text{ В (2.37)}$	127,7	150,8	173	200	204
$E_{ан}, \text{ В (2.36)}$	9,0	62,0	115,5	167,3	189
$n_{и}, \text{ об/мин (2.35)}$	47,8	371	750	1412	2094

Алынған мәліметтерге сәйкес, М және $n_{и}$, жасанды механикалық сипаттама жасалды (2.11 суретін қараңыз, А нүктесінен өтетін сызба).

Мысал 2.7. Бірінен соң бірі қозатын қозғалтқыштар үшін (2.5 және 2.6 мысалдарын қараңыз), резистордың $r_{доб} = 6,0$ Ом. жасанды механикалық сипаттамасын есептеңіз және салыңыз.

Шешім. 2.5 және 2.6 мысалдарындағы деректерді пайдалана отырып, $r_{доб} = 6.0$ Ом кезінде жасанды механикалық сипаттамалардың параметрлерін есептейміз.

I^*	2,0	1,5	1,0	0,50	0,35
$I_{и}, A$	38	28,5	19	9,50	65
$M, Н \cdot м$	63	38,5	25,35	10,1	8,90
$n_{и}, об/мин$	678	904	1130	2007	2260
$E_{иc}, B$	127,7	150,8	173	200	204
$E_{иш}, B$	- 100	- 20	60	140	164
$n_{и}, об/мин$	- 532	- 120	392	1404	1816

2.11 суретте жасанды сипаттамасы берілген (А3 нүктесінен өтетін сызба).

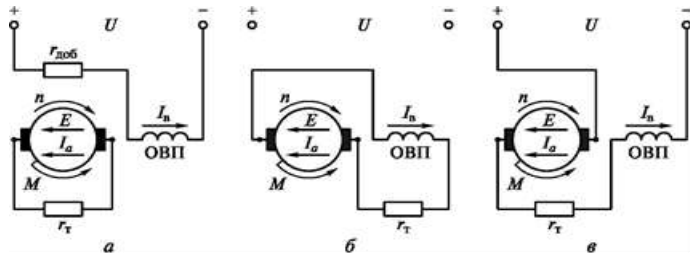
2.6. Тежеу режимдеріндегі тұрақты қоздыру қозғалтқыштары бар электр қозғалтқыштары

Бірінен соң бірі қозатын қозғалтқышты жүйелі түрде жұмыс істей алмайтындықтан, регенеративті регенеративті тежеу мүмкін емес, өйткені $M = 0$ кезінде ағыны $\Phi \sim 0$, айналу жиілігі белгісіз болады, ал қозғалтқыш «тасығышқа» шығады. Дегенмен, электр қозғалтқыштарында сериялы қоздыру қозғалтқыштарының регенеративті тежегіші пайдаланылады, бірақ бұл жағдайда қозғалтқыштардың қосылыстарының схемасы өзгереді - бұл тәуелсіз қозуды ауыстырады.

Бірінен соң бірі қозатын қозғалтқыштарда *динамикалық тежеу* екі қосылу схемасымен мүмкін: тәуелсіз қозу схемасына және өзін-өзі қозғау схемасына сәйкес. Қозғалтқыш орамасының тәуелсіз электр тізбегіндегі (2.12, а) орамдағы тоқты шектеу үшін резистор қоздыру схемасына дәйекті түрде қосылады.

Осы резистордың кедергісі қозғалтқыштың номиналды тогын тежеу кезінде қозғалтқыштың номиналды тоқына тең болады. Тежеу процесі қозғалтқыштың қозғаушы күші сияқты, сол сияқты жүреді (2.4 тармағын қараңыз). Бұл жағдайда механикалық сипаттамасы түзу сызық болып табылады, шыққан жерді қалдырады және екінші квадрантта орналасқан (2.9 суретті қараңыз, 4-сурет). Өзін-өзі қозғаумен схемаға сәйкес динамикалық тежеу (сурет 2.12, b) магистральдық ағыны баяулату режиміне көшу кезінде бағытты өзгертпейтіндей етіп, өрістің

орамасын магистральдан шығару және оның зәкірге резистор арқылы қосылуын қарастырады, бұл ағынның қалдық-



Сурет. 2.12. Тежегіш режимдерінде тұрақты қоздыру қозғалтқышы:

а, б - динамикалық; в-қосыуға қарсы

Бұл жағдайда зәкір орамасындағы ЭДС индукцияланбайды және тежеу болмайды. Өзін-өзі қозғаумен схемаға сәйкес динамикалық тежеудің механикалық сипаттамасы қисық сызықты және екінші квадрантта орналасқан (см. рис. 2.9, график 5). Баяулау тиімсіз болып шығады, өйткені айнарудың баяулауы салдарынан I_a зәкір тоғы I магниттік ағынымен бір мезгілде азаяды. Динамикалық тежеудің бұл түрі әдетте шұғыл тежеу үшін пайдаланылады, мысалы, жоспарланбаған электр қуаты сөндірілген кезде. (2.12, 2. суретте көрсетілгендей, тежеу үрдісі кезінде электр желісінің кернеуі пайдаланылмайды). Тежеуі зәкір тізбегіндегі кернеулердің полярлығы өзгерген кезде тәуелсіз қозғалтқыштармен бірдей, зәкір орамасының ағымдық бағыты өзгереді, ал қозғау орамасындағы ток бағыты өзгеріссіз қалса (2.12-сурет, с), электромагниттік момент өз бағытын өзгертіп, артта қалады.

Қозғалтқыш А нүкте режимінде және табиғи сипатта жұмыс істеді делік (2.13-сурет). Зәкір орамасының терминалдарын ауыстырып, оның контурына резисторды енгізу кезінде М моменті теріс болады және процесс В қарама-қарсы нүктеге қарсы тежеудің сипаттамасы бойынша 2 нүктесіне ауысады. Бұл ВС сипаттамасының алаңында баяулау орын алады. Бұл жағдайда айналу жылдамдығы төмендеп, С нүктесінде зәкір тоқтайды ($n = 0$). Осы сәтте қозғалтқыш желіден ажыратылуы керек, әйтпесе ол кері қайтарылады.

Тәуелсіз қозғыш (2.4-суретті қараңыз) қозғалтқыштарындағыдай, дәйекті қозғышы бар қозғалтқыштарда барабанға оралған, тросқа ілінген жүктемені төмен түсірген кезде қарама-қарсы режимдегі тежеу пайда болуы мүмкін. (1.4-суретті қараңыз). Бұл жағдайда E_n арматурасының ЭДС U желісінің кернеуіне сәйкес және қарсыласу режимінде белгіленген қозғалтқыштың арматура жылдамдығы Γ_T жүктемесін төмендету үшін қажетті резистордың n_T кедергісіне сәйкес әрекет етеді.

$$r_T = \frac{U + E_{aоп}}{I_a} - \sum r, \quad (2.39)$$

осы $E_{a\text{оп}}$ – ЭДС жүкті жіберген кездегі тежелу режимі, В,

Бұл өрнекте $E_{a\text{оп}} = (n_{\text{оп}}/n_c)(U - I_{a\text{оп}} \sum r)$. (2.40) ін, яғни жүкті белгілі бір жылдамдықпен, осы тоқтың күшіне қарай табиғи механикалық режимінің сипаттамасына сәйкес төмендетілген кезін көрсетеді. (2.10 сурет әмбебап механикалық сипаттамасымен анықталады).

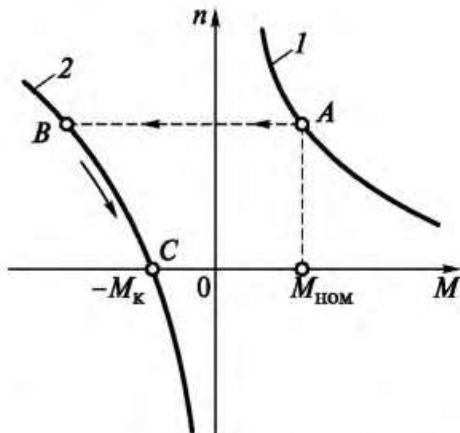


Рис. 2.13. Жүктеме токіне сәйкес қарсы қосылу тірегіші кезектес қозғау қозғалтқышымен

Мысал. 2.8. 2.5, 2.6 и 2.7 мысалдарында келтірілген, ($P_{\text{ном}} = 3$ кВт; $n_{\text{ном}} = 1130$ об/мин; $I_{\text{аном}} = 19$ А; $D_{\text{ном}} = 0,72$; $X_r = 2,43$ Ом; $L_{\text{Жм}} = 11,6$ Ом), параметрлерді

серпінді қоздыру қозғалтқышы, тежеу режимінде жүктемені төмендету үшін жүкшығырдың электр жетегіне жұмыс істейді. «оп» = $0,5 \cdot n_{\text{ном}} = 0,5 \cdot 1130 = 565$ об/мин. Резистордың r_r қарсылығын анықтаңыз, ол жүктеме төмендегенде, зәкір тоғы тең болғанда, қозғалтқыш зәкір тізбегіне қосылуға тиіс, сондықтан жүктеме төмендегенде, зәкір ағымы $I_{a\text{оп}} = 1,4$, $I_{\text{аном}} = 1,4 \cdot 19 = 26,6$ А. тең болуы керек.

Шешім. 1. Әмбебап механикалық сипаттамалар үшін (2.10-суретті қараңыз) табиғи сипаттамалар режимінде $I^* = 1,4$ арматура токтарына сәйкес келетін «*» = 0.8 айналу жиілігін анықтаймыз:

$$n_c = n^* n_{\text{ном}} = 0,8 \cdot 1130 = 904 \text{ об/мин.}$$

2. Тежеу режиміндегі зәкір ЭДС-і жүктөмен сырғыған кезде қарсы

$$E_{a\text{оп}} = (n_{\text{оп}}/n_c)(U - I_{a\text{оп}} \sum r) = (565/904)(220 - 26,6 \cdot 2,43) = 97 \text{ В.}$$

3. Тежеу режимінде керісінше жүктеме төмендеген кезде зәкір тізбегіне қосылған резистордың кедергісі

$$r_T = \frac{U_{\text{ном}} + E_{a \text{ оп}}}{I_{a \text{ оп}}} - \sum r = \frac{220 + 97}{26,6} - 2,43 = 9,48 \text{ Ом.}$$

2.7. Тұрақты және аралас ток қоздырғышты электржетегі

Аралас козу қозғалтқыштары қозғаудың екі орамасына ие: тәуелсіз ОВН және дәйекті ОВП (2.14, а). Екі орам біріктіріліп, олардың магнитизациялау күштері бір бағытқа бағытталған.

Қозғалтқыш жүктемесімен қозғалтқыштың қозғалуының сериялы қозғалтқышы қозғалтқыштың магниттік жүйесін демагнетизациялайды, ал оның жұмысы тұрақсыз болады. Қозу қозғалысының тәуелсіз орамасының болуына байланысты аралас қоздыру қозғалтқыштары бос режимде жұмыс істей алады, сондықтан олар регенеративті тежеу режимін қалыптастыра алады. Суретте. 2.14, б аралас козу қозғалтқышының механикалық сипаттамаларының болжалды көрінісін көрсетеді; 2.14, салыстыру үшін, (1), аралас (2) және тәуелсіз (3) қозғаушы күштердің тұрақты ток қозғалтқыштарының механикалық сипаттамалары,

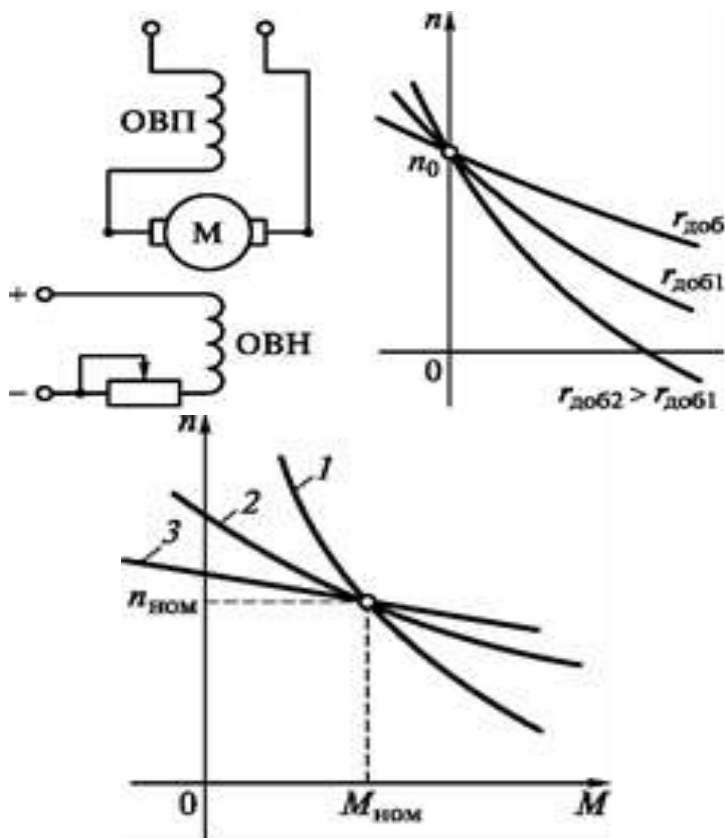


Рис. 2.14. Аралас қозғаудағы тұрақты ток қозғалтқышы: а — нақты тізбегі; б — механикалық сипаттамасы; в — тұрақты ток қозғалтқышының механикалық сипаттамаларын әртүрлі қозу тәсілдерімен салыстыру

Аралас қозу қозғалтқыштары қозу қозғалысының екі орамасына ие: тәуелсіз және дәйекті (2.14-сурет, а).

Қоздырғыштың екі орамасының болуы тәуелсіз және жүйелі қозғау қозғалтқыштарымен салыстырғанда аралас қоздыру қозғалтқыштарының өлшемдерін, массасын және құнын арттырады. Бұл оларды тек қана жүктеме ауытқуларымен және шамадан тыс жүктеу кезінде желідегі қозғалтқыштан тұрақты жұмыс істейтін жақсы басқару қасиеттерінің үйлесімі қажет болған жағдайда ғана пайдалануды ақтайды. Дегенмен мұнда аралас қозғау қозғалтқыштарын пайдаланудың орындылығы техникалық және экономикалық есептермен расталуы керек.

2.8. Тұрақты ток қозғалтқыштары бар электр жетектерін іске қосу

Желілік электр қозғалтқышы қосулы кезде, зәкір бастапқы сәтте қозғалыссыз болып табылады, демек, ЭДС $E_a = 0$. Осы жағдайларда, зәкір тоғы (бастапқы бастапқы ток) тек қана орамалардың электрлік кедергісі мен зәкірдің контурындағы шеткалармен шектеледі

$$I_{aп} = (U - E_a) / \sum r = U / \sum r. \quad (2.41)$$

Хг шамасы кішкентай, сондықтан қозғалтқыштың бастапқы іске қосу тоғы 10 - 40 есеге дейін жетеді, бұл оның номиналды мәнінен асып түседі. Сонымен қатар, жоғары іске қосу тоғының көптігі жоғары қуатты электр қозғалтқыштарына сәйкес келеді. Бастапқы бастаушы токтың мұндай артық болуына жол берілмейді, себебі себебі бұл орамалардың қызып кетуіне, электр қозғалтқышының арматурасына және жылжымалы бөлігіне әсер ететін тым үлкен басталу сәтінің пайда болуы электр жетегінің жылжымалы бөліктеріне механикалық зақым келтіруі мүмкін. Сонымен қатар, бұл ток желідегі кернеудің айтарлықтай төмендеуіне әкеледі, бұл осы желіге қосылған басқа құрылғылардың жұмысына кедергі келтіруі мүмкін. Бірақ тұрақты ток қозғалтқышының жұмыс істеуін шектейтін басты фактор - коммутацияның бұзылуы, коллекторда пайда болатын «дөңгелек өрт» қауіпі, ол өрт қауіпін тудырады және коллектордың бақылауына әкелуі мүмкін.

Зәкірлік тізбектегі осындай маңызды ағымдардың аталған жағымсыз салдарлары бұл ағымды жағымсыз салдарға әкеп соқтырмайтын мәндерге шектеу үшін шаралар қабылдауды қажет етеді. Дегенмен, іске қосу тоғының кішірек болуы да қажет емес екенін есте ұстау керек, себебі бұл іске қосу сәтінің азаюына әкеледі, сондықтан ол іске қосу процесін кідіртеді, ал егер қозғалтқыш білігіне статикалық

жүктеме жағдайы айтарлықтай болмаса, іске қосылуы мүмкін. Біз (2.2) электр қозғалтқыштың электромагниттік жағдайы шамасының Ia зәкір тоғына ғана емес, сонымен қатар магниттік қозу ағынына F пропорционал екенін көреміз. Демек, қозғалтқышты іске қосуды жеңілдету үшін қозғаушы тізбектегі барлық резисторларды іске қосу уақытында шығарып алу керек немесе қозғалыс тізбегіндегі кедергі минималды болу керек.

Төменде көрсетілгендей (2.41), іске қосу тогының төмендеуі екі жолмен болуы мүмкін: кернеуді төмендету немесе

зәкір тізбегінің кедергісін арттыру арқылы. Бірінші әдіс электр қозғалтқышы электр қозғалтқышына қолданылатын кернеуді реттеуге мүмкіндік беретін, мысалы, бақыланатын жартылай өткізгіш түзеткіштен (8-тарауды қараңыз) жеке электр энергиясымен қамтамасыз етілгенде ғана мүмкін болады. Зәкір тізбегінің кедергісін жоғарылату негізінде іске қосу тогын шектеудің екінші әдісі туралы егжей-тегжейлі қарастырайық.

Сыртқы қарсылықты резистор түрінде енгізу кезінде бастапқы бастапқы ток тең [тендеуін қараңыз. (2.41)]:

$$I_1 = U_{ном} / (r_{доб} + \sum r). \quad (2.42)$$

Осылайша, II бастапқы іске қосу тогы рұқсат етілген мәннен аспайтын резистордың кедергісін таңдауға болады. Алайда, таңдалған қарсылық басталудың басталуын қанағаттандырады. Бірақ зәкір бұрыла бастағаннан кейін, зәкір орамасында ЭДС индуцируленеді, зәкірдің ток шамасын шектейді және сәйкесінше бастапқы сәттің шамасын азайтады. Бастауыш тогы және, бір деңгейде іске қосу сәті резистордың кедергісін $r_{доб}$ азайту қажет. Осы мақсатпен зәкір тізбегіне ауыспалы, сатылы қарсылықты реттеу реостаты аталатын, қарсылық кедергісін қосады (сурет.215, а). Бұл реостат, зәкір тізбегіне енгізілген басталу процесінің соңында басынан бастап нөлге дейін ең жоғарғы мәннен сыртқы қарсылықты өзгертуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бастапқы реостаттар қысқа мерзімді коммутацияға арналған және екі аралықта ұзақ уақыт қалмауы керектігін ұмытпау керек.

Егер қозғалтқышты іске қосу процесі автоматтандырылса, бастапқы реостаттың сатыларын ауыстыру контакторлар арқылы жүзеге асырылады, олардың байланыстары KM1, KM2, KM3 олардың сатыларын ауыстырған кезде бастапқы реостаттың элементтерін (резисторларды) шоғырландырады (2.15, б).

Электр жетектерінде қозғалтқыштың екі түрі қолданылады: қалыпты және мәжбүрлі. Электр жетегінің жылдам жеделдетілуіне алып келмейтін қосылуды қалыпты деп санайды. Мұндай іске қосу, әдетте салыстырмалы түрде сирек орындалатын электр жетектерінде қолданылады: желдеткіш құрылғылар, компрессорлар, конвейерлер және т.б. Міндетті түрде іске қосу жиі қосылатын қозғалтқыштарды іске қосудың ең аз ұзақтығын талап етеді: көтергіш құрылғылар, көлік құралдары, станоктардың кейбір түрлері және т.б.

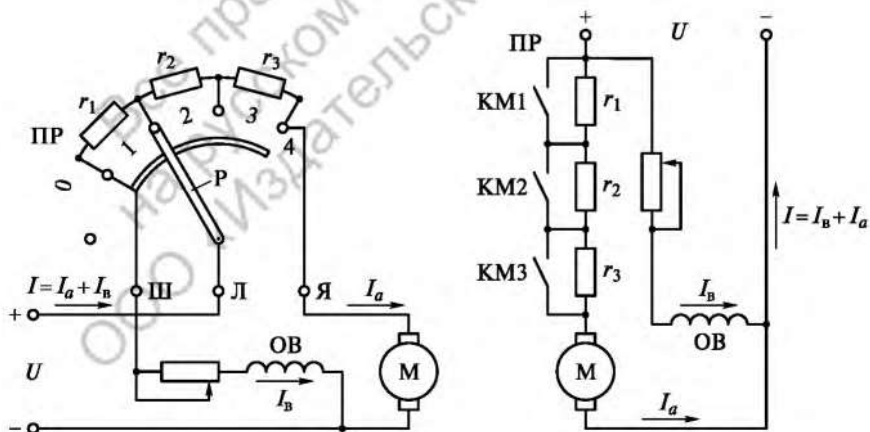
Мәжбүрлеп іске қосуды бастау операциясының ұзақтығын азайту бастапқы токтың ең жоғарғы рұқсат етілген мәндері және бастапқы реостаттың ең аз санын анықтау арқылы қол жеткізіледі.

Қалыпты іске қосу кезінде қозғалтқыштың зәуірдің номиналды тогынан әлеттегі сәтте соғұнлым аз болады, ал күштеп жіберілген кезле.

ОJ

(К

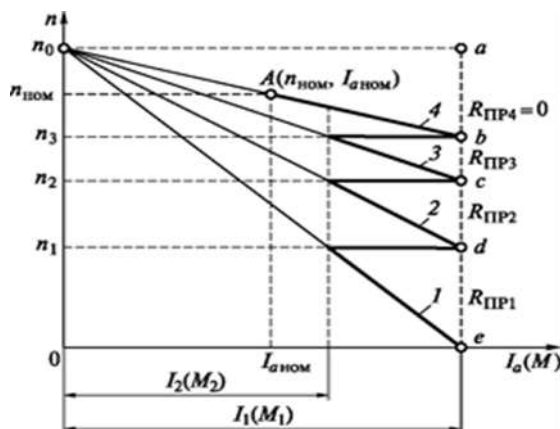
КС



Пайдаланып тұрақты ток қозғалтқышып іске қосу процессі сәтте-тегжейлі қарастырайық, үш сатыдағы бастапқы реостатты пайдалана отырып, тәуелсіз (параллель) қозу қозғалтқышы ($Z = 3$). Бастапқы резистордың кедергісін есептеудің екі әдісі бар - графикалық және аналитикалық.

Графикалық әдіс. 2.15 суретте, б бастапқы реостатта қосу схемасы үш кезеңде көрсетілген ($Z = 3$), 2.16 суретте — қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы: жасанды 1, 2, 3 және табиғи 4. Бастапқы реостат r_1 , r_2 және r_3 резисторларынан тұрады, олардың әрқайсысы контакторлармен (KM1, KM2 және KM3) байланыстыру арқылы шығарылады.

Іске қосу кезінде қозғалтқыштың зәкір тоғы бастапқы ток деп аталатын / 1 мәнінен өзгереді, 12-ке ауысу тогына дейін. Бұл жағдайда іске қосу тоғы тиісінше 11-ден / 2-ге дейін өзгереді.



Сурет. 2.16. Тәуелсіз (параллель) қозу қозғалтқышының іске қосу схемасы

Бастапқы токтардың мәндері әдетте тең болады:

$$I_1 = (1,3 \div 2,5) I_{\text{НОМ}};$$

$$I_2 = (1,0 \div 1,3) I_{\text{НОМ}}.$$

Кран мен металлургиялық сериялы қозғалтқыштар сияқты ауыр жұмыстарға арналған арнайы мақсаттағы қозғалтқыштар үшін белгіленген көрсетілген мәндер ұлғайтылуы мүмкін.

Кран мен металлургиялық сериялы қозғалтқыштар сияқты ауыр жұмыстарға арналған арнайы мақсаттағы қозғалтқыштар үшін белгіленген мәндер ұлғайтылуы мүмкін. Абсциссадағы ағымдардың 11 және / 2 мәндерін орнатқаннан кейін, абсциссқа перпендикуляр алынған нүктелерде қалпына келтіріледі (2.16-суретті қараңыз). Бастау барлық реагенттер енгізілген бастапқы реостаттың бірінші сатысынан басталады. Реостаттың кедергісі

$$R_{\text{ПР1}} = r_1 + r_2 + r_3. \quad (2.43)$$

Іске қосу процесінің басталуы жасанды механикалық сипаттамамен орындалады. 1. Қозғалтқыштың зәкірі жеделдейді, ал бастапқы ток (сәті) азаяды. Бұл ЭДС-қа қарсы зәкірдің орамасына енгізілген Еа қарсы әрекетімен түсіндіріледі. nI шамасының арматурасының жылдамдығына жеткенде, ток I_2 коммутациялық тоғының шамасына дейін төмендейді, КМ1 контакторы іске қосылады және резистор r_1 оның контактілері арқылы тартылады. Стартердің реостатының кедергісі мәнге дейін төмендейді

$$R_{\text{ПР2}} = r_2 + r_3, \quad (2.44)$$

және ток I мәніне дейін көбейтіледі. Бастау механикалық сипаттамамен жалғасады. Содан кейін КМ2 контакторы тоқтағаннан кейін, басталу 3 сипаттамасында жалғасады және, соңында, КМ3 контакторы іске қосылғанда, іске қосу процесі аяқталады және қозғалтқыш табиғи сипаттамасында тұрақты күйдегі жұмыс режиміне өтеді 4. Алынған графиктер жүйесі бастапқы диаграмма деп аталады. Бұл диаграмма бастапқы реостаттың резисторларын есептеуге мүмкіндік береді. Есептеу тұжырымдамасына негізделеді: реостаттың бастапқы реостаты $r^* = r_x / A$ -нің кедергісінің салыстырмалы шамасы сегменттің ұзындығының абсцисс осінде 1-тармағында (нүкте) перпендикулярлы қайта қалпына келтірілген қатынасымен анықталады, осы перпендикулярлық эквивалентте сегментінің ұзындығына дейін шекаралық жиілік n_0 а) тармағын қараңыз. Мысалы, бастапқы ростоқтың бірінші r^* екінші r^* және үшінші r^* сатыларының резисторларының салыстырмалы қарсылық мәндері үшін (2.16 суретті қараңыз) сегменттердің келесі қатынасын аламыз:

$$r_1^* = de/ae, \text{ следовательно, } r_1 = r_1^* R_{\text{НОМ}};$$

$$r_2^* = cd/ae, \text{ следовательно, } r_2 = r_2^* R_{\text{НОМ}};$$

$$r_3^* = bc/ae, \text{ следовательно, } r_3 = r_3^* R_{\text{НОМ}};$$

мұндағы номиналды кедергі

$$R_{\text{НОМ}} = U_{\text{НОМ}} / I_{a \text{НОМ}}.$$

Бастапқы реостаттың барлық сатыларындағы қарсылық білдіруі: бірінші кезеңде

$$R_{\text{ПР1}} = (be/ae) R_{\text{НОМ}}; \quad (2-46)$$

екінші кезеңде

$$R_{\text{ПР2}} = (bd/ae) R_{\text{НОМ}}; \quad (2-47)$$

үшінші кезеңде

$$R_{\text{ПР3}} = (bc/ae) R_{\text{НОМ}}. \quad (2-48)$$

Егер бастапқы реостаттың кезеңдері Z берілсе және бастапқы схеманы құрастыру кезінде алынған болса, бұл I_1 және I_2 токтарының дұрыс таңдалған мәндерін көрсетеді. Алайда, диаграмманы құрастыру кезінде, көрсетілген қадамдардың саны жартылай емес немесе резонанстың әртүрлі кезеңдері үшін ауысу тогының мәндері бірдей болмаса, бұл I_2 ауысу тогының дұрыс таңдалмағанын көрсетеді. Бұл жағдайда бастауыш схеманың құрылысын қайталау керек, ол бастапқы кездегі арматура ток өзгерістерінің I_1 және I_2 нүктелеріндегі абсцисс осіне келтірілген перпендикулярлар арасында дәл орын алуы.

Бастапқы реостатты есептеу кезінде күшейтілген іске қосу режимі үшін, әдетте, бастапқы бастапқы ток I_1 мәні ең жоғарғы рұқсат етілген мәнге жақын немесе оған тең деп қабылданады.

Бұл жағдайда бастауыш реостаттың сатыларының саны берілген және X мәні I_1 және I_2 токтарының арасындағы ұтымды байланысын анықтайтын есептеледі:

$$\lambda_1 = \sqrt[2]{U_{\text{НОМ}} / (I_1 \sum r)}. \quad (2.49)$$

Содан кейін токтың қозылу мәнін есептейді

$$I_2 = I_1 / \lambda_1. \quad (2.50)$$

Егер бастапқы режим қалыпты болса, онда коммутациялық ток орнатылады және тамырдың көрсеткіші бастапқы реостат сатыларының санынан артық

$$\lambda_1 = \sqrt[2]{U_{\text{НОМ}} / (I_2 \sum r)}. \quad (2.49a)$$

Осыдан кейін ғана бастапқы қосу тоғы анықталады

$$I_1 = I_2 \lambda_2. \quad (2.50a)$$

Алайда, егер осы электржетекке іске қосу процесіне қатысты ерекше талаптар ұсынылмаса, онда реостаттың сатыларының саны әдетте басқа

ұқсас дискілерге ұқсас, оларды пайдалану тәжірибесін пайдаланумен қабылданады.

Аналитикалық әдіс. Аналитикалық әдістердің негізінде қарастырылған графикалық әдіс жатыр, бірақ бастапқы револаттың резисторларының қарсылығын есептеп шығару үшін, диаграмма салу қажет емес. Есептеу формул

$$\begin{aligned} r_3 &= \sum r (\lambda - 1); \\ r_2 &= r_3 \lambda; \\ r_1 &= r_2 \lambda. \end{aligned} \quad (2.51) \quad \text{ғы:}$$

Аналитикалық есептеу әдісі графикалық әдіспен қарағанда неғұрлым дәл және қарапайым, себебі ол іске қосу диаграммасының құрылысына байланысты емес, оның барысында белгілі бір дәлсіздіктер сөзсіз.

Мысал 2.9. Тұрақты токтың қозғалтқышы үшін үш сатылы бастапқы реостатты ($Z = 3$) есептеңіз, оның техникалық деректері: $P_{ном} = 7,1 \text{ кВт}$; $U_{ном} = 220 \text{ В}$; $n_{ном} = 750 \text{ об/мин}$; $X_r = 0,48 \text{ Ом}$; $\eta_{ном} = 83,5 \%$. Қосылу режимі мәжбүрлі.

Шешім. Мәселені шешу үшін аналитикалық әдісті қолданамыз.

1. Зәкірдің тоғы номиналды режимде

$$I_{aном} = P_{ном} / (U_{ном} \eta_{ном}) = 7100 / (220 \cdot 0,835) = 38,6 \text{ А.}$$

1. Алғашқы іске қосу тоғының мәнін қабылдайды

$$I_1 = 1,4 I_{aном} = 1,4 \cdot 38,6 = 54 \text{ А.}$$

2. Қозғалтқыштың номиналды кедергісі

$$R_{ном} = U_{ном} / I_{aном} = 220 / 38,6 = 5,7 \text{ Ом.}$$

3. Бастапқы токтың I_1 -дің $Z = 3$ -дегі коммутациялық тоғына қатынасы

$$\lambda_1 = \sqrt[3]{U_{ном} / (I_1 \sum r)} = \sqrt[3]{220 / (54 \cdot 0,48)} = 2,05.$$

4. Бастапқы қосу резисторларының кедергісі (2.51)

$$r_3 = \sum r (1 - \lambda) = 0,48 (2,05 - 1) = 0,50 \text{ Ом};$$

$$r_2 = r_3 \lambda = 0,50 \cdot 2,05 = 1,02 \text{ Ом};$$

$$r_1 = r_2 \lambda = 1,02 \cdot 2,05 = 2,09 \text{ Ом.}$$

Сериялы қозғалтқыштар және аралас қозу. Осы қозғалтқыштарға арналған бастапқы кедергілерді есептеу олардың механикалық сипаттамаларының сызықтық емес болуына байланысты, яғни, белгілі бір қиындық болып табылады. қоздыру ток (арматура тоғы) мен магнит ағыны арасындағы тікелей пропорционалдық болмауы. Осы себепті көптеген іске қосу кедергілерін есептеудің графикалық әдістері пайдаланылды. Олардың біреуін табиғи әмбебап механикалық сипаттамаларын қолдану негізінде қарастырыңыз (2.10-суретті қараңыз). Бұл сипаттамаларды пайдалана отырып, $n = f(I_a)$ сызбасы құрылады. Содан кейін олар бастапқы бастапқы ток $I_1 = (2,0 + 2,5)$ және коммутациялық ток $I_2 = (1,1 + \dots + 1,3) I_a$ атауының мәндерімен

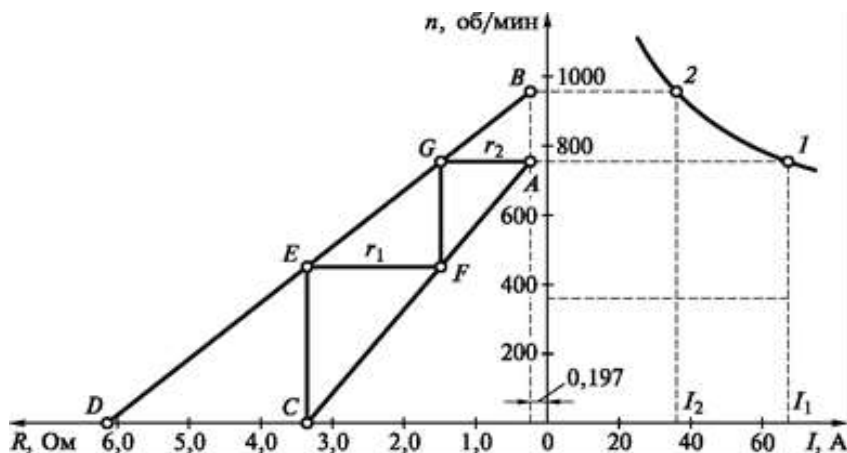
белгіленеді, олар өздерінің мәндерін абсцисса осіне келтіреді (2.17-сурет) осы нүктелерде 1 және 2-тармақтарда $n = f(I_a)$ диаграммасымен қиылысқа перпендикулярлар келтірілген. Бұл нүктелерді ординат осіне жобалау кезінде осы нүктелерге сәйкес келетін айналу жиіліктерінің мәндері алынады.

Абсцисса осі шығудың сол жағымен жалғасады және оған қарсылық шкаласын кейінге қалдырады. Бұл осьтен шығып, осы сәтте рельстік тізбектің қарсылық мәні, p , осы сәтте перпендикулярды қалпына келтіріп, оған А және В нүктелерін, n_1 және n_2 айналу жиіліктеріне сәйкес келеді. Қарсылық осі бойынша (абсцисс осінің сол жағы) екі нүкте белгіленеді: $R_1 = U / I_1$ кедергісіне сәйкес келетін нүкте, D нүктесі $R_2 = U / I_2$ кедергісіне сәйкес келеді.

А және С нүктелерін, сондай-ақ В және D нүктелерін қосу арқылы AC және BD екі түзу сызықтары алынды. С нүктесінен CEFGA сынған сызық жүргізіледі. Бұл сызықтың көлденең сегменттерінің саны (екі суретте көрсетілген) бастапқы реостаттың сатыларының санын анықтайды және mP (Ом / мм) қарсылық масштабындағы осы сегменттердің ұзындығы осы кезеңдерді құрайтын резисторлардың кедергісін анықтайды:

$$r_1 = m_R EF; \quad r_2 = m_R GA.$$

А нүктесінде келетін үзік сызық салу мүмкін болмаса, онда I_2 коммутациялық тогының мәнін өзгерту графиктің құрылысын қайталаңыз.



Сурет. 2.17. Графикалық әдіспен сериялы сериялы қоздыру қозғалтқышымен электр жетегінің бастапқы кедергісін анықтау

Мысал 2.10. Бастапқы реостаттың және осы реостаттың резисторларының номиналды деректермен сериялы қоздыру

қозғалтқышының тұрақты қозғалтқыштарының сатыларының санын анықтаңыз: $R_{ном} = 6 \text{ кВТ}$; «ном = 1000 об/мин; $I_{ном} = 33,5 \text{ А}$; $U_{сатМ} = 220 \text{ В}$; $r_r = 0,197 \text{ Ом}$. Біз қозғалтқыштың бастапқы тоғын қабылдау туралы шешім қабылдаймыз

$$I_1 = 2I_{aном} = 2 \cdot 33,5 = 67 \text{ А},$$

Қосылғыш ток

$$I_2 = 1,08I_{aном} = 1,08 \cdot 33,5 = 36,2 \text{ А}.$$

Кесте деректеріне сәйкес $n = f(I)$ табиғи сипаттамасын құрастырамыз. 2.2, әмбебап сипаттамалар негізінде алынған (2.10 суретті қараңыз).

2.2. кесте

Қозғалтқыштың сипаттамасы

n^*	1,28	1,10	1,0	0,88	0,80	0,77	0,75
I^*	0,60	0,80	1,0	1,40	1,80	2,00	2,20
n , об/мин	1250	1100	1000	880	800	770	750
I_a , А	20,1	26,8	33,5	47	60,3	67	73,7

Токтарға сәйкес келетін айналмалы жиіліктер $1/1$ и $2/2$ (қараңыз, сурет. 2.17):

$$n_1 = 770 \text{ об/мин и } n_2 = 970 \text{ об/мин}.$$

Жоғарыда келтірілген құрылымдардың тізбегін пайдалана отырып, біз барлық негізгі және қосалқы графиктерді саламыз. Нәтижесінде біз бірінші сатыдағы резисторлармен екі сатылы реостатқа ие боламыз $r_1 = 1,9 \text{ Ом}$ и $r_2 = 1,25 \text{ Ом}$:

$$R_{пр} = r_1 + r_2 = 1,9 + 1,25 = 3,15 \text{ Ом}.$$

Реостаттың бірінші сатысында зәкір тізбегінің жалпы төзімділігі $R_{пр1} + r_r = 3,15 +$

$$R_{пр1} + \sum r = 3,15 + 0,197 = 3,35 \text{ Ом}.$$

Демек, бастапқы бастапқы ток

$$I_1 = 220/3,35 = 65,6 \text{ А},$$

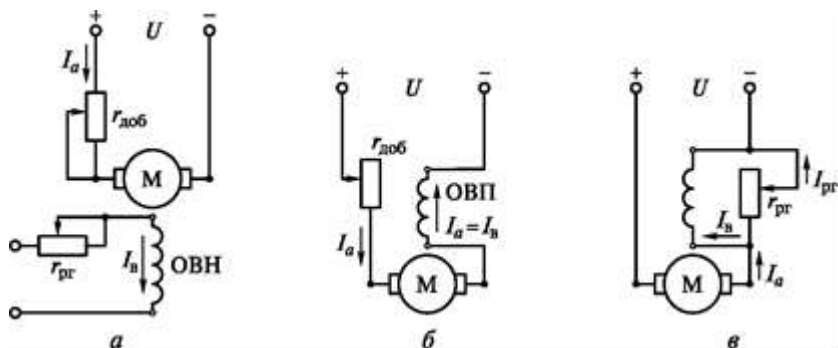
ол бұрын қабылданған 67.0 А мәнінен 2% -дан аз.

2.9. Тұрақты ток қозғалтқыштары бар электр жетектерінің жылдамдығын реттеу

Тұрақты ток қозғалтқыштарының айналу жиілігі:

$$n = \frac{U - I_a(\sum r + r_{доб})}{c_e \Phi},$$

ревостаттың $\Gamma_{доб}$ қарсылығын өзгерту арқылы оның айналмалы жылдамдығын реттеуге мүмкін болады:



Сурет. 2.18. Тұрақты ток қозғалтқыштарының жылдамдығын реттеу тәуелсіз (параллель) (а) және дәйекті (b, c) қозғау

зәкір тізбегінде; магниттік қоздыру ағынының өзгеруі (қоздыру схемасында ағымды өзгерту арқылы / в); зәкір орамасына U кернеуін өзгерту.

Реттеу әдісі реттелудің реттілігі мен ауқымы, үнемдеу (жоғалту сомасы және қолданылатын жабдықтың құны) бойынша бағаланады.

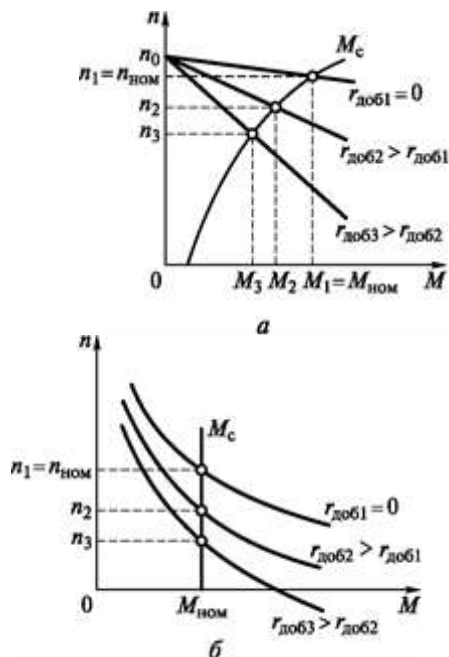
Қадамдағы $\Gamma_{доб}$ қаттылығын өзгерту арқылы айналдыру жылдамдығын анкерлік тізбектегі номиналдан «төмен» азайту бағытында ғана мүмкін (2.18-сурет, а және б).

Қарсыласудың өсуімен $\Gamma_{доб}$ көлбеу ординат осі жасанды механикалық сипаттамалардың беткейін азайтады, яғни, Сипаты жұмсақ болады, бұл айналу жиілігінің айырмашылығын арттыруға әкеледі. Әрбір механикалық мінездеме бұл сипаттаманы жұмыс тетігінің статикалық жағдайының механикалық сипаттамасымен қиылысу арқылы алынған қозғалтқыштың тұрақты жұмыс істеу нүктесіне сәйкес келеді (2.19-сурет, а).

Кездейсоқ қозғау қозғалтқышы үшін, дозаның артуы бар механикалық сипаттамалары жұмсақ болады (2.19-сурет, б). Кездейсоқ қозғаушы қозғалтқыштың тұрақты жұмыс істеу нүктелері осы сипаттамаларды белсенді статикалық жағдайда механикалық механикалық сипаттамасымен қию арқылы алынады.

Зәкір орамасының тізбегіндегі реостаттың кедергісін өзгерту арқылы реттеу әдісінің артықшылығы - іске асырудың қарапайымдылығы және реттелу реостатының сатыларының санына байланысты.

Кемшіліктер - реостатта $\Gamma_{доб}$ жоғалтуынан туындаған, оның құны зәкір токтарының квадратына пропорционалды ($I^2 \Gamma_d$), превентивтігі және соның салдарынан пайдалы қуаттың азаюы



Сурет. 2.19. Қозғалтқыштың арматурасының тізбегіндегі қарсылықты өзгерту арқылы айналу жиілігін бақылаумен тәуелсіз (а) және дәйекті (б) қозғалтқышы бар электр жетегінің механикалық сипаттамалары

шығындардың жоғалуына байланысты қозғалтқыш; айналу жылдамдығын тек номиналды жылдамдықтан төмен қарай реттеу мүмкіндігі.

Тәуелсіз параллель) қозғау қозғалтқышында қозу қозғалтқышының тізбегіндегі реостаттың көмегімен жүзеге асырылады (2.18-суретті қараңыз).

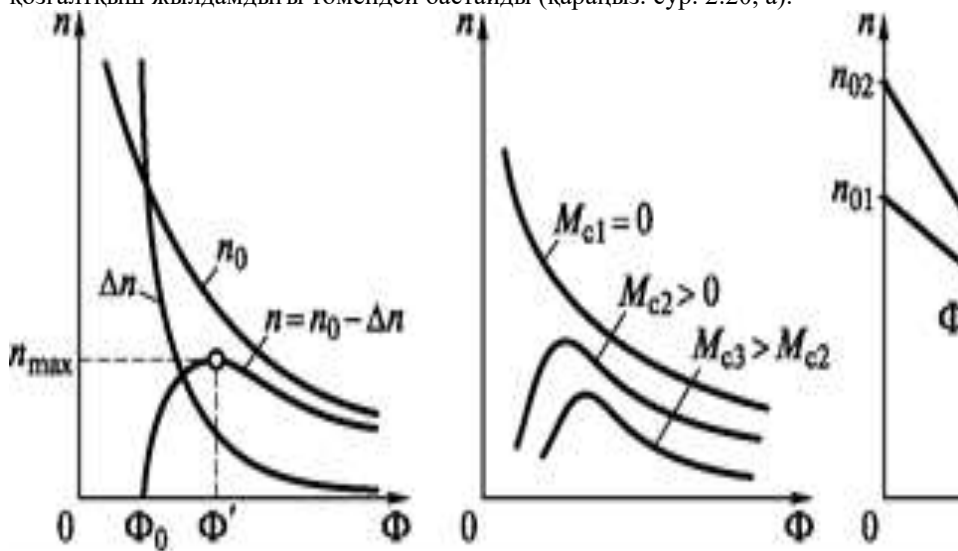
Осылайша, осы реостаттың кедергісі артып, қоздыру тоқы мен магнит ағыны азаяды, бұл айналу жылдамдығының ұлғаюымен бірге жүреді [қараңыз. (2.1)]. Айналу жылдамдығының қозу ағынына тәуелділігі қозғалтқыштың $n = f(\Phi)$ қозғалысының қозғалтқыш білігінің $M_c = \text{const}$ жүктемесінің тұрақты мәндерінде және $U = \text{const}$ кернеуінің реттеушілік сипаттамасымен анықталады.

Тәуелсіз (параллель) қозу қозғалтқышының механикалық сипаттамасының теңдеуінен (2.4):

$$n = \frac{U}{c_e \Phi} - \frac{M(\sum r + r_d)}{c_e c_m \Phi^2} = n_0 - \Delta n$$

онда екі терминді анықтайды айналу жиілігі $n = n_0 - \Delta n$ - гиперболикалық функциялары магниттік ағынының $F. N = DF$ кестесі) болсақ, онда графика ординатының көмегімен алынады $A = A^{\wedge}$

графиктің ординатынан $n_0 = A \wedge$ (2.20-сурет, а). қоздыру магниттік ағыны F (резистор төзімділігін арттыру пис) азайту болса, терминдер n_0 және A_n артады. Бірақ мерзімі $= D_1 / F_2$ табылады) жылдам мерзімді $n_0 = D_1 / F$ арттырады. Сондықтан, ағыны $F = F'$ барынша жылдамдығы $n_{\max}$ үшін тиісті кезде белгілі бір мән, приращение мерзімді басталады n_0 асып мерзімді пайда. Нәтижесінде, ағыны F одан әрі төмендеуі $< F$ қозғалтқыш жылдамдығы төмендей бастайды (қараңыз. сур. 2.20, а).



Сурет. 2.20. Тәуелсіз (параллель) қоздыру қозғалтқышының негізгі магниттік ағынын өзгерту арқылы жылдамдық реттеу

Магнит ағынының Φ шамасы $n_{\max}$ айнымалы жиілігіне сәйкес келеді

$$\Phi' = \frac{2M_c \sum r}{9,55c_e U}. \quad (2.52)$$

Магниттік қозу ағыны $\Phi_0 = 0,5\Phi'$ болса, мотор зәкірі тоқтайды ($n = 0$). Осындай кішкентай магнит ағынымен зәкір тоғы зәкір тізбегіндегі кернеудің төмендеуі ЭДС E_a санағынан асатын мәнге жетеді. Осылайша, қозғалтқыштың магнит ағынының қозғалтқышының магнит ағынының магнит ағынымен қозғалтқыштың магнит ағынының біртіндеп жоғарылауымен, қозғалтқыштың якорі сенімсіз болып қалады және тек флюидтегі $\Phi > \Phi_0$ кезінде қозғалтқыш айналады, қозғалтқышта өрнек (2.4) тәуелділіктеріне сәйкес келеді. Сонымен қатар, зәкірдің айналу жиілігі, ең алдымен, зәкірдегі кернеудің төмендеуі зәкір астындағы кернеудің жартысы болып табылатын $n_{\max}$ шамасына дейін артады:

$$I_a \sum r = 0,5U,$$

яғни, тордың кернеуі зәкір тізбегіндегі кернеудің төмендеуі мен қарсы ЭДС Еа арасында бөлінеді. Содан кейін ағынның одан әрі ұлғаюымен айналу жиілігі төмендейді. Максimalды айналу жиілігінің птах мәндері және тиісті ағыны Φ 'статикалық жүктеме моментіне байланысты: Макс: M_s жүктемесі неғұрлым аз болса, неғұрлым кіші птах және одан үлкен Φ' (сурет 2.20, б).

ос жұмыс режимінде немесе қозғалтқыш білігіне шағын қозғалтқыш крутящего және шағын қозғау ағыны Φ , айналу птах максimalды жылдамдығы ПНОМ номиналды қозғалтқыш жылдамдығынан бірнеше есе жоғары, бұл рұқсат етілмейді. желілік кернеу арматураның тізбегіндегі кернеудің төмендеуі мен ЭДС Еа-ға қарсы бөлінеді. Содан кейін ағынның одан әрі ұлғаюымен айналу жиілігі төмендейді. Содан кейін ағынның одан әрі ұлғаюымен айналу жиілігі төмендейді.

Максimalды айналу жиілігінің птах мәндері және тиісті ағыны Φ 'статикалық жүктеме моментіне байланысты: Макс: M_s жүктемесі неғұрлым аз болса, неғұрлым кіші птах және одан үлкен Φ' (сурет 2.20, б). Бос жұмыс режимінде немесе қозғалтқыш білігіне шағын қозғалтқыш крутящего және шағын қозғау ағыны Φ , птах айналуының максimalды жылдамдығы ПНОМ қозғалтқышының номиналды жылдамдығынан бірнеше есе жоғары болып табылады, бұл коммутация шарттары мен қозғалтқыштың механикалық беріктігіне сәйкес келмейді, себебі ол «дөңгелек өртке «Коллекторда немесе» разносо «қозғалтқышы. Осыны ескере отырып, реостат ргг таңдау кезінде ол толығымен енгізілген кезде ($\Gamma_{pr} = \Gamma_{max}$) қозғалтқыштың айналу жылдамдығы рұқсат етілген ең үлкен мәннен аспауын қамтамасыз ету қажет.

Сонымен қатар электр тізбегінің электр тізбегіндегі электр қосылымдарының сенімділігін қадағалау қажет, өйткені тізбекті ашқан кезде магнит ағыны айналу жиілігі қолайсыз мәнге жетуі мүмкін қалдық ағынының ағынының мәніне дейін азаяды.

Тәуелсіз (параллель) қоздыру қозғалтқыштарындағы реостат арқылы қозғау тоғын реттеу қуат схемасында (зәкір тізбегінде) алайда ірі және орташа қуатты қозғалтқыштардағы ток номиналды зәкір тоқының 10-15% аспайтын қоздыру тізбегінде. Осы жағдайларда реостатта шығындар аз. Сондықтан айналу жылдамдығын бақылау әдісі үнемді. Тұрақты ток қозғалтқышының механикалық сипаттамасының теңдеуін талдау [(2.4)] п0 айналуының шекаралық жиілігі F магниттік ағынына кері пропорционалды екенін көрсетеді. Сонымен қатар, қысқа тұйықталу режимінде ($n = 0$) тәуелсіз (параллель) қозғау қозғалтқышының электромагниттік моменті магниттік қозу ағынына пропорционалды

$$M_K = c_M I_{aK} \Phi = c_M (U / \sum r) \Phi. \quad (2.53)$$

Сондықтан, магнит ағыны азайған сайын, шекара жиілігі артады, ал M_K қысқа тұйықталу сәті азаяды. Осылайша, магнит ағыны өзгергенде, қозғалтқыштың механикалық сипаттамаларының бейімділігінің бұрышы өзгереді (сипаттамалар қиылысады), яғни.

олардың қаттылығын өзгерту (2.20-сурет, с), бұл электр жетегінің жұмысында қиындық тудыруы мүмкін.

Қарастырылған жылдамдықты басқару әдісі оңай іске асырылады және қозғалтқыштарының «жоғары» жылдамдығын бақылау қажет болған кезде қолданылады. Дегенмен, қозғалтқыштың коммутациялық және механикалық беріктік жағдайларына сәйкес айнарудың рұқсат етілген жылдамдықтарымен және екіншісінде қоздыру қозғалтқышының азаюымен қозғалтқыштың айтарлықтай демагнетизациясы машинаның магнит өрісінің «айналдыруына» алып келуі мүмкін екенін ескере отырып, .е. оның полюстерінің магнитизациясы. Бұл құбылыстың себебі - көлденең ось бойынша арматуралық реакцияның әрекет етуі. Әдетте қозғалтқыштың нақты түріне арналған каталогта қоздыру тоқын өзгерту арқылы жылдамдықты бақылаудың рұқсат етілген диапазоны көрсетілген.

Зәкір тізбегіне кернеуді өзгерту арқылы айналу жылдамдығын реттеу тек номиналды жылдамдығынан «төмен» болуы мүмкін, өйткені коммутациялық шарттарға және оқшаулаудың электрлік беріктігіне сәйкес қозғалтқышқа номиналды кернеуден кернеуді қолдануға жол берілмейді.

У механикалық сипаттамалар түріндегі зәкір тізбегіндегі кернеудің әсер ету мәселесін түсіндіру үшін механикалық сипаттаманың теңдеуіне ауысайық:

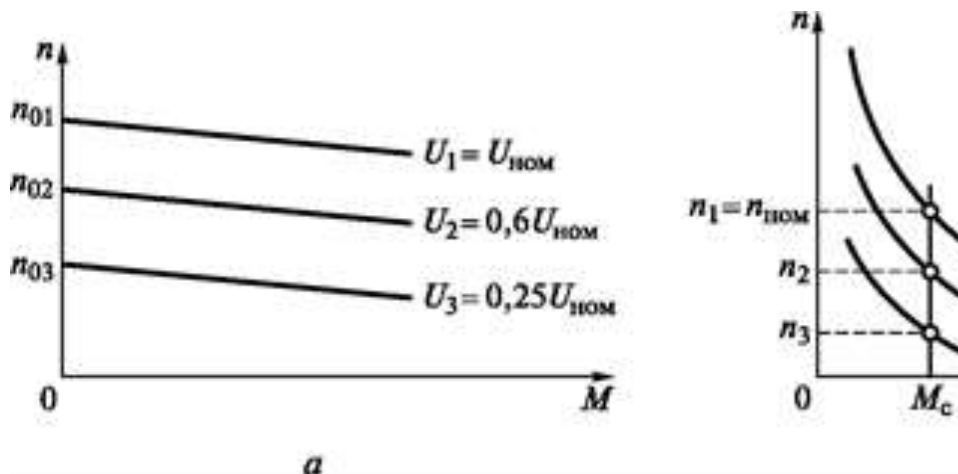
$$n = \frac{U}{c_e \Phi} - \frac{M(\sum r + r_{\text{доб}})}{c_e c_m \Phi^2} = n_0 - \Delta n,$$

ың U кернеуінің төмендеуімен U_0 шекаралық жиілігі азаюына пропорционалды түрде төмендейді. Қозғалыс жүктемесінен туындаған жылдамдық айырмашылығына келетін болсақ, ол кернеуге байланысты емес. Бұл U кернеуінің төмендеуімен жасанды механикалық сипаттамалар табиғи сипаттамаға параллель болып қалған ординат осінің бойымен төмендейді, ал механикалық сипаттамалардың қаттылығы өзгермейді.

Қозғалтқыштың зәкір тізбегінің кернеуін өзгерту арқылы алынған жасанды механикалық сипаттамалар. сурет 2.21, а.

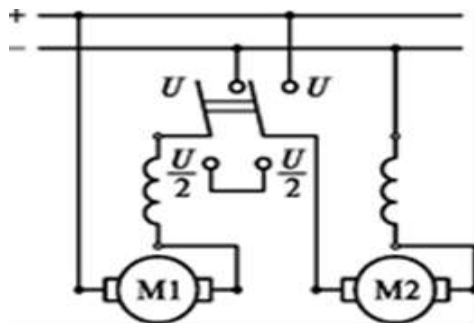
Заманауи электр жетегіндегі қозғалтқышқа қолданылатын кернеуді өзгертудің негізгі жолы оның басқарылатын кернеу түрлендіргіштен (ПН) оның қуаты. Осындай электр жетегіндегі арматура мен қоздыру схемаларын жеткізу зәкір тізбегіндегі кернеудің қоздыру тізбегіндегі кернеудің өзгеруімен бірге жүрмеуі үшін бөлек (тәуелсіз) болуы керек.

Электр қозғалтқыш генератор-қозғалтқыш жүйесінде жеке генераторлық генератормен жұмыс істегенде, қоректену кернеуін реттеуге болады (8.2 қараңыз).



Сурет. 2.21. Өзгерістері бар тәуелсіз (а) және дәйекті (б) қозғау қозғалтқыштары бар электр жетегінің механикалық сипаттамалары кернеудің зәкір тізбегіне жеткізіледі

Айналдыру жиілігін бақылау әдісінің артықшылықтары
 Кернеу: механикалық сипаттамалардың тұрақтылығы, тегістік және ауқымды реттеу ауқымы. ол айтарлықтай шығындар жүреді емес, өйткені экономиканың болсақ, нормативтік процесс өзі, үнемді. Алайда оны іске асыру үшін арнайы электронды құрылғылар қажет. бұл құрылғылар ғана емес резисторлар бастамай жылдамдығы бақылау, сонымен қатар «жұмсақ» автомобиль бастау қамтамасыз Бірақ, осыған қарамастан, реттелетін түрлендіргішті тұрақты ток электр қозғалтқыштары бақылау әдісі кеңінен қолданылады.



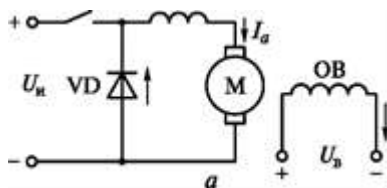
Сурет. 2.22. Желілік коммутация әдісімен сериялы жетек қозғалтқыштарына қолданылатын кернеуді реттеу сызбасы

Бірнеше қатарлы қоздыру қозғалтқыштары бірге жұмыс істегенде айналу жылдамдығын белсендіру тізбегін өзгерту арқылы басқаруға болады (2.22-сурет). Осылайша, қозғалтқыштарды параллель қосқанда (коммутатордың жоғарғы позициясы) олардың әрқайсысы U желісінің толық кернеуінде, ал жүйелі түрде ауысқан жағдайда (коммутатордың төменгі позициясы) қозғалтқыштардың әрқайсысы $U / 2$ кернеуінде болады.

Егер қозғалтқыштардың саны екіден көп болса, олардың минималды кернеуінен максималдыға дейін тегіс өтуімен белсендірудің көп нұсқалары болуы мүмкін. Бұл реттеу әдісі магистральды электровоздарда қолданылады, онда бірнеше (алты және одан да көп) тартқыш қозғалтқыштар бір уақытта жұмыс істейді, бұл оларды қосудың көптеген нұсқаларын алуға мүмкіндік береді.

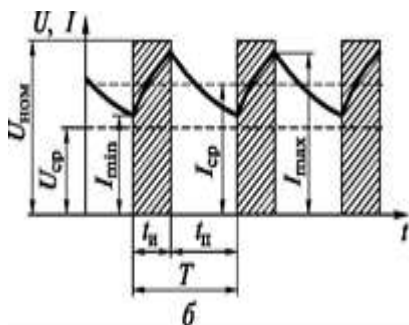
2.10. Тұрақты қозғалтқыш тоғы бар электжетектің импульсін реттеу

Тұрақты токтың электр қозғалтқышының жылдамдығын реттеу принципі қозғалтқышзәкірі тізбегінің кернеумен мезгіл-мезгіл желіге қосылып, кейін өшірілгенін көрсетеді (2.23-сурет, а). Бұл SA пернесі арқылы жасалады (әдетте байланыссыз). Бұл жағдайда қозғалтқыштың ОВ қозғалуы орамасының кернеуі тұрақты ток желісіне қосылған және қозғалтқыштың қозғалысы үзілмейді. Суреттегі диаграммада. 2.23, б кернеу импульсінің түрлі биіктігі бар тікбұрышты нысаны бар. Бұл жағдайда ұзақтықтың импульсі және ұзақтығы үзіліспен ауыстырылады? Импульстік уақыт ішінде кейбір индуктивтілік L_a бар зәкір тізбегіндегі ток біртіндеп артып, импульстің соңына жеткенде ең үлкен мән 1 мкс .



өздігінен индукцияның ЭМУ-мен

Импульс тоқтатылған кезде, яғни, зәкір тізбегі SA пернесі арқылы ашылғанда индуктивтілікке ие арматура тізбегіндегі ток бірте-бірте азаяды, себебі ол L_1 дроссельмен зәкір тізбегінде индуцирленген қолдайды. Сондықтан үзіліс кезінде, зәкір тізбегі ашық болғанда, а ток жоғалып кетпейді, бірақ VD диодтың көмегімен жабылып, біртіндеп төмендейді, келесі кернеу импульсінің басына дейін жетеді. Бұл жағдайда зәкір тізбегі кейбір тұрақты жұмыс істейтін орта кернеуге сәйкес келеді, U_{cp} - оның мәні B ,



қозғалтқышы бар

Сурет. 2.23. Тұрақты ток

электр жетегінің жылдамдығын реттеу

$$U_{\text{ср}} = U_{\text{ном}} t_{\text{н}} / T = \gamma U_{\text{ном}} \quad (2.54)$$

осындағы $\gamma = t_{\text{н}} / T$ — басқару коэффициенті.

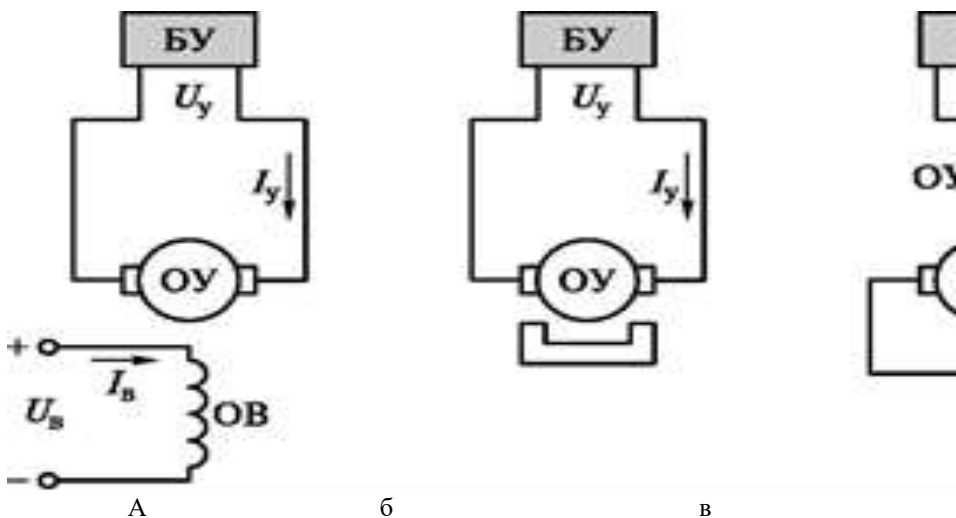
Импульсты реттеудегі қозғалтқыш жылдамдығы, айн / мин,

$$(2.55) \quad n = \frac{\gamma U_{\text{ном}} - I \sum r}{c_e \Phi}.$$

Индуктивтілік L_1 индукторы зәкір индуктивтілікпен бірге зәкір тізбегіндегі L_a толқындарының ағымын азайтады. Егер схема параметрлері таңдалса, ток шырмауы оның номиналды мәнінің 10% -нан аспайтын болса, онда зәкір тізбегіндегі шығындар шамасы бойынша импульстік бақылаумен қозғалтқыштың жұмысы іс жүзінде тұрақты кернеудің жұмысынан ерекшеленбейді. Тығыздықтың үлкен мәнімен зәкір тізбегінде қосымша шығындар пайда болады.

2.11. Тұрақты токтың атқарушы қозғауышы

Электржетекті автоматтандырылған басқару жүйесінде кіші қуаттың басқарылатын электр қозғалтқыштары кеңінен қолданылады, оның көмегімен электр сигналы (басқару кернеуі) механикалық қозғалысқа айналады - біліктің айналуы. Мұндай қозғалтқыштар атқарушы деп аталады

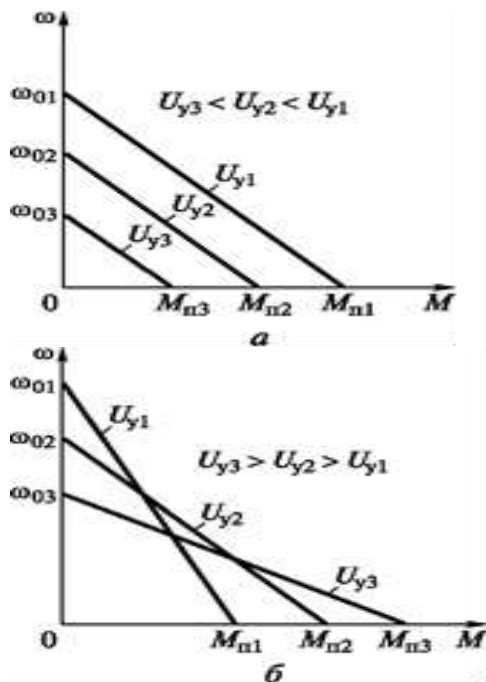


Сурет. 2.24. Тұрақты ток қозғалтқыштары
(а, б) және полүсті (в) бакылау әдістерін қамтиды

Атқарушы қозғалтқыштарға олардың жұмыс ерекшеліктеріне байланысты бірнеше арнайы талаптар беріледі. Бұл қозғалтқыштар дерлік номиналды режимде жұмыс істемейді; жиі іске қосу, тоқтату және қалпына келтіру олардың жұмысына тән. Орындалатын қозғалтқыштардың жылдамдықты реттеудің кең спектрі болуы керек. Уақыт өтетін уақытты азайту үшін олар тұрақты түрде орналасады, орындалатын қозғалтқыштар әдетте төмен инерцияны орындайды. Жетекші қозғалтқыштар үшін өте маңызды талап - бұл өздігінен қозғалмау - бақылау сигналын алып тастағанда қозғалтқышты өздігінен тежеу. Басқарушы электр қозғалтқыштарының механикалық сипаттамалары түзу болуы керек, бастапқы сәтте максималды болып табылады.

Тікелей ағымдағы электр қозғалтқыштары ретінде тәуелсіз электромагниттік қоздыру қозғалтқыштары немесе тұрақты магниттермен қозғалыстар қолданылады. Электромагниттік қозғалысы бар атқарушы электр қозғалтқыштарында екі якорь мен полюсті басқару мүмкін. Тұрақты магниттермен қозғалған қозғалтқыштарда тек қана зәкірлік басқару (2.24-сурет).

Электромагниттік қозғаумен атқарушы электр қозғалтқышын бекіту кезінде (2.24, а және в сур.), Полюстердің орамасы ОВ қозғауының орамасы болып табылады және зәкір орамасы ОУ-дың басқару элементі болып табылады. Басқарушы қозғалтқыштың жұмысы кезінде қозғалтқыш орамасына өзгеріссіз кернеу қолданылады, ал басқару орамына (арматура орамасына) бақылау сигналы (басқару кернеуі) қолданылады. Бекіткіштерді басқару кезінде механикалық сипаттамалар түзу және бір-біріне параллель болып табылады (2.25, а), сондықтан басқару кернеуінің әр түрлі мәндері үшін сипаттамалардың қаттылығы бірдей; ең үлкен айналмалы қозғалтқыштың іске қосылуына сәйкес келеді, ол атқарушы электр қозғалтқыштарына қойылатын талаптарға жауап береді.



Сурет . 2.25.Бекіту (а) және полюсте (б) басқару әдістеріне арналған тұрақты токтың механикалық сипаттамалары

Өріс орамасының полюсті басқаруымен зәкір орамасы(осы орамның тізбегіндегі ток шектеуі үшін резистор $R_{доб}$), ал бақылаудың орамасы - полюстердің орамасы. Полюсті басқару кезінде, механикалық сипаттамалары бір-біріне параллель емес: сипаттамалардың қаттылығы басқару кернеуінің жоғарылауымен азаяды. Полюсті басқарудың басты кемшілігі - өзін-өзі қозғалту мүмкіндігі. Мұның себебі қалдық магнетизмнің магнит ағыны, оның әсерінен қозғау орамынан басқару сигналы алынып тасталған кезде, қозғалтқыштағы айнарудың жалғасуында. Полюстық бақылау кезінде бұл өздігінен қозғалуды болдырмау үшін қозғалтқыш білігіне үнемі қолданылатын механикалық жүктемені жасау қажет, ол ротордың басқару сигналының жоқтығынан өздігінен айналуынан сақтайды.

Полюсті басқарудың артықшылығы басқару кернеуінен басқарушы қозғалтқыштың максималды қуатының тәуелсіздігі болып табылады. Бұдан шығатыны, тіпті басқару кернеуінің шамалы шамасы болса да, моторды едәуір қуатты басқаруға болады. Полюсті басқарудың артықшылығы басқару кернеуінен атқарушы мотордың максималды шығу механикалық қуатының тәуелсіздігі болып табылады. Бұдан шығатыны, тіпті басқару кернеуінің шамалы шамасы болса да, моторды едәуір қуатты басқаруға болады. Полюсті басқарудың тағы бір артықшылығы - қуатты үнемдеу, әдетте қозғалтқыш тұтынатын қуаттың

10-дан 30% -на дейін жетпейді. Бұл қуат күшейткіштерін басқару полустерімен басқарылатын электр қозғалтқыштарының басқару схемасында шағын күшейту коэффициентін қолдануға мүмкіндік береді. Басқару сигналы өзгерген кезде полустерді басқару кезінде атқарушы электр қозғалтқыштарының механикалық сипаттамаларының қаттылығы да өзгереді (2.25, б). Максималды айналу сәті максималды іске қосу сәтіне сәйкес келеді.

Сынақ сұрақтары

1. Тұрақты ток қозғалтқышының механикалық сипаттамасының теңдеуін жазыңыз және оның терминдерінің физикалық мағынасын түсіндіріңіз.
2. Шекара жылдамдығы қандай?
3. Табиғи және жасанды механикалық сипаттамалар арасындағы айырмашылық неде?
4. Қызу факторы нені ескереді?
5. Мысал 2.1 деректерін пайдалана отырып, зәкір контурын қосу үшін резистордың кедергісін анықтаңыз, бұл кезде номиналды жүктемеде айналу жылдамдығы номиналды жылдамдықтың 0,7 есе.
6. Мысал 2.2 деректерін пайдалана отырып, 1,5 Ом кедергісі бар зәкір тізбегіндегі қосымша резисторы бар механикалық сипаттаманы құрыңыз.
7. Тәуелсіз қозу қозғалтқышында қандай тежеу режимдері мүмкін?
8. Қандай жағдайларда тәуелсіз қозу қозғалтқышының регенеративті тежеуі орын алады?
9. Мысал 2.4 деректерін пайдалана отырып, динамикалық тежеу кезінде резистордың зәкір тізбегіндегі кедергісін анықтаңыз, егер тежеудің басталуы 2000 айн / мин жылдамдыққа сәйкес келсе.
10. Неліктен жүйелі қозу қозғалтқышының механикалық сипаттамалары қисығы бар?
11. Неліктен жүйелі қозғалтқыштың қозғалтқышы білікке жүктемесіз желіге қосылмайды?
12. Тұрақты қоздыру қозғалтқышының әмбебап механикалық сипаттамалары қандай?
13. Сериялық қоздыру қозғалтқышында регенеративті қалпына келтіру тежеуін алу мүмкін бе?
14. Бастапқы реостаттың мақсатын түсіндіріңіз.
15. Резистентті зәкір тізбегіндегі кедергіні өзгерту арқылы айналу жиілігін бақылау артықшылықтары мен кемшіліктері қандай?

16. Қозғалтқыштың тұрақты жұмыс істеу нүктесінің координаттарын қалай анықтау керек?
17. Қозғалтқыштың ең жоғарғы жылдамдығы қандай?
18. Қозғалыс ағынын өзгерту арқылы айналу жиілігін бақылаудың артықшылықтары мен кемшіліктері қандай?
19. Магниттік қозғау ағынының шамасы механикалық сипаттамалардың қаттылығын бұзады ма?
20. Магниттік қозу ағынының магниттік қозғалысы қоздыру қозғалтқыштарында қалай реттеледі?
21. Тұрақты ток қозғалтқышының механикалық сипаттамалары бойынша арматура тізбегіндегі кернеудің әсері қандай?
22. Қозғалтқыштың импульстік жылдамдығы қалай басқарылады?
23. Жетекші қозғалтқыштар үшін якорь мен полюсті басқару әдістерінің артықшылықтары мен кемшіліктері қандай?

3 ТАРАУ

АЙНЫМАЛЫ ТОК ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫ БАР ЭЛЕКТРЖЕТЕКТІҢ СИПАТТАМАСЫ

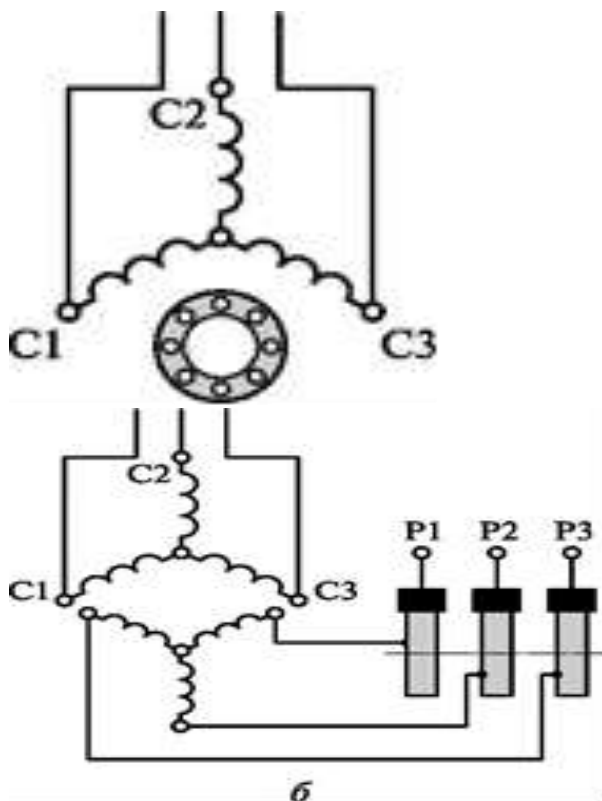
3.1. Үш фазалы асинхронды қозғалтқыштар үшін негізгі ұғымдар мен қатынастар

Үш фазалы асинхронды қозғалтқыштар заманауи электр жетегінің негізін құрайды. Тұрақты ток қозғалтқыштарынан олар простат дизайнымен, сенімділігімен, жоғары техникалық және экономикалық көрсеткіштерімен ерекшеленеді. Сонымен бірге, асинхронды қозғалтқыштар реттелетін қасиеттердегі тұрақты ток қозғалтқыштарынан кем. Электр жетегіндегі басқарылатын электронды түрлендіргіштерді пайдалану (8.5 және 8.6 қараңыз) индукциялық қозғалтқыштардың осы кемшіліктерін жеңуге көмектеседі.

Ротордың конструкциясына сәйкес, асинхронды қозғалтқыштар фракциялы роторлы қозғалтқыштар мен қозғалтқыштармен жабдықталған. Қысқа тұйықталу роторы (3.1а-суретте) терминалдар жоқ, себебі оның орамасы қысқа тұйықталған ұяшық түрінде жасалады: ротордың ядросының периметрі бойынша орналасқан мыс немесе алюминий сымдар екі жағынан сақиналармен жабылады. Бұл қозғалтқыштардың құрылысы өте қарапайым, бұл оларға жоғары сенімділік, техникалық қызмет көрсету және арзан баға береді.

Фазалық ротордың (3.1, б) статор орамасы ретінде жасалған үш фазалы катушкалар бар. Бұл орамның кейбір ұштары нөлдік нүктеге, яғни орамасы «жұлдыз» арқылы қосылады, ал қалғандары үш байланыс сақинасына қосылады, бір-бірінен және біліктен оқшауланған. Ротордың

орамымен жылжымалы байланыста болу үшін сақинадағы қылшықтар орналастырылған. Фазалық ротордың осындай дизайны арқылы ротордың электрлік қарсылығын өзгертуге мүмкіндік беретін ротордың орамасына басталатын немесе реттейтін реостатты қосуға болады.



Сурет. 3.1. Фазалы (б) роторлары бар қысқа тұйықталған (а) асинхронды қозғалтқыштар

Ротордың орамымен жылжымалы байланыста болу үшін сақинада щетка орналастырылған. Фазалық ротордың осы конструкциясымен ротордың тізбегінің электр кедергісін өзгертуге мүмкіндік беретін ротордың орамасына қосу немесе реттейтін реостатты қосуға болады. Фазалық роторы бар асинхронды қозғалтқыштар аса күрделі болып табылады, сондықтан олардың құны жоғары, сонымен қатар мерзімді жөндеу қажет. Осы себептерге байланысты, фазалық роторлы қозғалтқыштар тек қысқа тұйықталған ротордың қозғалтқыштары іске қосу немесе реттеу қасиеттеріне жарамсыз болған жағдайларда ғана қолданылады.

Асинхронды машинаның роторы және статордың айналмалы магнит өрісі әртүрлі жылдамдықпен айналады, яғни, олар асинхронды түрде айналады.

Бұл жағдайларда айналмалы статор өрісі ротордың орамасындағы ЭДС.

Жұмыс жағдайында статор мен роторлық өрістердің айналмалы жиіліктеріндегі айырмашылық аз және тек бірнеше пайызды құрайды. Асинхронды қозғалтқыштың жұмыс процестерін қарастырған кезде әдетте пайыздық немесе өлшем бірліктерімен өлшенген (мысалы, 2% немесе 0.02) өлшенетін пайыздық ұғымды пайдаланады:

$$s = (n_1 - n) / n_1, \quad (3.1)$$

қайдан

$$n = n_1(1 - s), \quad (3.2)$$

осы n_1 — синхронды айналу жиілігі, яғни, статордың магниттік айналу жиілігінің айламағы,

$$n_1 = 60 f_1 / p, \quad (3.3)$$

f_1 — айнымалы ток көзінің жиілігі, Гц; p — жұп полюстер саны, статор орамасында; n — ротордың айналу жиілігі ($n \Phi n_1$).

50 Гц айнымалы ток жиілігінде (өнеркәсіптік жиілік) келесі синхрондық жылдамдықтар мүмкін:

Полюстердің жұп саны p	1	2	3	4	5
6					
n_1 (айн/мин).....	3000	1500	1000	750	600
500					

Үш фазалы асинхронды қозғалтқыштар үшін келесі қатынастар мен тәуелділіктер жарамды.

1. Қозғалтқыш білігіне номиналды режимде, N_m ,

$$M_{ном} = 9,55 \cdot 10^3 P_{ном} / n_{ном}, \quad (3.4)$$

мұнда $P_{ном}$ - қозғалтқыштың қуаты, кВт; ПНСМ - айналу роторының номиналды айналу жылдамдығы, айн / мин.

Қозғалтқыштың номиналды қуаты каталогта көрсетілген, номиналды жылдамдыққа қатысты ол каталогта немесе номиналды слипте SHOM беріледі, содан кейін номиналды жылдамдығы формула бойынша анықталады (3.2).

2. Асинхрондық қозғалтқыштың электромагниттік жағдайы, N_m , өрнегімен анықталады

$$M = \pm \frac{m_1 U_1^2 r_2' p}{2\pi f_1 s [(r_1 + r_2'/s)^2 (x_1 + x_2')^2]} \quad (3.5)$$

r_2 и x_2 — ротордың орамасының белсенді және индуктивті кедергілерінің берілген мәндері, Ом; r_1 и x_1 — статор орамасының белсенді және индуктивті кедергісі, Ом.

Үш фазалы қозғалтқыш үшін статор орамасындағы фазалардың саны $m_1 = 3$. Қосу белгісі $s > 0$ (қозғалтқыштың режимі) мәндеріне сәйкес келеді және минус белгісі $s < 0$ (генератор режимі) мәндеріне сәйкес келеді.

Электромагниттік жағдайды есептеу үшін формуланы (3.5) пайдалану қиынға соғатын каталогтардағы индукция қозғалтқыш орамаларының кедергісі берілмейді. Сондықтан практикалық есептеулерде біз жеңілдетілген формуланы қолданамыз

$$M \approx \frac{2M_{\max}}{s/s_{\text{кр}} + s_{\text{кр}}/s}.$$

Механикалық сипаттаманың ($s < s_{\text{гр}}$) жұмыс бөлігіндегі сәтті есептеу үшін осы формуланы пайдалану кезінде ықтимал дәлдік практикалық есептеулер үшін қолайлы мәндерден аспайды. Мұнда $s^{\wedge}$ - максималды сәтте $M_{\max}$ сәйкес келетін сыни сырғыма.

3. Статордың фазалық орамасындағы номиналды ток, А,

$$I_{1\text{ном}} = \frac{P_{1\text{ном}} \cdot 10^3}{m_1 U_1 \cos \varphi_{\text{ном}}} \quad (3.7)$$

осындағы $P_{1\text{ном}}$ — қуат, электр қозғалтқышы номиналды режимде электр желісінен тұтынылған, кВт,

$$P_{1\text{ном}} = P_{\text{ном}} / \eta_{\text{ном}}, \quad (3.8)$$

$V_{\text{ном}}$ — КПД номиналды режимдегі қозғалтқыш; U_1 — кернеу, подведенное к статор орамасы (фазалық мән), В; $\cos \varphi_{\text{ном}}$ — номиналды режимдегі қозғалтқыш күштің коэффициенті.

4. Асинхронды қозғалтқыштарға арналған каталогтарда бірқатар параметрлердің мәндері осы параметрдің номиналына қатысты көпше түрінде берілген:

Максималды сәттің көпшесі $= M_{\text{тах}}/M_{\text{ном}}$; көпше

Қосу сәті $\wedge_{\text{п}} = M_{\text{п}}/M_{\text{ном}}$; ағымдағы ток жиілігі $=$

$1_{\text{п}}/1_{\text{ном}}$; ағымдағы тоқтың сиректігі $\wedge_{\text{min}} = M_1 1_{\text{п}}/M_{\text{ном}}$.

5. Каталог деректерін пайдалана отырып индукциялы қозғалтқыштың (3.5) немесе (3.6) және статорлық ток рейтингісінің (3.7) номиналды моментін есептеу:

Максималды сәт

$$M_{\max} = M_{\text{ном}} \lambda_m; \quad (3,9)$$

Қосу сәті

$$M_{\Pi} = M_{\text{ном}} \lambda_{\Pi}; \quad (3,10)$$

Қосу тоғы

$$I_{\Pi} = I_{\text{ном}} \lambda_i. \quad (3,11)$$

6. Асинхронды қозғалтқыштың сындарлы жылжуы

$$s_{\text{кр}} = \pm \frac{r'_p}{\sqrt{r_1^2 + x_k^2}}, \quad (3.12)$$

мұндағы

$$x_k = x_1 + x'_2.$$

Сонымен қатар жеңілдетілген формуланы қолдануға болады

$$s_{\text{кр}} \approx s_{\text{ном}} (\lambda_m + \sqrt{\lambda_m^2 - 1}). \quad (3.13)$$

Номиналды сырғу $s_{\text{ном}}$ әдетте асинхронды қозғалтқыштар үшін каталогтарда берілген *

Үш фазалы асинхронды қозғалтқыш қысқа тұйықталған 4A180S4 типтегі каталог бойынша номиналды мәліметтер бар ротормен: ток 50 Гц жиілігінде 380/660 В қуат көзі; пайдалы қуаты 22 кВт; 2,0% сырғанау; Өнімділік 90% қуат коэффициенті 0,9; бастапқы жағдайдың көптігі 1,4; максималды сәттің көптігі 2.2; бастапқы ток жиілігін 7.0 *. Қозғалтқыштың номиналды жүктемесіндегі статор орамасындағы ротордың жылдамдығы мен тоғын, іске қосу тоғын және іске қосу моментін, максималды айналу және тиісті айналу жиілігін анықтау керек.

Шешім * 1 * Қозғалтқыш төрт тіректі қозғалтқыш болып табылады (соңғы сан мөлшері стандартты түрінде), м * е * 50 Гц жиілікте, айнарудың синхронды жылдамдығы 1500 айн / мин, номиналды 2%, m * e * 0.02, Айналдыру жылдамдығы (3 * 2)

$$n_{\text{ном}} = n_1(1 - s_{\text{ном}}) = 1500(1 - 0,02) = 1470 \text{ об/мин.}$$

2*

Номиналды

жағдай

(3*4)

$$M_{\text{ном}} = 9,55 \cdot 10^3 P_{\text{ном}} / n_{\text{ном}} = 9,55 \cdot 10^3 \cdot 22 / 1470 = 143 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

3* Номиналды режимде желіден қуатты тұтыну
(3*8)

$$P_{\text{I ном}} = P_{\text{ном}} / \eta_{\text{ном}} = 22 / 0,9 = 24,44 \text{ кВт}.$$

4* Статорлық ток ағымдағы жағдайында (3*7)

$$I_{\text{I ном}} = \frac{P_{\text{I ном}} \cdot 10^3}{m_1 U_1 \cos \varphi_{\text{ном}}} = \frac{24,44 \cdot 10^3}{3 \cdot 380 \cdot 0,9} = 23,8 \text{ А}.$$

5. Максималды жағдай
(3.9)

$$M_{\text{max}} = M_{\text{ном}} \lambda_{\text{м}} = 143 \cdot 2,2 = 314,6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

6. Қосу сәті
(3.10)

$$M_{\text{II}} = M_{\text{ном}} \lambda_{\text{II}} = 143 \cdot 1,4 = 200 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

7. Қосу тоғы
(3.11)

$$I_{\text{II}} = I_{\text{ном}} \lambda_i = 23,8 \cdot 7 = 167 \text{ А}.$$

8. Сындарлы сырғу
(3.13)

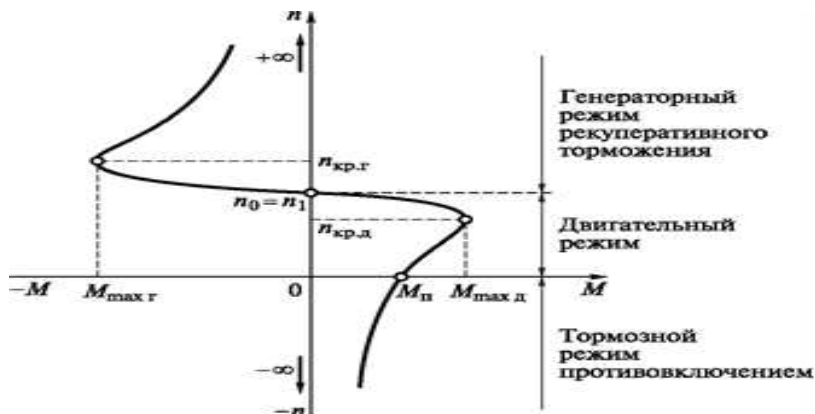
$$s_{\text{кр}} = s_{\text{ном}} (\lambda_{\text{м}} + \sqrt{\lambda_{\text{м}}^2 - 1}) = 0,02 (2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1}) = 0,083.$$

9. Сындарлы айналу жиілігі
(3.2)

$$n_{\text{кр}} = n_1 (1 - s_{\text{кр}}) = 1500 (1 - 0,083) = 1375 \text{ об/мин}.$$

Асинхронды қозғалтқыштың (3.5) электромагниттік сәті үшін өрнекте электромагниттік сәттен М әсер ететін жалғыз айнымалы мән болып табылады. Сондықтан бірқатар слиптің мәндерін белгілеп, олардың әрқайсысы үшін сәттің шамасын есептеп, ротордың айналу жылдамдығымен осы слиптің мәндерін есептеу кезінде, асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамасын құрастыру үшін деректерді аламыз: $n = f(M)$. Алынған сипаттаманы талдау (3.2-сурет), асинхронды қозғалтқышта үш жұмыс режимі бар екенін көреміз:

қозғалтқыштың (негізгі) режимі - айналу жылдамдығынан 0-ден 1-ге дейін (синхронды айналу жиілігі);



Сурет. 3.2. Асинхронды қозғалтқыштың жұмыс режимі

- генераторлы режим щ лан +те дейінгі айналу жиілігінде рекуперативті тежелуі
- карама-қарсы тежеу режим — 0 дан -те айналу жиілігінде

Механикалық сипаттамасында келесі сипаттамалар көрсетілген:

M_n - индукциялық қозғалтқыштың іске қосу моменті;

$M_{тахд}$ - қозғалтқыш күйінің максималды сәті;

$n_{кр.д}$ - қозғалтқыштың айналу жиілігінің жиілігі,

яғни максималды сәтке сәйкес айналу жылдамдығы

қозғалтқыш режимінде $M_{тахд}$;

$M_{тахг}$ - генератордың режимінің максималды жағдайы (регенеративті тежеу);

$n_{кр.г}$ — енератор режимінің айналмалы айналу жылдамдығы,

яғни максималды моментіне сәйкес айналу жылдамдығы

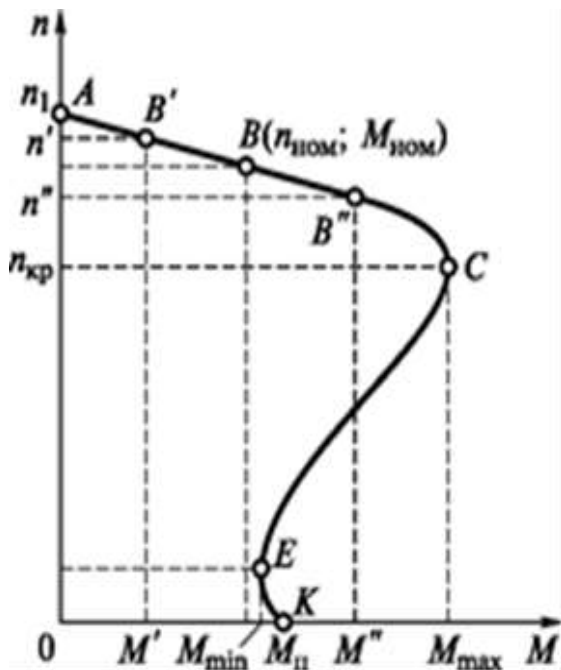
генератор режимін $M_{тахг}$;

$n_0 = n_1$ — айналудың шекаралық жылдамдығы, асинхронды машинаның қозғалтқыш режимін генераторға көшуіне сәйкес; қозғалтқыштың жұмыс істемейтін жылдамдығы.

3.2 . Асинхрондық қозғалтқыштың қозғалтқыш режиміндегі механикалық сипаттамалары

Қозғалтқыш режимінің механикалық сипаттамасы $M = f(n)$ айналу жиіліктерінің диапазонында орналасқан $0 < n < \infty$ (сурет 3.3) және бес сипаттамасы бар:

- А нүктесі $n = \Pi$ координаты бар және $M = 0$ (мінсіз тыныштық-кезеңі);
- В нүктесі $n = PNNM$ координата-сымен және $M = M_{ном}$ (номиналды жүктеме режимі);
- координаттары бар С нүктесі $n = n^{\wedge}$ және $M = M_{max}$ (сыни жұмыс кезеңі);
- нүктесі k координаттары бар $n = 0$ және $M = M_p$ (қысқа тұйықталу-кезеңі - қозғалтқышты іске қосу);
- Е нүктесі - ең аз Мтт-Айнымалы ток аймағы механикалық сипаттаманың жұмыс бөлімі деп аталады, себебі индукциялық қозғалтқыштың тұрақты жұмысы мүмкін тек осы аймақта.



Сурет. 3.3. Негізгі электр қозғалтқышының механикалық сипаттамасы (қозғалтқыш) режимі

Индукциялық қозғалтқыш В нүктесінің номиналды режимінде жұмыс істеп тұрған координаттармен және $n_{ном}$ мен $M_{ном}$ жұмыс жасайтынын айта кетейік. Содан кейін M_c жүктеудің статикалық жағдайы $M^{\wedge}$ мәніне шамалы азая бастады. Бұл қозғалтқыштың роторының айналу жиілігін n және электромагниттік жағдайдың M' дейін төмендеуіне әкелді.

Бұл жағдайда тұрақты жұмыс қалпына келтіріледі, бірақ В нүктесі режимінде. Егер статикалық жүктеме моментінің M_c -нің M мәніне жоғарылауы болса, бұл айналу жылдамдығының n мәніне дейін азаюына әкеледі және электромагниттік момент M' мәніне дейін артады, ал қозғалтқыштың тұрақты жұмысы қайтадан қалпына келтіріледі, бірақ В режимінде. Жүктің одан әрі артуымен тұрақты жұмыс бұзылмайды. Бірақ С нүктесінде, электромагниттік жағдайда M_{max} максималды мәніне жеткенде, тұрақты жұмыс істеу шегі пайда болады, өйткені жүктеменің одан әрі артуы қозғалтқыш роторы тоқтағанға дейін қозғалтқыштың электромагниттік жағдайын төмендетеді және айналу жылдамдығын азайтады. Бұл жағдайда қысқа тұйықталу орын алады. Осылайша, асинхронды қозғалтқыштың тұрақты жұмысы тек $M < M_{max}$ жүктеудің статикалық жағдайында мүмкін болады. Қозғалтқыштың тұрақты жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін қысқа мерзімді жүктемелер электр жетегінің жұмысына кедергі келтірмейді,

қозғалтқыштың $KM = M_{\max} / M_{\text{ном}}$ транзитке қабілеттілігі болуы керек, әдетте $A_m = 1.7 + 3$.

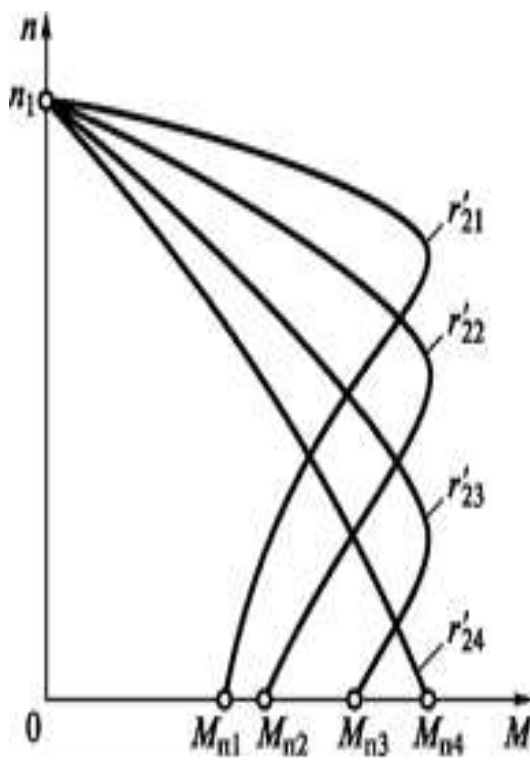
Статор орамасының белсенді қарсылық мәнін ескермейтін, статордың және ротордың ($x_1 + x_2$) индуктивтілік кедергісінің сомасынан бірнеше есе аз болатын, түрлендірулер сериясынан кейінгі (3.12) - (3.5) аралығындағы сыни сырғыма құнын ауыстыру, біз индукция моторының максималды моментіне жуықтай өрнек аламыз, мұнда $X_k = x_1 + x_2$ - қысқа тұйықталу режиміндегі мотор орамдарының индуктивті кедергісі.

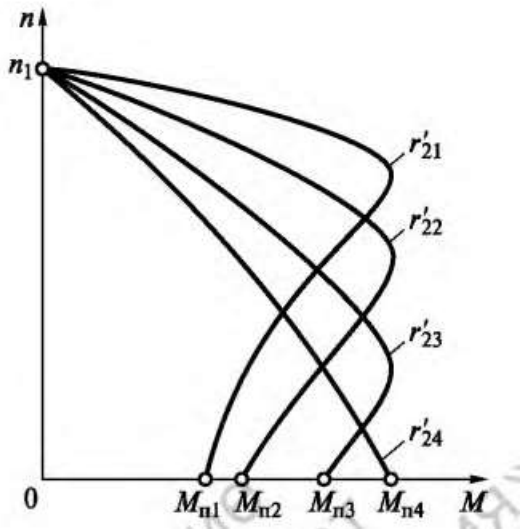
$$M_{\max} \approx \pm \frac{m_1 U_1^2 p}{4\pi f_1 (x_1 + x_2')} = \pm \frac{m_1 U_1^2 p}{4\pi f_1 x_k}, \quad (3.14)$$

(3.12) және (3.14) өрнектерінде плюс белгісі базалық (қозғалтқыш) режимге және қарсы тежеу режиміне сәйкес келеді, ал минус белгі регенеративті регенеративті тежеу режиміне сәйкес келеді.

Оның асинхронды қозғалтқыштың моменті қозғалтқышқа (U_2) қолданылатын кернеудің квадратына пропорционалды болған кезде, (3.14) өрнектен шығады және бұл кезде r_2 ротордың белсенді қарсыласуына байланысты емес. Сонымен қатар, өрнекте (3.12) көрініп тұрғандай, сыни сырғыма (сыни айналу жиілігі $n^{\wedge}$) ротордың белсенді қарсыласуына пропорционалды, бірақ мотордың кернеу $U \setminus$

Сондықтан, егер ротордың r_2 белсенді кедергісі U_1 кернеуінің кернеуімен өзгермесе, максималды момент асинхронды қозғалтқыш $M_{\max}$ өзгеріссіз қалады, бірақ сыни сырғанау $S_{\text{кр}}$ (сыни айналу жиілігі $p_{\text{кр}}$) артады. Суретте. 3.4 ротордың белсенді қарсыласуының $r_{21} < r_{22} < r_{23} < r_{24}$ мәндерінің сериясы үшін асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамаларын көрсетеді. Осы саннан ротордың r_2 белсенді қарсыласуының артуы кезінде мотордың механикалық сипаттамаларының жұмыс бөлігінің ординат осіне дейінгі бұрыштары азаяды, ал осы секциялардың ұзындығы артады.





Сурет. 3.4. Ротордың белсенді қарсылығының әр түрлі мәндері үшін негізгі (қозғалтқыш)

режиміндегі асинхронды

қозғалтқыштың механикалық

сипаттамалары r_{21}
 $r_{2,2} < r_{23} < r_{24}$

Ротордың кедергісі r_{24} кезде, қозғалтқыш режимінің барлық механикалық сипаттамасы жұмыс бөлігіне айналады және сыни жылдамдық $n^* = 0$ болады.

Максималды момент $M_{\max}$, демек, қозғалтқыштың $M_{\max} / M_n$ қозғалтқышының жүктемелік қуаты қозғалтқышқа қолданылатын кернеу U_2 квадратына пропорционалды [(3.14)], асинхронды қозғалтқыштың тұрақты жұмыс істеуін бұзу себебі оның жүктемесін ғана емес, сонымен қатар жеткізу желісіндегі кернеудің төмендеуі де мүмкін.

Әдетте, асинхронды қозғалтқыштар кішігірім тайғақпен жұмыс жасайды (синхрондықтан аз айырмашылығы бар). Бұл, негізінен, қозғалтқыштың тиімділігін арттыру ниетімен байланысты, себебі ротордың орамасындағы электр шығыны сырғыма пропорционалды. Бұл, ең алдымен, ақжелкен торлы ротормен асинхронды қозғалтқыштарға қолданылады. Ағымдағы серияның жалпы мақсаттағы қозғалтқыштары үшін номиналды қаптама $S^* M = 6,0 + 1,5\%$ құрайды. Сонымен қатар, қозғалтқыштың номиналды қуаты артып, оның номиналды қуаты азаяды.

Егер номиналды слипте жұмыс істейтін қозғалтқышпен ($s < s^*$ M) қатынасы (s / s^*) және (s^* / s) мәндерін салыстырсақ, онда бірінші

қатынасы екіншіден бірнеше есе аз болады. Мысалы, 4A180S4 қозғалтқышы үшін (3.1 мысалын қараңыз) қатынасы

$$s_{\text{ном}}/s_{\text{кр}} = 0,02/0,083 = 0,24, \quad (3.15)$$

қатынасы

$$s_{\text{кр}}/s_{\text{ном}} = 0,083/0,02 = 41,5, \quad (3.15a)$$

яғни. қатынасы ($s_{\text{кр}} / s_{\text{ном}}$) $41.5 / 0.24 = 173$ есе жоғары ($s_{\text{ном}} / s_{\text{кр}}$) қатынасы. Бұл өрнек (3.6) өрнектегі бірінші терминін елемеге және слиптің $s < s_{\text{сг}}$ сәйкес келетін механикалық сипаттаманың кездейсоқ бөлігінің теңдеуі болып табылатын электромагниттік жағдайдың өрнегін алуға мүмкіндік береді,

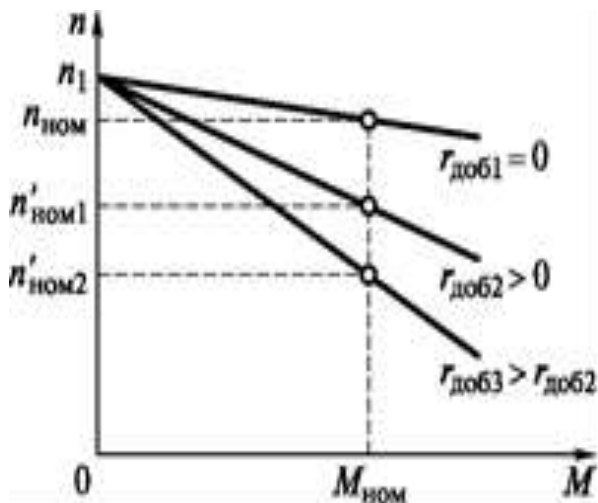
$$M \approx \frac{2M_{\text{max}}}{(s_{\text{кр}}/s)} = \frac{2sM_{\text{max}}}{s_{\text{кр}}} = Ks, \quad (3.16)$$

осындағы $K = 2M_{\text{тах}}/D_{\text{кр}}$ — коэффициент, берілген қозғалтқышқа тұрақты.

Механикалық сипаттаманың жұмыс бөлімі түзу сызық екенін және оның құрылысы үшін екі нүктенің координаттары қажет екендігін білдірудің (3.16) өрнегінен: біреуі n_1 және $M = 0$ координаталарымен бос тұру нүктесі, ал екіншісі номиналды жұмыс режимінің нүктесін пайдалана алады қозғалтқышы мен қаппа координаттары бар $M_{\text{ном}}$. Осы нүктелердің сипаттамалары асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы болып табылады (3.5 сурет, $\Gamma_{\text{доб1}} = 0$ бар диаграмма).

Жұмыс алаңын табиғи механикалық ретінде қарастыруға болады роторлық жылдамдығының диапазонында желілік сипаттамалары синхронды p_1 -ден сәйкес келетін айналмалы жиіліктен Статикалық жүктеме жағдайы $M_{\text{с}} = 0.7 M_{\text{тах}}$.

Асинхрондық қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасының жұмыс бөлігінің қаттылығы сыни сырғыма $s^{\wedge}$ ($p_{\text{г}}$ -ның айналмалы айналу жылдамдығы) тәуелді екендігін көруге болады, демек, ротордың белсенді қарсыласуында [2]. (3.12): кіші r_2 , аз $s^{\wedge}$, демек, механикалық сипаттамаға неғұрлым қатаң.



Фазалық ротордың асинхронды қозғалтқыштарында (3.1 сур., Б) суретте ротордың конструкциясы резистордың орамасына резисторды қосу мүмкіндігін береді. Ротордың белсенді қарсылығы:

$$R_2 = r_2 + r_{\text{доб}},$$

Сурет. 3.5. Табиғи және жасанды механикалық сипаттамалары асинхронды қозғалтқышы бар электр жетегі

бұл қозғалтқыштарда жасанды механикалық сипаттамаларды алуға мүмкіндік береді (3.5 сур., графалар с $r_{\text{доб}2} > 0$; 2 және $r_{\text{доб}3} > r_{\text{доб}2}$).

Ом жұмыс температурасында ротордың орамасының белсенді кедергісі,

$$r_2 = s_{\text{ном}} E_2 / (\sqrt{3} I_{2\text{ном}}), \quad (3.17)$$

осы E_2 — ЭДС (сызық) Фазалық ротордың бос жұмыс режимінде оралуы ($I_2 = 0$) қозғалыссыз ($p = 0$) роторда, $I_{2\text{ном}}$ — ток (фазалы) номиналды қозғалыс режимінде ротордың орамасы ($M_{\text{ном}}$, $p_{\text{ном}}$), А.

Ротор тізбегіне сыртқы резистор қолданылған кезде фазалық ротормен асинхронды қозғалтқыштың сыни сырғысы келесі $r_{\text{доб}}$ формула бойынша анықталады:

$$s_{\text{кр}} = \frac{(r_2 + r_{\text{доб}}) k_e^2}{\sqrt{r_1^2 + x_1^2}}, \quad (3.18)$$

онда k_e - статор орамалары мен фазалық ротордың индукциялық қозғалтқышының роторы арасындағы тасинхронды коэффициенті

$$k_e = 0,95 U_{1\text{н}} / E_2.$$

(3.19)

E_2 және $I_{2\text{ном}}$ мәндері фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштар үшін каталогтарда берілген.

Асинхронды қозғалтқыштардың механикалық сипаттамаларының жұмыс бөліктері түзу сызық деп есептелетіндігіне байланысты, тәуелсіз (параллель) қозу қозғалтқыштарының тұрақты ток қозғалтқыштарына ұқсас (2.1)], бұл асинхронды қозғалтқыштың білікке арналған статикалық жүктеме сәтінің мәні үшін, осы қозғалтқыштың ротордың тізбегінің тиісті қарсыласуына қатынасы тұрақты болып табылады деген қорытынды жасауға болады:

$$\frac{I_2^*}{I_2} = \frac{U}{U_2 + I_{\text{доб1}}} = \dots = \frac{U}{U_2 + I_0} = \text{const.} \quad (3.20)$$

Осы теңдеуді $\Gamma_{\text{доб}}$ кедергісіне қатысты шешу кезінде біз қосымша резистордың кедергісін есептеу үшін формуланы аламыз, фазалық ротордың тізбегіне белгілі бір π жылдамдықты алу үшін қажет (табиғи механикалық сипаттамалар режимінде бірдей жүктемеде жасанды механикалық сипаттамалар режимінде берілген $s^\wedge$ сипаттамалары:

$$r_{\text{доб}} = r_c \left(\frac{s_n}{s_c} - 1 \right). \quad (3.21)$$

Егер де қосымша резистордың кернеуі $\Gamma_{\text{доб}}$ берілсе, онда берілген жүкпен сырғу, яғни s_n жасанды немесе табиғи механикалық режим тең:

$$s_n = s_c \left(\frac{r_{\text{доб}}}{r_2} + 1 \right). \quad (3.22)$$

Айналу жиілігі, s_n сырғуына сәйкес,

$$n_n = n_1(1 - s_n). \quad (3.23)$$

Мысал 3.2. Фазалық роторлы үш фазалы асинхронды қозғалтқыш

4АК200М8 техникалық деректерге ие: синхронды айналу жылдамдығы 750 айн / мин; номиналды қуаты 15 кВт; Тиімділігі 86%; номиналды 3,5% -ға төмендеу; 3 артық жүктеме; роторлы ток 28 А; Ротордың EMF 360 В Роторлы тізбегіндегі қосымша резисторды $\Gamma_{\text{доб}} = 1.50$ Ом. кедергісімен қосып, деректерді есептеу және табиғи механикалық сипаттаманы және жасанды механикалық сипаттаманы құру қажет.

Шешім. 1. Номиналды айналу режимі (3.2)

$$n_{\text{ном}} = n_1(1 - s) = 750(1 - 0,035) = 724 \text{ об/мин.}$$

2. Номиналды жағдай (3.4)

$$M_{\text{ном}} = 9,55 \cdot 10^3 P_{\text{ном}} / n_{\text{ном}} = 9,55 \cdot 10^3 \cdot 15 / 724 = 198 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

3. Табиғи сипаттамалар режимінде сыни сырғу (3.13)

$$s_{\text{кр}} = s_{\text{ном}} (\lambda_{\text{м}} + \sqrt{\lambda_{\text{м}}^2 - 1}) = 0,035(3 + \sqrt{3^2 - 1}) = 0,204.$$

4. Ротор орамасының фазасына белсенді кедергі (3.17)

$$r_2 = s_{\text{ном}} E_2 / (\sqrt{3} I_{2\text{ном}}) = 0,035 \cdot 360 / (1,73 \cdot 28) = 0,26 \text{ Ом}.$$

5. Нормаланған жүктеме кезіндегі жасанды механикалық сипаттамалар режимінде және қосымша резистордың кедергісі $r_{\text{доб}} = 1.50 \text{ Ом}$

$$s_{\text{н}} = s_{\text{ном}} \left(\frac{r_{\text{доб}}}{r_2} + 1 \right) = 0,035 \left(\frac{1,5}{0,26} + 1 \right) = 0,24.$$

6. Жасанды сипаттамалар режимінде номиналды жағдайда айналу жиілігі (3.23)

$$n_{\text{н}} = n_1 (1 - s_{\text{н}}) = 750(1 - 0,24) = 570 \text{ об/мин}.$$

7. Табиғи 1 және жасанды 2 механикалық сипаттамалары (жұмыс аймақтары) сурет. 3.6.)

3.3. Асинхронды қозғалтқышы бар электр қозғалтқыштары тежеу режимдерінде

3.3.1. Генераторлы (рекуперативті) тежеу

Асинхронды қозғалтқышты генераторға көшіру шарты режимі ротордың жылдамдығына қатысты статор магнит өрісінің синхронды айналмалы жиілігі ($n > n_1$). Осы жағдайларда қозғалтқыштың электромагниттік моменті теріс болады (3.2-суретті қараңыз), ал генерацияланған электр желісі желіге беріледі, яғни қалпына келтірудің регенеративті тежеу режимі іске қосылады. Іс жүзінде бұл режимді жұмыс істеп тұрған қозғалтқыштағы n_1 синхронды айналу жиілігін азайту арқылы алуға болады. Синхрондық жиіліктің өрнегінен оны екі жолмен жасауға болатындығын көруге болады: немесе статор орамасындағы p полюстерінің санын ұлғайту немесе кернеудің f_1 жиілігін азайту арқылы.

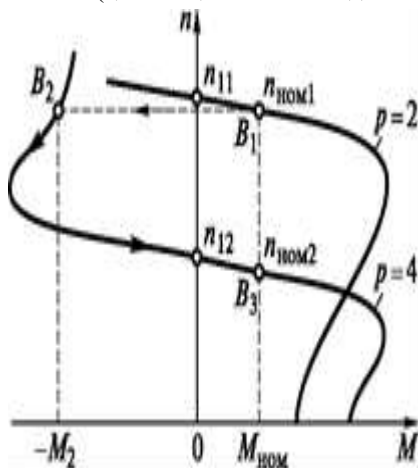
$$n_1 = (f_1 \cdot 60) / p$$

Мысалы, екі орамасы бар екі жылдамдықты қозғалтқышта болады әртүрлі полюстер саны бар немесе статор орамасы бар статорлар, олардың конструкциясы катушкалар топтарын ауыстыру арқылы полюстердің әртүрлі санын ауыстыруға мүмкіндік береді (қысқа

тұйықталатын ротордың полюстері үнемі статор тіректерінің санына тең).

Түсіндіру үшін біз сурет. 3.7, онда екі жылдамдықты асинхронды қозғалтқыштың екі механикалық сипаттамасы көрсетілген: бір сипаттамасы $p = 2$ (жиілік $f_1 = 50 \text{ Hz}$ $p_{11} = 1500$ айн / мин) және басқа $p = 4$ ($p_{12} = 750$ айн. / Мин) сәйкес келеді. Мысалы, индукция моторы роторлық жүктеме режимінде $p = 2$ кезінде іске қосылады (В1 нүктесі).

Қозғалтқыштың генераторлық тежегіші үшін статор орамасы $p = 4$ (қозғалтқышты желіден ажыратпай) полюстерінің санына



ауыстырылды. Бастапқы сәтте инерциялық күштердің әсерінен қозғалтқыш роторы бірдей жиілікте айналады, бірақ қозғалтқыштың жұмыс режимі $p = 4$ (координат осінің екінші квадрантына) сәйкес келетін механикалық сипаттамалары бойынша В₂ нүктесіне ауысады. Бұл қозғалтқыштың электромагниттік сәтін теріс М₂, яғни теріс болуына әкеледі. Осы шара бойынша айналу жылдамдығы төмендейді

Сурет 3.7. Асинхрондық

қозғалтқыштың
генераторлық тежеу режимі

Осы сәтте айналу жылдамдығы $n_{ном2} < n_{ном1}$ мәніне дейін төмендейді және қозғалтқыштың жұмыс режимі $p = 4$ кезінде механикалық сипаттамасында В₃ нүктесіне дейін жетеді.

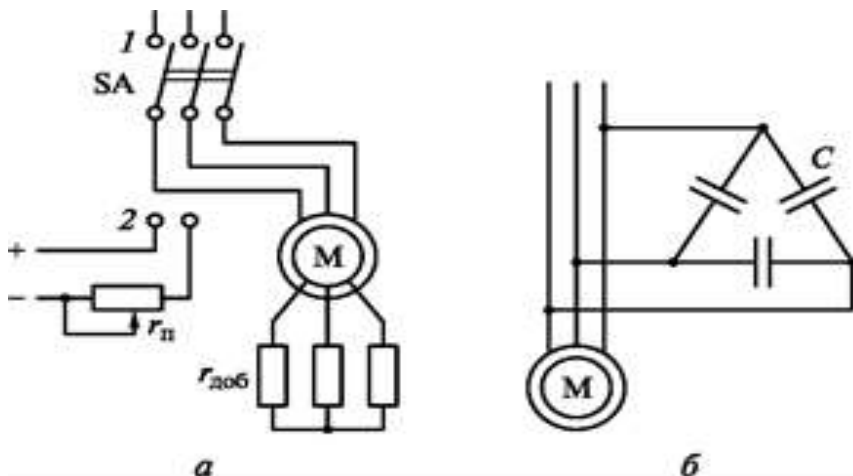
Генератор тежегішін жиі «тежеу» үшін қолдану – қалған механизмге дейін жылдамдықты азайту үшін қолданылады. Мұны механикалық соққылардан және кенеттен тежеу кезінде зақымданбау үшін қолданады. Мысалы, лифтілердің электр жетектерінде және басқа көтеру механизмдерінде пайдаланады.

Синхронды айналу жиілігін ш айнымалы токтың жиілігін азайту арқылы азайтылуы мүмкін. Бұл асинхронды қозғалтқыш арқылы реттелетін жиі түрлендіргіш жұмыс істеген кезде мүмкін. Ағымдағы Д жиілігін азайта отырып, айналу жылдамдығын толық тоқтауына дейін азайтуға болады. Сондай-ақ, белсенді статикалық көтергіш құрылғыда генераторлық регенеративті тежеу мүмкіндігі де бар.

Жүкті төмен түсіру кезінде жұмыс істегенде, ротордың айналу жылдамдығы, айнарудың синхронды жылдамдығынан асатын мәнге жетеді, ал асинхронды қозғалтқыш генератор тежеу режиміне ауысады. Электр энергиясын генерациялау торға жеткізіледі.

3.3.2. Динамикалық тежеу

Бұл тежеу түрі қозғалтқыш айнымалы ток желісінен ажыратылғанда және тікелей ток көзіне қосылған кезде үш фазалы асинхронды қозғалтқышта жүреді. Осылайша, индукциялық қозғалтқыш үш фазалы желілерде SA қосқышы арқылы қосылса (3.8-сурет, а, 1-позиция), онда динамикалық-



Сурет. 3.8. Динамикалық тежеу барысында асинхронды қозғалтқыштың қосылу схемасы

а - тұрақты ток; б - конденсатор; в-қалдықтың магнит ағыны; магнетизм

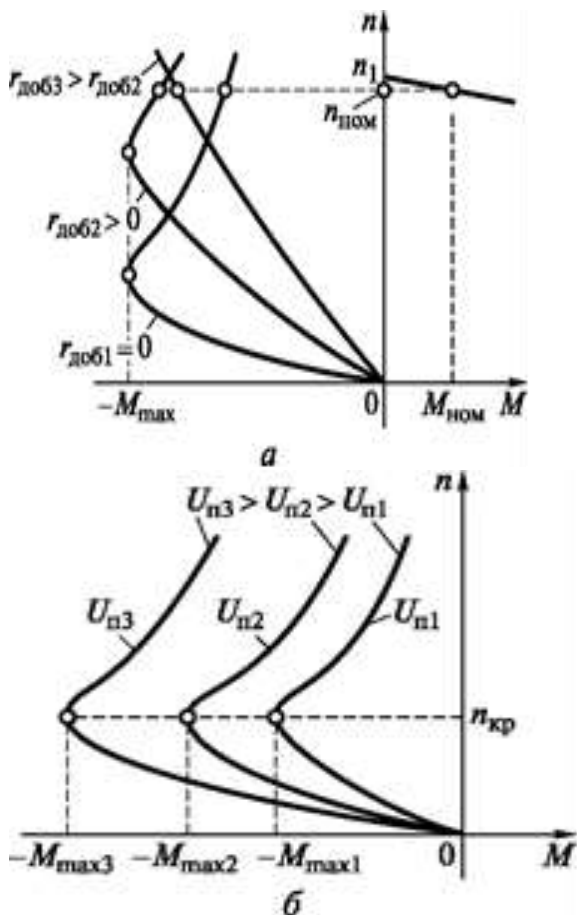
содан кейін динамикалық тежеу үшін бұл қосқышты 2-позицияға ауыстырыңыз.

Бұл жағдайда статор орамынан өтудің тікелей токі кеңістікте және ғарышта қозғалмайтын емес тұрақты статорлық магнит өрісін құрайды. Осы жағдайларда ЭДС E_2 айнымалысы инерциалды түрде айналатын ротордың орамасына енгізіледі. Демек, асинхронды қозғалтқыш синхронды генератор ретінде динамикалық тежеу режимінде жұмыс істейді. Ротордың орамасы жабылған кезде, ЭДС E_2 ротордың катушкаларында I_2 ток береді, ол ротордың айналуына қарсы бағытталған тежеуіш электромагниттік жағдайда статор өрісімен өзара әрекеттеседі. Динамикалық тежеу үрдісінде электр қозғалтқыштың инерциалды айналмалы бөліктерінің механикалық энергиясы ротордың орамасын және ротордың тізбегіне қосылған резисторды қыздыруға кететін электр энергиясына айналады.

Асинхронды қозғалтқыштың динамикалық тежеу режиміндегі олардың механикалық сипаттамалары қозғалтқыш режимінің механикалық сипаттамаларынан аз ерекшеленеді. Резистордың фазалық роторлы тізбегіне резисторды енгізген кезде, оның максималды шамасы өзгермейді, бірақ ол жоғары жылдамдыққа ауысады. Ротор тоқтағанда,

динамикалық тежеу сәті нөлге тең. Демек, динамикалық тежеудің барлық механикалық сипаттамалары координаталық осьтердің шығу тегі 0.

Суретте. 3.9, ал бірінші квадрантта фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы көрсетіледі, онда қозғалтқыштың M_n коэффициентімен және қоқысымен номиналды жұмыс режимінің нүктесі көрсетіледі. SA қосқышын 1-ші позициядан 2-позицияға ауыстырған кезде (3.8-суретті қараңыз), динамикалық тежеу режимі орнатылған, ол графикада анықталады.



Сурет. 3.9. Асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары динамикалық тежеу режимінде:

a - қозғалтқыш фазалық ротордың көмегімен; b - сақиналы торлы роторлы қозғалтқыш

бұл координат осінің екінші квадрантында орналасқан графиктермен анықталады, онда сәттерде теріс мәндер болады. Тежеу процесінің тегістігі үшін фазалық ротордың қозғалтқыштарында ротордың тізбегіне ауыспалы кедергі кедергісі енгізіледі. Тежеудің басында қарсылықтың ең үлкен мәнін орнату керек, содан кейін оны біртіндеп азайтыңыз. Бұл жағдайда тежеу максималды жылдамдығы төменгі жылдамдыққа ауысады.

Қысқа тұйықталған роторлы қозғалтқыштың динамикалық тежеуімен, статор орамына қолданылатын тұрақты ток кернеуін арттыру арқылы тежеу тиімділігі артады. Бұл жағдайда динамикалық тежеудің механикалық сипаттамалары фигурада көрсетілген формаға сәйкес келеді. 3.9, б. Қозғалтқыштың магниттік тізбегінің магниттік қанықтылығының арқасында тұрақты ток кернеуінің жоғарылауымен динамикалық тежеудің тиімділігі жеткіліксіз.

Атап өту керек, тұрақты ток тек статор орамасының белсенді қарсылығын жеңеді, сондықтан динамикалық тежеу кезінде статор орамасына қолданылатын тұрақты кернеу қозғалтқыштың жұмысына сәйкес кернеуден төмен болуы тиіс, сондықтан статор орамасындағы ток номиналдан асқан жоқ.

Динамикалық тежеудің өзіндік қозғалысы құбылысына негізделген конденсациялық тежеу. Қозғалтқыш өшірілген кезде бастапқы өзін-өзі қозу магниттік жүйенің қалдық магнетизміне байланысты болады. С конденсаторларының батареясының бар болуына байланысты (3.8, б суретін қараңыз) электр қозғалтқышының магнит өрісі мен конденсатордың электр өрісі арасындағы реактивті энергия айырбасталды. Нәтижесінде, ток ағып статор орамынан шығып кетеді және магниттік схемада электр қозғалтқышының магнит схемасы пайда болады, ол инерция Е2-де айналатын электр қозғалтқыш күші роторын инерциялайтын және статорлық өріспен өзара әрекеттесетін және тежеу сәтін жасайтын ротордың ағымы / 2 пайда болады.

Қозғалтқыш жұмыс істеп тұрған кезде С конденсаторы сөндірілуі мүмкін, бірақ оны тұрақты түрде қалдыруға болады.

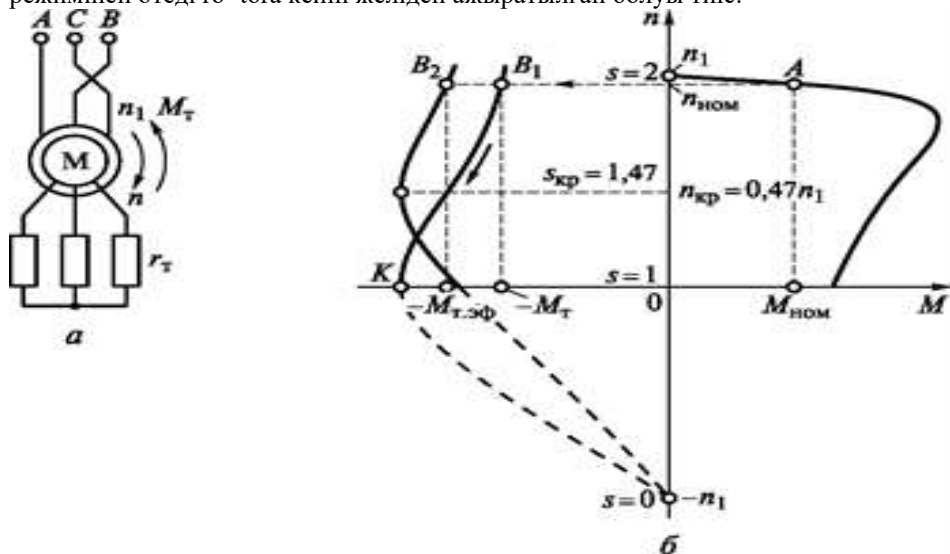
Индукциялық қозғалтқыштарды тежеу үшін өзін-өзі қозғау принципі конденсаторларды қолданбастан іске асырылуы мүмкін. Мұны істеу үшін электр желісінен индукциялық қозғалтқышты жаппаннан кейін статор орамасын жабыңыз: SA қосқышы 1-ден 2-позицияға дейін тез өтіңіз (3.8-суретті қараңыз, с). Сонымен қатар қалдық магнетизмнің магнит ағынына байланысты қозғалтқыштың өзін-өзі қозғалуы және ротордың тежеу сәті пайда болады. Бұл процесс өте қысқа болса да, ол әлі де тиімді және кейбір жағдайларда жеткілікті болуы мүмкін. Дегенмен, динамикалық тежеудің негізгі әдісі тұрақты тұрақты тежеу болып табылады (3.8-суретті қараңыз, а).

3.3.3. Қосылуға қарсы тежеу

Қосылуға қарсы тежеу үлкен тежелу сәттерін алуға мүмкіндік береді, сондықтан электржетекті жылдам токтату қажет болғанда қолданылады. Бұл режимді құру үшін жұмыс а асинхронды қозғалтқыш

статор орамасын желіге қосатын екі сымды ауыстырып, статор өрісінің айналу бағытын өзгерту үшін жеткілікті. Мысалы, ABC фазаларының сызықты (жұмыс) тізбегі ASB-ның кері ретінен ауыстырылады (3.10-сурет, а).

Суретте. 3.10, б қозғалтқыштың фрагменттің (бірінші квадрантқа) және кері (екінші және үшінші квадранттар) механикалық сипаттамаларын фазалардың тәртібін көрсетеді. Қозғалтқыш қозғалтқыштың номиналды жүктемесінің негізгі (қозғалтқыш) режимінде жұмыс жасайтынын (А нүктесі) айтады. Қарсыласу арқылы тежелу кезінде статор орамасындағы кернеудің келесі фазаларының тәртібі өзгереді, ал жұмыс нүктесі фазалардың қалпына келтіру сипаттамасына ауысады және В1 нүктесінде орналасады. Нәтижесінде, бастапқы тежеуіш моменті - M_t қозғалтқыштың роторында әрекет етеді, оның әсерінен ротордың жылдамдығы n нөлге дейін төмендейді. Кезде $N = 0$ (нүкте К), мотор әйтпесе ол, яғни, кері болады. Е. қозғалтқыш тоқтату ротордың айналу қарсы бағытта негізгі тежегіш (мотор) режимінен өтеді $go \rightarrow tora$ кейін желіден ажыратылған болуы тиіс.



Сурет. 3.10. Асинхронды қозғалтқышы бар фазалық ротордың тежегіші а фазалық ажыратқыш; б - тордың механикалық сипаттамалары; мүмкін

Фазалық ротордың асинхронды қозғалтқыштарында, ротордың схемасына реостат pt кіргізу арқылы қарсы және қарсы тежегіш тогы бақылануы мүмкін. Бұл реостаттың кедергісі өзгергенде, тежеу режиміндегі механикалық сипаттамалардың қатандығы өзгереді.

Қозғалтқыштың қарсыласу тежеу режиміндегі жасанды механикалық сипаттамалары координаталық осьтердің екінші және үшінші квадранттарында 2-ден 0-ге дейін өзгеруіне сәйкес келетін

бұрылыс жиіліктерінің диапазонында $n_1 - n_1$ аралығында орналасқан (3.10-суретті қараңыз). Тежеудің соңында айналу жылдамдығы $n = 0$ (К нүктесі) болғанда, $s = s = 1$. Фазалық ротордың тізбегіне қосылған резистордың gm қарсылығын өзгерту арқылы бірдей максималды сәтке ие бірнеше жасанды механикалық сипаттамаларды алуға болады.

Тежеудің жасанды механикалық сипаттамасына қарсыласу арқылы баяулау ең тиімді болып табылады, себебі бұл жағдайда ең үлкен мәнге дейін қаттылықтан баяулау кезінде айналу жиілігінің диапазонында M_m мәнінің орташа мәні болып табылады.

Бұл жағдайда бастапқы тежеуіш моменті тиімді деп аталады. Қолданыстағы кернеудің фазалары бойынша тиімді тежеуішке сәйкес келетін резистордың қарсылық мәнін анықтау үшін біз сыртқы резистордың қарсылығына қатысты және $СКП = 1.47$ қабылдай отырып, сыни сырғанайтын формуланы (3.18) пайдаланамыз:

$$r_{т.эф} = \frac{1,47}{k_e^2} \sqrt{r_1^2 + x_1^2} - r_2. \quad (3.24)$$

Қозғалтқыштың тежегіштері тең болғанда, осы жасанды механикалық сипаттамасында бастапқы тежегіш моментінің шамасы Асинхронды электр қозғалтқыштарында тежегіш режимінің параметрлерін қарсы қою $M_{т.эф} = 0,8 M_{max}$ емес.

Мысал 3.3. Электр қозғалтқышының тежегіш режимінде кернеу фазасының тәртібін өзгерткен кезде, электр қозғалтқышының тежегіш режимінде қозғалтқыштың роторындағы ротордың тиімді тетігін жасай алу үшін резистордың кедергісін анықтаңыз, ол үш фазалы асинхронды қозғалтқыштың фазалық роторының орамасының $M_{т.эф}$ тізбегіне қосылуы тиіс.

Қозғалтқыштың техникалық деректері: номиналды қуаты $P_{ном} = 45$ кВт; желілік кернеу (сызықтық) немесе $U_n = 380$ В; номиналды тиімділігі 90%, номиналды жылдамдығы - 914 айн / мин; шамадан тыс жүктеме $k = 2.5$; қысқа тұйықталу кернеуі $U_K = 0.2 U_1$;

ЭДС ротордың $E = 180$ В; ротордың ток $I_2 = 2 P_{ном} / U_n = 160$ А, номиналды жүктемедегі қуат коэффициенті $\cos \phi_{ном} = 0,87$; статор орамдары «жұлдыз» арқылы қосылады, тежеу басында айналу жылдамдығы $n_m = n_{ном}$, қысқа тұйықталу режиміндегі қуат коэффициенті $g_{эф} = 0.28$. Жұмыс кезінде статор орамасының фазасының белсенді кедергісі олардың температурасы $r_1 = 0.06$ Ом.

Шешім. 1. Қозғалтқыштың номиналды сәті

$$M_{ном} = 9,55 P_{ном} / n_{ном} = 9,55 \cdot 45\,000 / 970 = 443 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

2. Номиналды сырғу

$$s_{ном} = (n_1 - n_{ном}) / n_1 = (1000 - 970) / 1000 = 0,03.$$

3. Ротор орамасы фазасының белсенді қарсылығы

$$r_2 = s_{\text{ном}} E_2 / (\sqrt{3} I_{2\text{ном}}) = 0,03 \cdot 180 / (1,73 \cdot 160) = 0,02 \text{ Ом.}$$

4. Статордың номиналды тоғы

$$I_{1\text{ном}} = P_{\text{ном}} / (3 \eta_{\text{ном}} U_1 \cos \varphi_{\text{ном}}) = 45\,000 / (3 \cdot 0,905 \cdot 220 \cdot 0,87) =$$

5. Қозғалтқыштың жалпы индуктивтік қарсылығы

$$x_k = (U_{1k} / I_{1\text{н}}) \sin \varphi_k = (0,20 \cdot 220 / 86,6) 0,96 = 0,49 \text{ Ом,}$$

$$\text{осындағы } \sin \varphi_k = 0,96.$$

6. ЭДС пен статор мен ротор орамасы трансформация коэффициенті

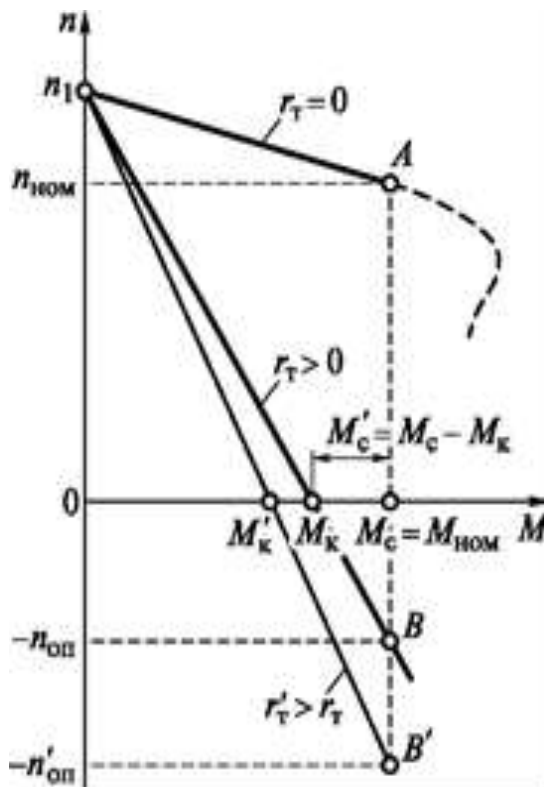
$$k_e = 0,95 \cdot U_{1\text{л}} / E_2 = 0,95 \cdot 380 / 180 = 2,0. \quad (3.19)$$

7. Резисторлық қарсылық, тиімді тежегішке сәйкес келеді

$$(3.24)$$

$$r_{\text{т.эф}} = \frac{1,47}{k_e^2} \sqrt{r_1^2 + x_1^2} - r_2 = \frac{1,47}{2^2} \sqrt{0,06^2 + 0,49^2} - 0,02 = 0,16 \text{ Ом.}$$

Қозғалтқышқа қарсы тежеуді тұрақты токтың сәтіне ие M_s қозғалыстағы құрылғыда, тұрақты токтың қозғалтқыштарындағы сияқты (2.4 қараңыз) мүмкін. Мысалы, асинхронды қозғалтқыш гайка жетегінің фазалық роторымен жүктемені көтеру үшін көрсетілген, табиғи механикалық сипаттамасында ($r_m = 0$) номиналды жүктемеге сәйкес келеді. Егер осы қозғалтқыштың ротордың контурында резистор $r_m > 0$ кедергісімен қосылса, онда жасанды механикалық сипаттамалар фигурада көрсетілген формаға ие болады.



Сурет. 3.11.Тежеуіш режимін көтеру құрылғысында антигондациямен қолдану

Мұндай жағдайда жүктеме G арқылы туындаған тұрақты кедергі сәті $M_к$ моторының моментінің ең үлкен мәнінен асып кетеді және артық статикалық сәттің әсерінен жүктеме қозғалтқыш білігінің жылдамдығына сәйкес келетін жылдамдықпен төмендей бастайды.

$$M'_с = M_с - M_к$$

Фазалық ротордың қарсылығын өзгерту арқылы жүктемені төмендету жылдамдығы реттелуі мүмкін: r_m ұлғайған кезде жүктемені азайту жылдамдығы артады. Мысалы, резистордың кедергісі $r_m > r_m$ мәніне көтерілсе, жүктемені төмендету жылдамдығы - поп.

3.4. Фазалық роторлы индукциялық қозғалтқыштармен электр жетектерін іске қосу

Асинхронды қозғалтқыштардың, сондай-ақ тұрақты токтың қозғалтқыштары үшін (2.8 қараңыз) бастапқы талаптар мынадай:

1. Қозғалтқыш қозғалтқыштың роторы айналдыруға және номиналды жылдамдыққа жету үшін статикалық қарсылық сәттен асатын бастапқы іске қосу моментін жасауы керек.
2. Жұмыс істеп тұрған ток қозғалтқыштың зақымдануына әкеліп соқтыратын мәндерге жете алмайды және басқа тұтынушылардың жұмысын бұзатын желіде кернеудің айтарлықтай төмендеуін жасамауға тиіс.
3. Іске қосу схемасы барынша қарапайым, үнемді, қарапайым қолдау керек және іске қосу уақыты ең аз болуы тиіс.

Тұрақты токтың қозғалтқыштарында бастапқы параметрлердің шекті мәндері негізінен коммутация шарттарымен шектеледі (2.8 қараңыз). Асинхронды қозғалтқыштарда қозғалтқыштың айналмалы бөліктеріндегі және жұмыс механизмдеріндегі электрлік-динамикалық және жылу әсерімен бастапқы параметрлердің шектік мәндері шектеулі, ол кернеуді желіде айтарлықтай төмендетеді. Бірақ асинхронды қозғалтқыштар ММакс максималды сәттен асып кете алмайтын бастапқы сәттің физикалық шегі бар (3.4 суретті қараңыз).

Асинхрондық қозғалтқышты іске қосу тогы, A ,

$$I_{\Pi} = U_1 / Z_{\kappa}, \quad (3.25)$$

мұндағы $2k$ - қозғалтқыштың статор орамасының басталу сәтінде, Ом,

$$Z_{\kappa} = \sqrt{(r_1 + r_2)^2 + x_{\kappa}^2}. \quad (3.26)$$

Асинхронды қозғалтқыштың қосылу сәті

$$M_{\Pi} = \frac{m_1 U_1^2 r_2' p}{2\pi f_1 Z_{\kappa}^2}. \quad (3.27)$$

Қозғалтқыштың бастапқы қасиеттеріне қойылатын талаптарға сүйене отырып, іске қосу тогын жұмсарту және іске қосу моментін ұлғайту қажет. Дегенмен, бұл талаптар қайшы келеді, өйткені әдетте бастапқы моментін ұлғайтуға көмектесетін құралдар бастапқы ток тогының ұлғаюына әкеледі және керісінше.

Фазалық және қысқа тұйықталу роторлары бар асинхронды қозғалтқыштардың қасиеттерін және оларды жетілдіруді бастау әр түрлі, сондықтан оларды бөлек қарастырған жөн. Фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштарды іске қосу мәселесін қарастырыңыз. Осы қозғалтқыштардың арнайы конструкциясы ротордың схемасына қосылатын бастапқы реостатқа мүмкіндік береді, ол айнымалы белсенді кедергісі бар $R_{доб}$ қосымша резисторды білдіреді. Осыған байланысты,

қозғалтқыштың бастапқы параметрлері бойынша әрекет етуге болады. Осылайша, ротор тізбегінің белсенді қарсылығын арттыру арқылы

$$R_2 = r_2 + r_{\text{доб}}$$

сырғанауды және асинхронды қозғалтқыштың максималды сәтін білдіруін арттырады.

$$M_{\text{max}} = \frac{m_1 p U_1^2}{2\pi f_1 \left[r_1 + \sqrt{r_1^2 + (x_1 + x_2')^2} \right]}$$

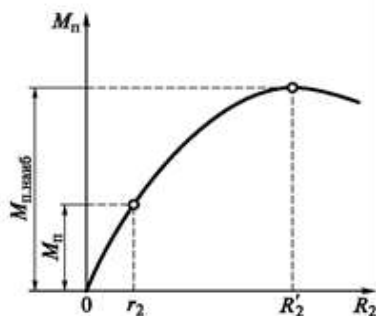
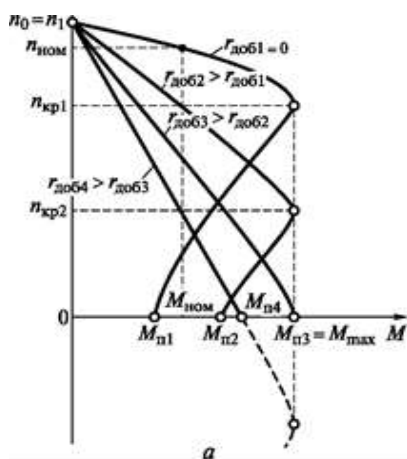
онда оның мәні $R_2 = r_2 + r_{\text{доб}}$ роторының тізбегінің кедергісіне байланысты емес.

Бұл фазалық ротордың тізбегіндегі қосымша қарсылықтың бірқатар жоғарылайтын мәндері үшін орнатылған қозғалтқыштың механикалық сипаттамасымен расталады (3.12-сурет, а).

Сонымен қатар, M_n қозғалтқышының іске қосу моменті $T_{\text{гб}}$ ұлғайып, содан кейін азаяды. Бұл сондай-ақ $M_n = f(R_2)$ графасында бейнеленген, мұнда $R_2 = r_2 + r_{\text{доб}}$. Осы графиктен бастап, іске қосу сәтінң ең үлкен мәні $R_2 = x_v + x_2$ -ге сәйкес келеді (3.12-сурет, б)

Ротордың схемасына $r_{\text{доб}}$ қосымша резисторды енгізу арқылы іске қосу сәтінің ұлғаюы қозғалтқыштың Z_k ішкі кедергісінің артуына алып келеді және бастапқы ток тозуына ықпал етеді [(3.25)].

Ротор тізбегіндегі қосымша резисторлар ПР-ның реогенттерін іске қосудан басталады, бұл тікелей токтың ПР-қозғалтқыштарынан (2.14-суретті қараңыз) айырмашылығы үшфазалы болып табылады. КМ1, КМ2 және КМ3 контакторлары арқылы басқарылатын бастапқы реостатты пайдаланып, фазалық ротордың көмегімен үш фазалы асинхронды қозғалтқышты іске қосу процесін қарастырыңыз (3.13, сурет).



а

б

Сурет. 3.12. Қосымша резисторлық гдобтың қарсыласуының басталуы
 фазалық ротордың (а) индукциялық қозғалтқышының сәті және $M_n = f$
 (R2)

фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыш үшін (б)

ПР-ның әр түрлі кезеңдерінде жұмыс істеу үшін асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары $n = f(M)$ көрсетілген. 3.14.

Реостаттың сатыларының кедергісі және олардың коммутациялық уақыттары қозғалтқыштың іске қосу моменті $M_m = \sim (0,70 + 0,85) M_{max}$, бастауыш момент деп аталатын ең үлкен мәннен $M_2 \sim (1,0M, 2)$ өзгереді.

Қозғалтқыш қосылуы кезде

КМ1, КМ2 және

КМ3 ажыратылған және резистивтік

бірінші кезеңде реостат

максималды түрде

$$R_{ПР1} = r_{доб1} + r_{доб2} + r_{доб3}.$$

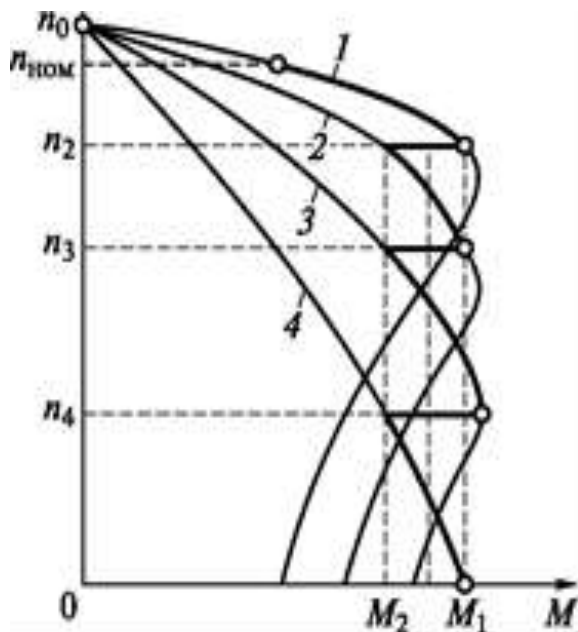
Сонымен қатар қозғалтқыш M_1 бастапқы іске қосу моментімен реостатикалық механикалық сипаттамалардан басталады (3.14 сурет, 4-сурет). M_1 сәттен бастап ротор жылдамдығын жоғарылайды және N_4 жылдамдығындағы сәтте M_2 коммутациялық сәттің мәніне жетеді.

Бұл КМ1 контакторын белсендіреді және бастапқы реостаттың кедергісі $L_{от2} = Г_{доб2} + Г_{щб3}$ шамасына дейін төмендейді. Осыдан кейін, басталу реостатикалық сипаттамасында 3 басталады және бастапқы сәтте қалпына M \ мәндері келтіріледі. Осыдан кейін, басталу уақыты реостаттың сипаттамасында 3 жалғасады және бастапқы сәтте M_1 мәніне қалпына келтіріледі. N_3 айналу жылдамдығымен КМ2 контакторы белсендіріледі және бастапқы реостаттың қарсылығы $L_{ПР3} = г_{доб3}$ шамасына дейін төмендейді.

Қозғалтқыштың іске қосылуы реостаттың Сурет. 3.14.

Өзгерістер кестесі

сипаттамасында 2 жалғасады, басталу



реостаттың бастапқы сәті

сәті M1 мәніне дейін қалпына келтіріледі. асинхронды моторды іске қосу

Соңында, n2 айналу жылдамдығымен КМЗ контакторы іске қосылды, ротордың орамасы қысқа тұйықталу (ЛПР = 0) және қозғалтқыш табиғи режимге ауысады механикалық сипаттамалары 1, ал айналу жиілігі мен айналу жиілігі. Олар тұрақты мәндерге ие, мысалы, Мном және Пном.

Бастапқы реостаттың Z қадамының санын таңдағанда, сатылар саны арта бастағанда, қозғалтқышты іске қосу тегіс болады, бірақ бастапқы жабдықтың құны өседі және бастапқы операция ұзақтығы артады. Жалпы мақсаттағы фазалы роторлы асинхронды қозғалтқыштарды іске қосу үшін, әдетте реостаттар $Z = 2 - 4$ қадамдары үшін қолданылады. Егер іске қосу операциясы неғұрлым тегіс болса, қадамдардың саны артады.

Тұтқыр қозғалтқыштар үшін қарастырылған мәжбүрлі және қалыпты іске қосу режимдерінің концепциялары (2.8 қараңыз) асинхронды қозғалтқыштарға қолданылады.

M1 / M2 сәттерінің ара қатынасының қажетті қысқартуы:

Мәжбүрлеп қосуға

$$\lambda = Z \sqrt{\frac{M_{\text{ном}}}{s_{\text{ном}} M_1}}, \quad (3.28)$$

Қосылу сәті

$$M_2 = M_1 / \lambda;$$

Қалыпты қосылу

$$\lambda = Z + 1 \sqrt{\frac{M_{\text{ном}}}{s_{\text{ном}} M_2}}, \quad (3.29)$$

Бастапқы қосылу сәті

$$M_1 = M_2 \lambda.$$

Егер бастапқы реостаттың қадамдары көрсетілмесе, онда ол формула бойынша анықталуы мүмкін:

$$Z = \frac{\lg[M_{\text{ном}} / (s_{\text{ном}} M_1)]}{\lg(M_1 / M_2)}. \quad (3.30)$$

Индукциялық қозғалтқыштар үшін бастапқы реостаттарды есептеу аналитикалық немесе графикалық түрде жүргізіледі.

3.4.1. Фазалық ротордың көмегімен индукциялық қозғалтқыш үшін бастапқы реостатты есептеудің аналитикалық әдісі

Бұл есептеу әдісі өте қарапайым, бірақ дәлдігі жеткіліксіз болғандықтан қолдануды шектейді. Бұл әдіс негізі асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасының шынайылығын қабылдау болып табылады. Жылжыту кезіндегі сипаттаманың жұмыс бөлігінде номиналды мәннен біршама асып кетсе, мұндай болжам үлкен қатені тудырмайды. Бірақ жауапты кезеңге жақын жылжытқан кезде ол айтарлықтай елеулі қателіктер жасайды, бұл неғұрлым маңызды, яғни M_1 бастапқы іске қосу сәтінің мәнін M_{max} максималды сәтке жақындатады.

Сондықтан аналитикалық есептеу әдісін бастапқы бастапқы кезде ғана пайдалануға болады $M_1 < 0,75 M_{max}$.

Ротордың фазалық орамасының белсенді кедергісі (3.17) формуласымен анықталады.

Реостаттың үш сатысында резисторлардың қарсылығын (суретті қараңыз).3.13):

үшінші

$$r_{доб3} = r_2(\lambda - 1);$$

екінші

$$r_{доб2} = r_{доб3}\lambda; \quad (3.31)$$

бірінші

$$r_{доб1} = r_{доб2}\lambda,$$

осы r_2 — асинхронды қозғалтқыштың роторының фазалық орамасының белсенді кедергісі (3.17).

Бастапқы реостаттың үш сатысында тұрақтылығы: бірінші

$$R_{ПР1} = r_{доб1} + r_{доб2} + r_{доб3};$$

екінші

$$R_{ПР2} = r_{доб2} + r_{доб3};$$

Үшінші

Мысал 3.4. Фазалық роторлы асинхро $R_{ПР3} = r_{доб3}$ үшін номиналды деректер: синхронды айналу жылдамдығы, $n = 750$ айн / мин; номиналды $D_{ом} = 15$ кВт; $\xi_{ном} = 5\%$; номиналды мотор шамасы $M_{ом} = 200$ Нм; артық жүктеме қабілеті $X_m = 3$; номиналды режимдегі ротордың тоғы - $I_{2ном} = 28$ А; $E_2 = 360$ В ротордың ЭДС. Үш сатылы ($Z = 3$) бастапқы реостаттың резисторларының қалыпты іске қосу үшін қарсылығын есептеу қажет. Старт кезінде статикалық кедергі жағдайы мотордың номиналды моментіне тең.

Шешімі.1. Ротордың орамасының белсенді кедергісі (3.17)

$$r_2 = s_{ном} E_2 / (\sqrt{3} I_{2ном}) = 0,05 \cdot 360 / (1,73 \cdot 28) = 0,37 \text{ Ом.}$$

Тең номинал өшіру сәттердің қабылдайды,

$$M_2 = 1,0 M_{\text{ном}} = 1,0 \cdot 200 = 200 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

2. Сәттердің арақатынасы M_1/M_2 (3.29)

$$\lambda = Z \cdot \sqrt{\frac{M_{\text{ном}}}{s_{\text{ном}} M_2}} = \sqrt[4]{\frac{200}{0,05 \cdot 200}} = 2,1.$$

3. Бастапқы қосу сәті

$$M_1 = M_2 \lambda = 200 \cdot 2,1 = 420 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_1/M_{\text{max}} = 420/(3 \cdot 200) = 0,7;$$

бұл бастапқы реостаттың кедергілерін есептеудің аналитикалық әдісін қолдануға мүмкіндік береді

4. Резистентердің сатылардағы кедергісі (3.31):

$$r_{\text{доб3}} = r_2(\lambda - 1) = 0,37(2,1 - 1) = 0,41 \text{ Ом};$$

$$r_{\text{доб2}} = r_{\text{доб3}} \lambda = 0,41 \cdot 2,1 = 0,86 \text{ Ом};$$

$$r_{\text{доб1}} = r_{\text{доб2}} \lambda = 0,86 \cdot 2,1 = 1,80 \text{ Ом}.$$

5. Қадамдар бойынша ОБ қарсылығын

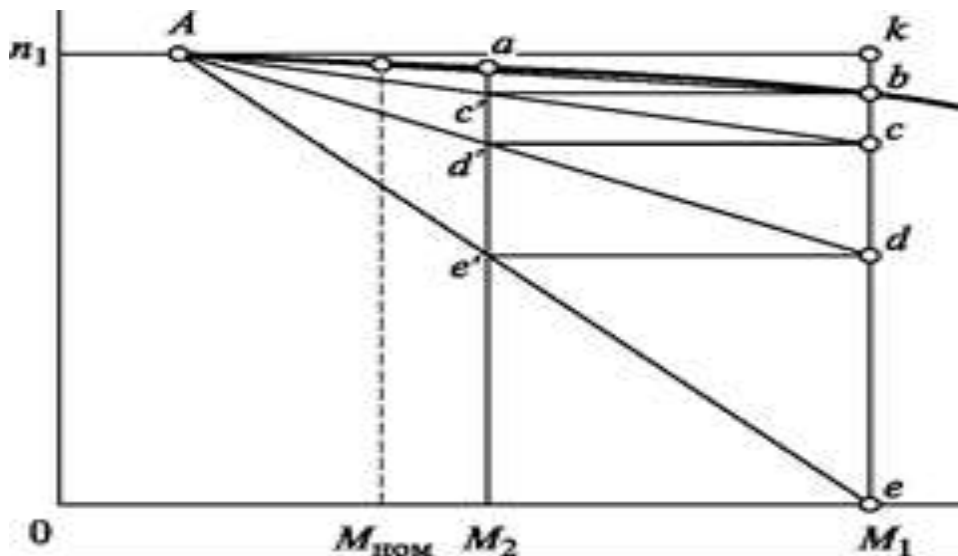
$$R_{\text{ПР1}} = r_{\text{доб1}} + r_{\text{доб2}} + r_{\text{доб3}} = 1,80 + 0,86 + 0,41 = 3,07 \text{ Ом};$$

$$R_{\text{ПР2}} = r_{\text{доб2}} + r_{\text{доб3}} = 0,86 + 0,41 = 1,27 \text{ Ом};$$

$$R_{\text{ПР3}} = r_{\text{доб3}} = 0,41 \text{ Ом}.$$

3.4.2. Фазалық роторлы индукциялық қозғалтқыш үшін бастапқы реостатты есептеудің графикалық әдісі

Бұл әдіс асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасының нақты (қисық сызықты) формасына негізделген. Графикалық есептеу әдісі аналитикалықпен салыстырғанда еңбекті қажет етеді, сондықтан оны қолдану бастапқы $M_1 > 0,75 M_{\text{max}}$ жағдайда, егер аналитикалық есептеу әдісі айтарлықтай қателікті тудырса, оны қолдану негізделеді.



Сурет. 3.15. Бастапқы реостаттың резисторларын есептеудің графикалық әдісі

фазалық роторлы индукциялық қозғалтқышы бар электр жетегі

n_1 нүктесінен адресат осіне параллель тік сызық, қозғалтқыштың мінсіз жұмыс режимінде механикалық сипаттамасы болып табылады, ол тұрақты синхронды айналу жиілігінің $n_0 = n_1$ мәніне сәйкес келеді. M_1 бастапқы іске қосу моментінің және M_2 коммутациялық жағдайдың мәндері абсцисс осіне орнатылады. Алынған нүктелерде перпендикуляр қалпына келеді. А және b нүктелерінің көмегімен мінсіз мінсіздік сипаттамасымен қиылысуға түзу сызық сызыңыз. Алынған А нүктесі реостатикалық механикалық сипаттамаларды құрастыру үшін полюс деп аталады, оның үстіне бастапқы процесс бастапқы реостаттың сатысында жүреді

Реостат сипаттамалары үшін А нүктесінен бастап сәулелер жүргізеді, сурет. 3.15, ал алынған нүктелер арқылы $a b c' c' d' d e' e$ үзілген жолды сызыңыз. Kb , bc , cd және de кесінділері бастапқы реостаттың резисторларының кедергілерін есептеу үшін пайдаланылады. Резистеттердің қадамдарға төзімділігі: бірінші.

$$r_{доб1} = \frac{de}{bk} r_2; \quad (3.33)$$

екінші

$$r_{доб2} = \frac{cd}{bk} r_2; \quad (3.34)$$

үшінші

$$r_{\text{доб3}} = \frac{bc}{bk} r_2. \quad (3.35)$$

Реостаттың қадамдарға қарсы тұруы: бірінші

$$R_{\text{ПР1}} = \frac{be}{bk} r_2; \quad (3.36)$$

екінші

$$R_{\text{ПР2}} = \frac{bd}{bk} r_2; \quad (3.37)$$

Үшінші

$$R_{\text{ПР3}} = \frac{bc}{bk} r_2. \quad (3.38)$$

Мысал 3.5. Мысал 3.4 деректерін пайдалана отырып, $M_1 - 0.85M_{\text{max}} - 0.85 \cdot 3 \cdot 200 = 510$ Нм қабылдай отырып, үш сатылы реостатты есептеңіз Қозғалтқышты іске қосу қажет.

Шешім. M_1 бастапқы іске қосу моментінің қабылданған мәні $0,7M_{\text{max}}$ асқандықтан, мәселе графикалық түрде шешіледі.

1. Бастапқы сәттен бастап мәжбүрлеп бастау кезінде (3.28) бастапқы ауысу кезеңінің қажетті коэффициенті

$$\lambda = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{НОМ}}}{s_{\text{НОМ}} M_1}} = \sqrt[3]{\frac{200}{0,05 \cdot 510}} = 2,0,$$

Осыған сәйкес,

$$M_2 = M_1 / \lambda = 510 / 2 = 255 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы және барлық қажетті графикалық конструкциялар сурет. 3.15. ұсынылып отыр.

2. Реостаттың бастапқы сатыларындағы қарсылық (3.33) - (3.35):

$$r_{\text{доб1}} = \frac{de}{bk} r_2 = \frac{55}{11} 0,37 = 1,85 \text{ Ом};$$

$$r_{\text{доб2}} = \frac{cd}{bk} r_2 = \frac{24}{11} 0,37 = 0,80 \text{ Ом};$$

$$r_{\text{доб3}} = \frac{bc}{bk} r_2 = \frac{10}{11} 0,37 = 0,34 \text{ Ом}.$$

3. Бастапқы реостаттың оның сатыларындағы қарсылықтары (3.36) – (3.38):

$$R_{\text{ПР1}} = \frac{be}{bk} r_2 = \frac{89}{11} 0,37 = 2,99 \text{ Ом};$$

$$R_{\text{ПР2}} = \frac{bd}{bk} r_2 = \frac{34}{11} 0,37 = 1,14 \text{ Ом};$$

Фазалық роторлы индуктор үшін қозғалтқышты екі кезеңде біріктіреді (реакторлар) L (3.13, 3.14) болады. Мұнда штуцерлер іске қосылу функциясын орындайды: іске қосу басында, slip $s = 1$ және ротордағы ток жиілігі желідегі ток жиілігіне тең

Осылайша, түтіктердің индуктивті реактивтілігі

$$x_L = 2\pi f_1 L, \quad f_{2\pi} = f_1 s = f_1,$$

Бұл жағдайда штуцерлердің индуктивті реактивтілігі айтарлықтай дәрежеде бастапқы токқа тең болады.

Ротордың жылдамдығы артады (сырғыма төмендейді), ротордың орамасындағы ток жиілігі азаяды, демек, x_L сызаттарының индуктивтілігі төмендейді. Нәтижесінде бастапқы ток күшейеді. Іске қосу процедурасынан кейін ротордың ағымдық жиілігі әдетте 2-5 Гц, ал $x_{\text{р}} = (0,02 + 0,1) x_L$ «индуктивті реакциясы болады.

Қозғалтқыш екі кезеңнен басталады: алдымен КМ1 контакторы, содан кейін КМ2. Бұл жағдайда үш сатылы резистор реостатымен салыстырғанда коммутациялық уақыт $M_z/M_{\text{нам}} = 2,2$ до $M_z/M_{\text{нам}} = 1,75$ төмендейді. Осылайша, ток шектеу индуктивті қарсылыққа байланысты, бұл іске қосу кезінде қозғалтқыштағы электр шығынын азайтады. Дегенмен, ескерсек, бөртпелер резисторларға қарағанда қымбат. Егер электр қозғалтқышының жұмысын тегістеуге жоғары талаптар қойылса, онда бастапқы құрылғыдағы шұңқырларды пайдалану ақталған.

3.5. Қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқыштармен электр жетектерін іске қосу

Асинхронды электр қозғалтқыштары басқа типтегі қозғалтқыштарға қарағанда, ең арзан және ең сенімді болып табылады. Сондықтан олар барлық салалардың электр жетектерінің негізін

құрайды. Бұл қозғалтқыштардың негізгі жетіспеушілігі - 5-тен 7,5 есеге дейін қозғалтқыштың номиналды тоқынан асуы мүмкін үлкен іске қосу тогы. Жылжымалы контактілердің болмауы (коллектор немесе контактілі сакиналар) қозғалтқыштарда сакиналы торлы ротормен жұмыс істеп тұрғанда, іске қосу тогының айтарлықтай көп болуы мүмкін.

Іске қосу процесінің қысқа уақытына байланысты қозғалтқыш қызып кете алмайды. Ерекшелікті жиі коммутацияланатын немесе кері қайтаратын дискілер жасайды. Басқа жағдайларда қозғалтқышты желіге тікелей қосуды шектейтін негізгі себеп - бұл желінің жеткіліксіз қуаты және жұмыс машинасының қозғалтқышының қозғалмалы бөлігіне механикалық әсер ету.

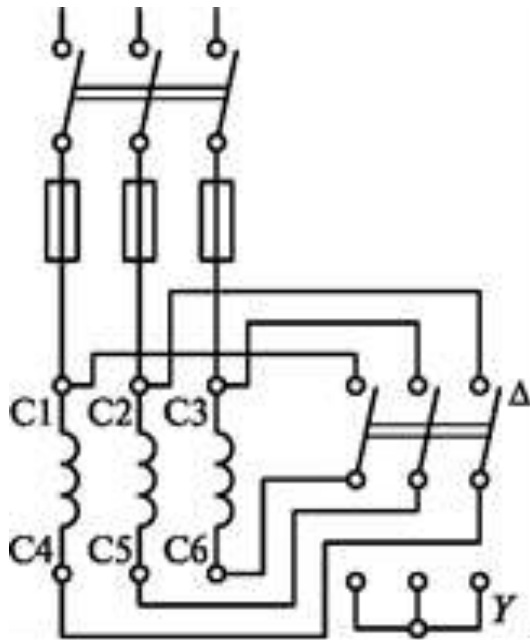
Желіге тікелей қосылу арқылы іске қосу шағын және кейде орта қуаттың асинхронды қозғалтқыштары үшін пайдаланылады.

Желіге тікелей қосылуға арналған қозғалтқыштың шекті күші осы желі үшін рұқсат етілген жүктемеге және қозғалтқыштың іске қосу жағдайларына (бос немесе жүктеме астында) байланысты әр нақты жағдайда анықталады. Қозғалтқыштарды басқа қуат пен жарықтандыру құрылғыларына беретін желіге қосу рұқсат етілген мәннен асатын кернеудің төмендеуіне әкелмейді. оның маңыздылығы.

Оның (3.21) өрнегінен бастап, бастапқы токты азайтудың негізгі құралы статор орамасына қолданылатын U_1 кернеуіндегі уақытша (іске қосу үшін) төмендеу болып табылады. Бұл асинхронды қозғалтқыштарды сакиналы торлы ротормен іске қосудың барлық әдістерінің негізі. Алайда U_1 кернеуі азайғандықтан, қозғалтқыштың іске қосу сәтгі төмендейді, бұл кернеудің квадратына пропорционалды [бұр. (3.23)]. Сондықтан **сығымдалған цилиндрлік ротордың асинхронды**

қозғалтқыштарын кернеу төмендетілген жағдайда ғана жүктемесіз немесе білікке аз жүктемемен іске асыруға рұқсат етіледі. Статор орамасы «үшбұрышпен» байланысқан кезде жұмыс істейтін асинхронды қозғалтқыштар үшін статор орамасын «жұлдыз» -дан «үшбұрышқа» ауыстыру үшін әдеттегі әдіс қолданылады (3.16-сурет).

Қозғалтқышты қосу кезінде коммутатор Y жағдайына қойылады, ал статор фазасындағы



орамдағы кернеулер V_3 есе азаяды. Статор орамаларының ағымдық қарқыны бірдей мөлшерде азаяды, бірақ сызықты сымдардағы ток статор орамасының «үшбұрышқа» қосылуына сәйкес келетін сызықтық ток шамасына қатысты 3 коэффициентімен азайтылады. Бұл статор орамасының «үшбұрышқа» байланысы болған жағдайда, сызықты ток V_3 есе фазалық ток артық болмайтынымен түсіндіріледі. Демек, статор орамаларын «жұлдыз» арқылы біріктіру арқылы $V / 3$ сызықтық тогының азаюына қол жеткізілді. $2 = 3$ рет. Ротордың тұрақты айналу жылдамдығына дейін жылдамдағаннан кейін коммутатор А орнына ауысады. Бұл статордың орамасы

О

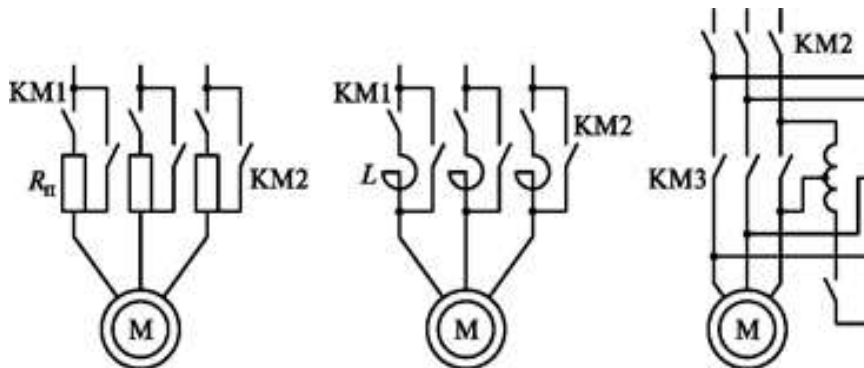
Сурет. 3.16. Статор орамасын «жұлдыз»-дан «үшбұрышқа» ауыстыру арқылы скважиналы асинхронды қозғалтқышымен электр жетегін іске қосу

кернеудің сызықтық кернеу астында, бұл ток ағымының азаюына әкеледі. Дегенмен, қозғалтқыш статор орамасының қосылған «жұлдызға» қосылған кезде фазалық орамдағы кернеу V_3 -мен азая бастағанда, іске қосу моменті 3 есе азаяды. Қарастырылған іске қосу әдісін қолдану статор орамасын «үшбұрышпен» қосу кезінде ғана пайдалануға арналған қозғалтқыштар үшін мүмкін болады.

Дегенмен, қозғалтқыш статор орамасының қосылған «жұлдызға» қосылған кезде фазалық орамдағы кернеу V_3 -мен азая бастағанда, іске қосу моменті 3 есе азаяды. Қарастырылған іске қосу әдісін қолдану статор орамасын «үшбұрышпен» қосу кезінде ғана пайдалануға арналған қозғалтқыштар үшін мүмкін болады.

Әмбебап - қозғалтқыштың статорын орауышымен желілік сымдарға қосылған R_n немесе L реакторлары арқылы кернеу төмендейтін кезде асинхронды қозғалтқышты іске қосу әдісі (3.17-сурет). Қозғалтқыш КМ1 контакторы және КМ2 контакторының ашық контактілері болған кезде іске қосылады. Резисторлардағы кернеудің төмендеуіне байланысты $I_n R_n$, статор орамасының терминалдарындағы кернеу U [. Ротордың жеделдетілуінен кейін КМ2 контакторы іске қосылады және қозғалтқыш U_1 желісінің номиналды кернеуінде болады. Бұл жағдайда табиғи бастапқы токпен салыстырғанда табиғи жасанды іске қосу тогы $a_{-} = (U/U_1)$ уақытында төмендейді, және табиғи жасанды қысыммен салыстырғанда $a_m = a_{-}^2$ -есе азаяды. Мысалы, кернеу V_3 коэффициентімен азайтылған болса, онда жасанды іске қосу тогы V_3 есе, ал жасанды іске қосу сәті 3 есе азаяды. Сол сияқты, үдерістерде де щеткаларды қолдану арқылы пайда болады (3.17-сурет, б). Дегенмен, R_n кедергілерін пайдалану қозғалтқышты іске қосу кезінде айтарлықтай шығындарға әкеледі, ол бастапқы ток $P_n = I^2 R_n$ квадратына пропорционалды, ал L тетіктерін пайдалану мұндай жоғалуды тудырмайды, себебі олардың белсенді қарсылығы өте шамалы.

Шұңқырлардың артықшылығы ротордың жылдамдығымен қатар, ротордағы ток жиілігі $f_2 = f_1 s$ азаяды және $x_L = 2\pi f_1 s$ тогының тұрақтылығы төмендейді. Басталудың соңында кедергісі $x_L \sim 0$.



Сурет. 3.17. Асинхронды қозғалтқыштардың жұмыс істеп тұрған тоғын азайту қысқа тұйықталу роторымен жабдықтау әдістері

Суретте. 3.18, а асинхронды ABS қозғалтқышының қысқа тұйықталуына төзімді тікбұрышты үшбұрыш көрсетіледі. Бұл жағдайда қозғалтқыштың бастапқы шығу тоғы $I_n = U_1 / Z_E$ болады. Егер статордың сызықты сымдарындағы алғашқы бастапқы токты азайту үшін B_n кедергісі сериясымен қосылса, онда белсенді қарсылық катушкасы B_n саны артады және үшбұрыш ABC формасын қабылдайды, ал жалпы қозғалтқыштың кедергісі және жасанды бастапқы ток $I'_n = U_1 / Z_K$ -ге тең.

Осылайша, жасанды іске қосу тогының табиғи мәніне қатынасы тиісті толық кедергі арақатынасына кері пропорционалды:

$$I'_n / I_n = Z_K / Z'_K,$$

Бұл жерде

$$Z'_K = \frac{I_n}{I'_n} Z_K = \frac{Z_K}{\alpha_i},$$

Мұндағы

$$\alpha_i = I'_n / I_n$$

- B_n резисторларының статорларының сызықты сымдарына қосудан кейінгі бастапқы I_n шамасының қандай мәнге ие екендігін көрсететін коэффициент.

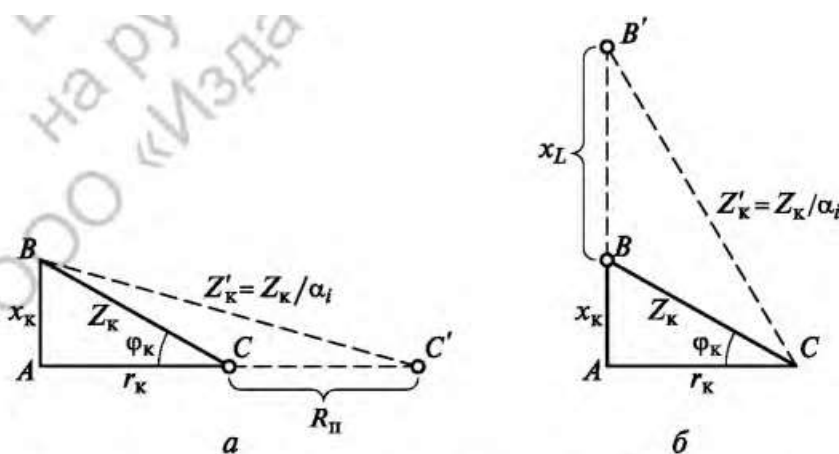
ABC үшбұрышынан

$$Z_K'^2 = x_K^2 + (r_K + R_n)^2,$$

Осы тендеуді B_n үшін шеше отырып (3.40) ескере отырып, біз статордың сызықты сымдарына қосылуы керек B_n кедергісін есептеу үшін формула аламыз, сол себепті мотордың жасанды ағыны $I'_n = I_n \alpha_i$ мәніне дейін төмендейді.

$$R_n = \sqrt{(Z_K / \alpha_i)^2 - x_K^2} - r_K$$

на ру
«Изда



Сурет. 3.18. Қысқа тұйықталудың үшбұрыштары резисторлар (а) мен тізбектегі штуцерлерді (б) пайдаланған кезде бастапқы токты азайтады

Егер L токтарының жұмыс істейтін токін азайту үшін пайдаланылатын болса (3.17, б-суретті қараңыз), онда AB C қарсылық үшбұрышын (3.18, б) жасап, ұқсас өзгерістерді жасап, дроссаның индуктивті реактивтілігін есептеу үшін формуланы аламыз, статордың сызықты сымдары іске қосу тогының қажетті мәніне $T_n = 1_n a$.

$$x_L = \sqrt{(Z_K / \alpha_i)^2 - r_K^2} - x_K, \quad (3.42)$$

қозғалтқыштың қысқа тұйықталу режиміндегі кедергісі, Ом,

$$Z_K = U_1 / I_n,$$

мұндағы x_K және r_K - бұл қарсылықтың индуктивті және белсенді компоненттері.

$$r_K = \cos \varphi_K; \quad x_K = \sqrt{Z_K^2 - r_K^2},$$

R немесе L қосылған кезде бастапқы жағдайдан азаюы болады

$$M'_n = \alpha_M M_n,$$

осы

$$\alpha_M = \alpha_i^2,$$

яғни, $a = 0,7$, бастапқы жағдайда мәнге дейін азаяды

Осылайша, егер M_n жасанды іске $M'_n = \alpha_i^2 M_n = 0,7^2 M_n \approx 0,5 M_n$, онда формула (3.41) және (3.42) R_n немесе x_L сәйкес мәндерін есептеу үшін пайдаланылуы мүмкін, олардың орнына a^2 орнына a_m шамасы бар.

Мысал 3.6. Үш фазалы асинхронды электр қозғалтқышы сақиналы ротордың техникалық деректері бар: номиналды қуат $P_{ном} = 11 \text{ кВт}$; номиналды жылдамдығы $n_{ном} = 975 \text{ айн / мин}$; тиімділігі

$\eta_{\text{ном}} = 86\%$; қуат коэффициенті $\cos \varphi_{\text{ном}} = 0.86$; қысқа тұйықталу режимінде қуат коэффициенті $\varphi_k = 0.35$; кернеу желісінің кернеуі $U_{1л} = 380 \text{ В}$, статор орамалары «жұлдыз» қосылған кезде, $M_{\text{UMG}} = 1.2$ басталу моменті; іске қосу тогының жиілігі $-4 / -40h = 6$ болады. Анықтау қажет:

- 1) қозғалтқыш желісіне тікелей қосылған кезде бастапқы бастапқы ток пен бастапқы жағдайдың мәні;
- 2) қозғалтқыштың бастапқы іске қосу тогы $I_n = 0.7$ лн тең болуы үшін желілік статор сымдарына дәйекті түрде қосылуға тиіс R_d резисторларының кедергісі (3.18-суретті қараңыз, а); M_n бастапқы іске қосу моменті қалай пайда болады?
- 3) 2-тармақта көрсетілген қозғалтқыштың бастапқы параметрлерін алу үшін, осы қозғалтқыштың статорларының сызықтық сымдарына қосылуы тиіс (3.18-суретті қараңыз, Б) индуктивтілік.

Шешім: 1. Статордың номиналды тогы

$$I_{1\text{ном}} = P_{\text{ном}} / (3\eta_{\text{ном}} \cos \varphi_{\text{ном}} U_1) = 11\,000 / (3 \cdot 0.86 \cdot 0.86 \cdot 220) = 22.5 \text{ А},$$

где $U_1 = 380 / 1.73 = 220 \text{ В}.$

2. Қозғалтқыштың номиналды сәті

$$M_{\text{ном}} = 9.55 P_{\text{ном}} / n_{\text{ном}} = 9.55 \cdot 11\,000 / 975 = 108 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

3. Электр қозғалтқышы тікелей желісіне қосылған кезде бастапқы бастапқы

$$I_n = I_{\text{ном}} (I_n / I_{\text{ном}}) = 22.5 \cdot 6 = 135 \text{ А}.$$

4. Қозғалтқыш электр желісіне тікелей қосылған кезде бастапқы іске қосу моменті

$$M_n = M_{\text{ном}} (M_n / M_{\text{ном}}) = 108 \cdot 1.2 = 130 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

5. Қозғалтқыш қысқа тұйықталуға төзімділігі:

толық $Z_k = U_1 / I_n = 220 / 135 = 1.63 \text{ Ом};$

белсенді $r_k = Z_k \cos \varphi_k = 1.63 \cdot 0.35 = 0.57 \text{ Ом};$

индуктивті $x_k = Z_k \sin \varphi_k = 1.63 \cdot 0.94 = 1.53 \text{ Ом},$

осындағы $\sin \varphi_k = 0.94.$

6. L_n резисторларының кедергісі стационардағы сызықты сымдарға қосылады (3.17, а.-суретті қараңыз), бастауыш ток $I_n = 0.7 I_n = 0.7 \cdot 135 = 94.5 \text{ А}$, яғни, $\alpha = 0.7$, дейін төмендетеді.

$$R_n = \sqrt{(Z_k/\alpha_i)^2 - x_k^2} - r_k = \sqrt{(1,63/0,7)^2 - 1,53^2} - 0,57 = 1,18 \text{ Ом.}$$

7. Сзыктық статор сымдарына енгізілген штуцерлердің индуктивті кердергісі (3.17, b-суретті қараңыз)

$$x_L = \sqrt{(Z_k/\alpha_i)^2 - r_k^2} - x_k = \sqrt{(1,63/0,7)^2 - 0,58^2} - 1,53 = 0,72 \text{ Ом.}$$

8. Дроссельдің басталу кезіндегі индуктивтілігі, яғни. $f = 50$ Гц кезінде

$$L = x_L/(2\pi f) = 0,72/(2 \cdot 3,14 \cdot 50) = 0,0023 \text{ Гн.}$$

Қозғалтқыш автоматты түрде іске қосылатын автотрансформатор арқылы іске қосылса, КМ1 контакторы алғаш іске қосылады және КМ3 контакторының ашық контактілері және КМ2 тұйық контактілері қозғалтқыш кернеу $U = U_{1kA}$ үшін қосылады, мұнда kA - автотрансформатор АТ-ның трансформаторлық коэффициенті.

Бұл жағдайда іске қосу тогы kA уақыттары бойынша азаяды, ал желінің желілік сымдарында (автотрансформатордың кірісінде) kA коэффициенті азаяды. Бұл төмендеткіш автотрансформаторда бастапқы ток ток кернеуінің kA коэффициентінен аз екенін түсіндіреді. Ротордың жеделдетілуінен кейін СМ1 контакторы ажыратылып, оның АТ орамаларын контактілермен ашады, нәтижесінде автотрансформатор реакторға (реакторға) айналады, ал қозғалтқыштың кірісіндегі кернеу біршама көтеріледі, бұл іске қосу тогының кішкене лақтырылуына әкеледі. Жылдамдыққа жеткенде, номиналды жылдамдыққа жақын болғанда, КМ3 контакторы іске қосылады және қозғалтқыш желінің номиналды кернеуіне сәйкес келеді.

Кернеудің төмендеуіне негізделген алдыңғы іске қосу әдістерімен қатар, автотрансформаторды іске қосу бастапқы сәттің азаюымен бірге жүреді. Автотрансформатордың қымбаттауына байланысты бұл әдіс, әдетте, айтарлықтай қуаттың асинхронды және синхронды қозғалтқыштарын іске қосу үшін пайдаланылады, өйткені автотрансформатордың және көптеген коммутациялық құрылғылардың болуы электр жетегінің құнының өсуіне әкеледі.

Қысқа тұйықталған роторлы қозғалтқыштардың бастапқы қасиеттерін жақсарту ниеті жақсартылған бастапқы қасиеттері бар индукциялық қозғалтқыштардың пайда болуына әкелді: терең және екі ұялы.

Асинхронды қозғалтқыштарда ротордың орамасы белсенді рентабельділікке ие, бұл ротордың тізбегіне қосымша резисторды енгізуге тең және демек, бастапқы сәттің ұлғаюына әкеледі (3.11-суретті қараңыз).

Бұл қозғалтқыштар ротордың орамасындағы жоғалтулардың жоғарылағанын есте ұстаған жөн, сондықтан олардың тиімділігі мен пайдалы қуаты әдеттегі индукциялық қозғалтқыштарға қарағанда аз.

Терең индукциялық қозғалтқыштарда «тоқтың жылжуы» ротордың орамасының шыбықтарында қолданылады. Бұл орамның шыбықтары екі жағынан кең сақиналармен жабылған тар жолақтардың түріне ие.

Қозғалтқыш ротордағы ауыспалы ток жиілігі ток тогының жиілігіне тең болғанда іске қосылған кезде, осы шыбықтардың төменгі қабаттарындағы индуктивті қарсылық көбейеді және ротордың ағымы,

негізінен, ауа ағынының жақындығына байланысты қысқыштардың индуктивті кедергісі азаятын роликтердің жоғарғы қабаттарынан өтеді.

Ротор жылдамдаған сайын, сырғымалы азаяды, ротордың орамасындағы ток жиілігі $f = f_{\text{л}} s$) азаяды және «ток-өшіру» әсері әлсірейді. Іске қосу процесі аяқталған кезде, ток жиілігі кезде

Кесте 3.1.

Асинхронды қозғалтқыштардың техникалық деректерін түрлі конструкциялардың қысқа тұйықталу роторымен салыстыру

Қозғалтқыш ротордың түрі	Кәдімгі	Көтеріңкі сырғанаумен
Қозғалтқыш маркасы	АО2-91	АОС-91
Қуат $P_{\text{ном}}$, кВт	75	61
Сырғанау $S_{\text{ном}}$	2	6
$\eta_{\text{ном}}$, %	92,5	86
$I_{\text{п}}/I_{\text{ном}}$	7,0	7,0
$M_{\text{п}}/M_{\text{ном}}$	1,1	2,9

роторда 7 Гц-дан аспаса, ток таяқшаның көлденең қимасында біркелкі бөлінеді және қозғалтқыш әдеттегідей жұмыс істейді.

Сол қағида екі реттік қозғалтқыштың жұмысына негізделген, онда ротордың ядросында екі орам (ұяшық) орналасқан: жұмыс (ядро) және іске қосу (ауа ағынының жанында). Бұл жағдайда жұмыс орамасы мысдан жасалған, ал бастапқы орамасы жезден (арнайы электр кедергісі артуымен қорытпа) жасалған.

Кестеде. 3.1 салыстыру үшін, АО2, АОС-91, АОР2-91 сериялы 9-шы өлшемдегі синхронды торлы роторлармен, 1500 айн / мин синхронды айналу жылдамдығымен асинхронды қозғалтқыштардың техникалық деректері берілген.

Берілген деректерді салыстыру көрсеткендей, басқа екі түрдегі қозғалтқыштармен салыстырғанда жылжымалы слипті (АОС-91) тиімділігі мен пайдалы қуаты бар қозғалтқыш минималды, бірақ бастапқы сәттің көптігі ең үлкен. Қозғалтқыш терең ойық роторы бар (АОР-91) әдеттегі конструкцияның қозғалтқышы сияқты (АО2-91) дерлік бірдей, бірақ іске қосу сәттің көптігі шамамен екі есе үлкен.

Жақсартылған бастапқы сипаттамалары бар моторлар күрделі дизайнға ие, сондықтан олардың құны әдеттегі қозғалтқыштарға қарағанда жоғары. Осындай қозғалтқыштарды пайдалану тек қана ауыр басталу жағдайлары бар электржетектерде (үлкен статикалық жүктеме сәті және айналмалы бөлшектердің инерция сәті) негізделген. Осылайша, қысқа тұйықталу роторымен асинхронды қозғалтқыштардың бастапқы қасиеттерін жақсартудың барлық қарастырылған жолдары кемшіліктерге ие.

Электржетекті іске қосу қасиеттерін жақсартудың тиімді құралы - стартаптық сақиналармен шектелмеген асинхронды қозғалтқыштарды біртіндеп іске қосуды қамтамасыз ететін қорғағыш іске қосу құрылғыларын (9.5 қараңыз) және ауыспалы ток реттелетін жиілік түрлендіргіштерін пайдалану (9.6 қараңыз) іске қосу тогы, үш фазалы жабдықтау желісінде шамадан тыс қорғаныс және фазалардың сәйкессіздігі.

3.6 Асинхронды қозғалтқышы бар электр жетектерінің жылдамдығын реттеу

Индукция моторының жылдамдығы үшін өрнек

$$n = n_1(1 - s) = (f_1 60/p)(1 - s) \quad (3.43)$$

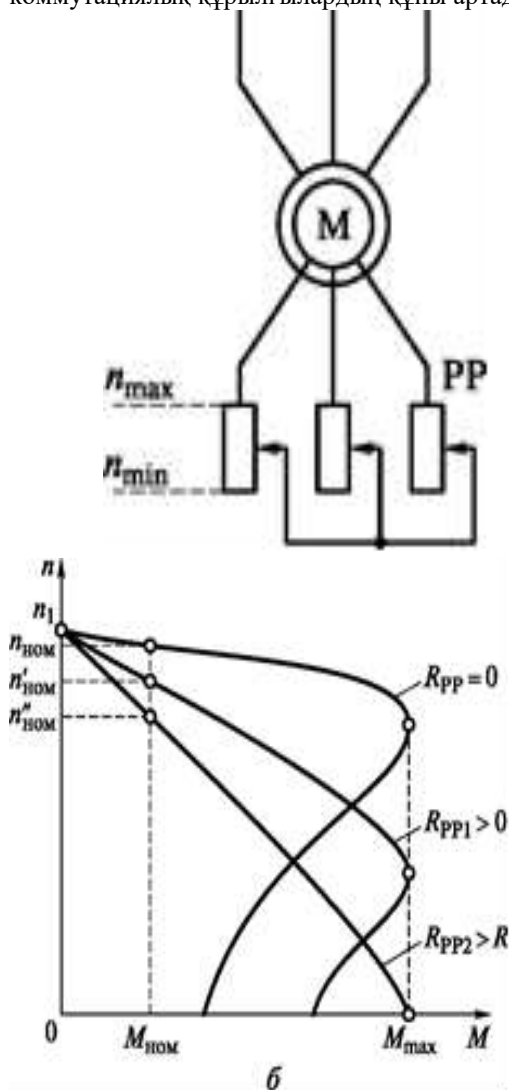
онда қозғалтқыш білігінің тұрақты статикалық жүктеме моменті үшін, ротордың жылдамдығы n жиілігіне байланысты ағындық ток желісіндегі айнымалы ток, статор орамасындағы және полюстердегі полюстердің саны. Асинхронды қозғалтқыштардың айналу жиілігін реттеу аталған параметрлердің кез келгенін өзгерту арқылы мүмкін болады.

3.6.1. Фазалық роторлы индукциялық қозғалтқыштарды реостатпен реттеу.

Фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштарда айналымның айналу жылдамдығы регулярлық тізбектегі реакторды реостаттың РР реттегіштік түрінде енгізу арқылы реттеледі (3.19-сурет). ПП толығымен шығарылғанда, мотор табиғи механикалық режимде жұмыс істейді (3.19-сурет, б, LPR = 0 диаграммасы). Бұл жағдайда айналу жылдамдығы максималды және номиналды жүктемеде ол қопсытқышқа тең. Реостаттың кедергісін жоғарылағанда, Sgr критикалық сырғымасы жоғарылайды, ал максималды сәттің Mmax шамасы, демек, қозғалтқыштың жүктемелік қабілеті өзгермейді (3.4 қараңыз).

Содан кейін қозғалтқыш жасанды механикалық сипаттамаға ауысады және айналу жылдамдығы $n \propto m$ мәніне дейін төмендейді. Басқару диапазоны кең, бірақ жылдамдықтағы өзгеріс синхрондықтан «төмен» болуы мүмкін. Айналу жылдамдығының төмендеуімен қатар, механикалық сипаттамалардың қаттылығы өзгереді - олар жұмсақ болады. Алайда, резистор ұлғайған кезде, қозғалтқыштың тиімділігі мен пайдалы қуаты азайған кезде, ротордың схемасындағы жоғалулардың жоғарылауы есте сақталуы керек. ПП-ның сатыларының санының

артуымен реттеудің біртектілігі артып келеді, сонымен бірге коммутациялық құрылғылардың құны артады.



3.19. сурет. Рентгендік схемада PP роторды түзету арқылы асинхронды қозғалтқышымен электр жетегінің жылдамдығын реттеу

3.6.2. Статор орамасындағы полюстардың санын өзгерту арқылы сыққыш торды индукциялық қозғалтқыштардың айналу жылдамдығын реттеу

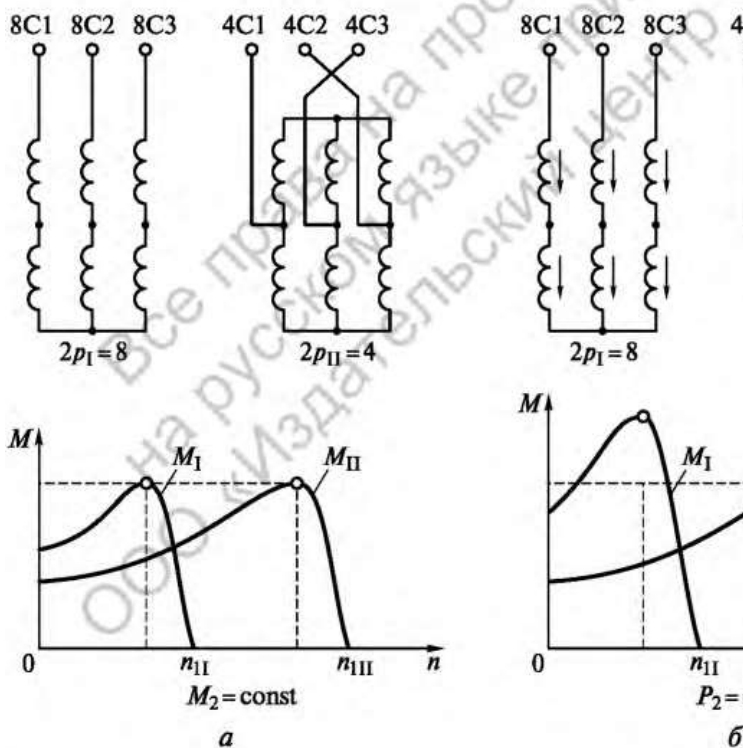
Осы мақсатта сквинель торлы роторы бар көп сатылы асинхронды қозғалтқыштар шығарылады. Мұндай қозғалтқыштың статорлық ядросының ойықтары әр түрлі полюстермен немесе бір полюсті орамалы екі тәуелсіз орамасы орналасқан. Бұл орамда полюстердің әртүрлі санын алу үшін катушкалар топтарын ауыстыру

әдісі бар (ротордың қысқа тұйықталу орамдарының полюстері үнемі статор полюстерінің санына тең). Үш жылдамдықты қозғалтқышта статорларда бір полюстің және бір полюсті ауысатын тұрақты саны бар орамалар орналасқан. Егер статорда екі полюстен ажыратылған орамалар болса, біз төрт жылдамдықты қозғалтқышты аламыз.

Статорлар орамдарының катушкалар топтарын қосудың кейбір схемаларын қарастырайық.

4C1 4C2 4C3

«Жұлдыз / қос жұлдыз» схемасы (Y / YY) полюстер жұптарының санының 1: 2 ара қатынасында өзгерісін береді (3.20-сурет, а). Бұл тізбектер индукциялық қозғалтқышты үнемі крутящий режиммен қамтамасыз етеді,



3.20. Екі жылдамдықты асинхронды қозғалтқыштағы статор орамасының және механикалық сипаттамалардың катушкалық топтарын қосу сызбасы: а — Y/YY (тұрақты режим жағдайы); б — Y/Y (тұрақты қуат режимі)

Бұл тізбектер индукциялық қозғалтқышты үнемі айналмалы режиммен қамтамасыз етеді, і. Статор орамасының бір тізбектен екіншісіне ауысқан кезінде айналма өзгеріссіз қалады ($M \text{ const}$) және қуаты айналу жиілігіне қарай өзгереді, яғни. екі рет ($P_{YY4} / P_{YS} = 2$). Бұл коммутациялық схемалар айналдыру жылдамдығы өзгерген кезде үнемі жұмыс істейтін жүктеме кезіндегі электр жетегінде қолдануға

кеңес беріледі. Қарастырылған жағдайда асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары 3.20,а суретте көрсетілген. Жұлдыз / жұлдыздық схема (Y / Y) сондай-ақ 2: 1 арақатынасында полюстер жұптарының санына өзгеріс енгізеді (3.20, с), бірақ ол асинхронды қозғалтқышта тұрақты қуат режимін жасайды, яғни. ораманы ауыстырған кезде қозғалтқыш қуаты іс жүзінде өзгермейді ($P \sim \text{const}$) және крутика екі ($M_{Y8} / M_{Y4} \sim 2$) коэффициенті бойынша өзгереді. Бұл коммутациялық схемалар жүктеме моменті айналу жиілігімен кері өзгертін электржетегі пайдаланылуы керек. Қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары полюстер санының есептік схемаларына арналған. 3.20, б суретте көрсетілген.

3.20 суретте көрсетілген сипаттамалары табиғи, олар жұмыс аймағының қаттылығын сақтайды және қозғалтқышты жеткілікті жүктеме сыйымдылығымен қамтамасыз етеді.

Көп сатылы асинхронды қозғалтқыштар айналмалы айналу жиілігін (лифтілер, станоктар, желдеткіштер және т.б.) кезеңдік реттеуге мүмкіндік беретін электр жетектерінде кеңінен қолданылады. Бұл реттеу әдісінің артықшылығы - айнарудың бір жиілігінен екіншісіне өту кезінде жоғары экономикалық көрсеткіштердің сақталуы, өйткені статор орамасының коммутациясы барлық сатыларында және қозғалтқыштың қуат коэффициенті дерлік өзгеріссіз қалады. Дегенмен, күрделілігі, ұлғаюы бар габариттер және, демек, осы қозғалтқыштардың жоғары құны олардың кемшіліктерін құрайды. Сонымен қатар, статор орамдарын полюстердің басқа санына ауыстыру қажеттілігі коммутациялық жабдықтың күрделілігін талап етеді, бұл электржетектің өзіндік құнының өсуіне әкеледі.

Өндіріс екі, үш және төрт жылдамдықтағы асинхронды қозғалтқыштарды шығарады.

3.6.3. Асинхронды қозғалтқыштардың жылдамдығын реттеу кернеудің жиілігін өзгерту арқылы жиіліктерді басқару

Жартылай өткізгіш жиілік түрлендіргіштерін дамытуға және кеңінен қолдануға байланысты индукциялық қозғалтқыштардың роторының айналу жылдамдығын бақылаудың бұл жолы ең перспективалы болып табылады.

Ағымдағы f_1 жиілігінің өзгерген кезде, статор өрісінің синхронды айналу жиілігі өзгереді ($n_1 = f_1 60 / p$), демек, жиілік ротордың айналуы n . Индуктивті қозғалтқыштың максималды моментінің өрнегін (3.14) түрлендіріп, индуктивті қарсылықты ескере отырып

$$x_k = 2\pi f_1 L_k,$$

индукция моторының максималды жағдайы үшін тағы бір оңайлатылған өрнек аламыз:

$$M_{\max} \approx CU_1^2 / f_1^2, \quad (3.44)$$

мұнда $C = m_1 p / (8\pi^2 L_k)$ - берілген қозғалтқыштың мәні үшін тұрақты.

Бұл өрнекте f_1 шамасында кернеу жиілігінің өзгеруімен ең көп қозғалтқыш күшінің шамасы өзгереді, демек оның $A_m = M_{\max} / M_n$ тиеу қабілеті артады. Сондықтан, қозғалтқыштың жүктемесін қажетті деңгейде ұстап тұру үшін статистикалық орамаға қолданылған U_1 кернеуін f_1 ток жиілігін өзгерту арқылы бір уақытта өзгерту қажет. F_1 және U_1 бір мезгілде өзгеру сипаты белгілі бір электр жетегіндегі статикалық жүктеме сәтінің өзгеруінің графигінің түріне байланысты. Егер статикалық момент M_s реактивті болса, яғни, оның мәні өзгермейді және электр жетегіндегі айналу жылдамдығы тұрақты айналмалы кезде реттеледі:

$$M = 9,55 P/n \approx \text{const},$$

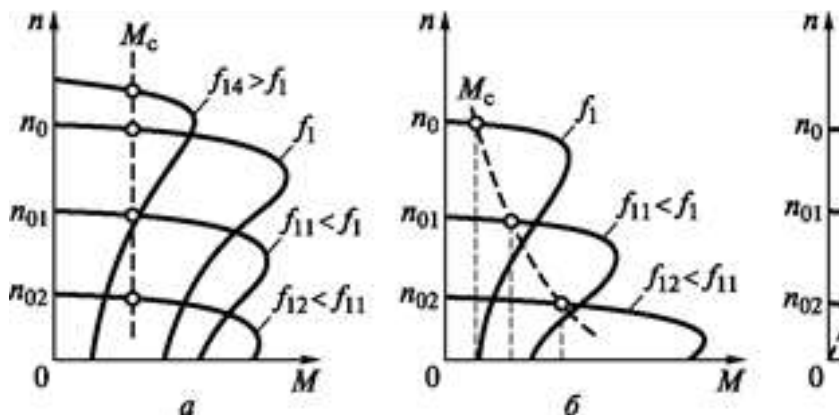
онда қозғалтқышқа қолданылатын кернеу жиіліктің өзгеруіне қарай өзгеруі керек:

$$U_1 \approx U_{1\text{ном}} (f_1 / f_{1\text{ном}}), \quad (3.45)$$

онда индукциялық қозғалтқышты статор орамына жеткізілетін ток кернеуінің және жиілігінің номиналды мәндері; U_1 және f_1 - ток кернеуінің және жиілігінің нақты шамалары.

Оның (3.44) тұрақты электромагниттік сәтте стационарлық орамаға қолданылатын U_1 кернеуі f_1 жиілігінің өзгеруіне пропорционалды түрде реттелуі керек, яғни, $U_1 / f_1 = \text{const}$. Бұл жағдайда асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары. 3.21, а суретте көрсетілген. Жүктің бүкіл ауқымында сипаттамалар қатаң болып қалады, ал жүктеме сыйымдылығы өзгермейді. Айырбастаудың жылдамдығын реттеу f_1 жиілігінің номиналдыдан жоғары болуымен реттеледі.

Ұзындығы U_1 кернеуіндегі күтілетін ұлғайту қозғалтқыштардың жұмыс істеу шарттарына сәйкес болмайды. Осы жағдайларда ток жиілігін арттыру кернеудің ұлғаюымен бірге жүрмейді және ол номиналды мәнге тең. Бұл жағдайда айналу жиілігі артады, ал максималды сәтте $M_{\max}$ қозғалтқыштың жүктемелік қуаты азаяды. Қозғалтқыштың осы басқару әдісімен тұтынатын қуаты p қозғалыс жылдамдығының өзгеруіне қарай өзгереді.



3.21. сурет. Асинхронды дискінің механикалық сипаттамалары (а) тұрақты константа жағдайында қозғалтқыш, (б) және желдеткіштің жүктемесі.

Егер статикалық жүктеменің моментінің графигі M_c . 3.21, б және электр қозғалтқышының жылдамдығын реттеу қозғалтқыштың қозғалтқышының қуаты өзгермеген жағдайда жүзеге асырылады, сонда тұрақты қуат жағдайы орындалады, яғни,

$$P = 0,105 M n \approx \text{const}, \quad (3.46)$$

және қолданылған кернеу өрнекке сәйкес өзгертілуі керек

$$U_1 \approx U_{1\text{ном}} \sqrt{f_1 / f_{1\text{ном}}}, \quad (3.47)$$

$$U_1 / \sqrt{f_1} = \text{const}. \quad (3.48)$$

Тұрақты қуат жағдайында индукциялық қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары күріш көрсетілген. 3.21, б. Бұл жағдайда электромагниттік момент айналу жиілігіне кері пропорционалды түрде өзгереді, яғни,

$$M = 9,55 P / n. \quad (3.49)$$

Соңында, статор орамына қолданылатын кернеу U_1 ауыспалы ток жиілігінің квадратына пропорционалды түрде өзгертілуі керек болған кезде, желдеткіштің жүктеме сипаты (3.21, с)

$$U_1 / f_1^2 = \text{const}. \quad (3.50)$$

3.6.4. Кіру кернеуін өзгерту арқылы асинхронды қозғалтқыштардың жылдамдығын реттеу.

Статор орамасына U_1 кернеуі өзгерген кезде, M_{max} максималды сәті осы кернеудің квадратына пропорционалды түрде өзгереді [суретті қараңыз. (3.14)] және сыни сырғыма өзгеріссіз қалады, өйткені оның мәні U_1 кернеуіне байланысты емес [(3.12 сур. қараңыз)]. Жалпы мақсаттағы асинхронды қозғалтқыштарда осы реттеудің диапазоны өте тар, өйткені бұл қозғалтқыштардың механикалық

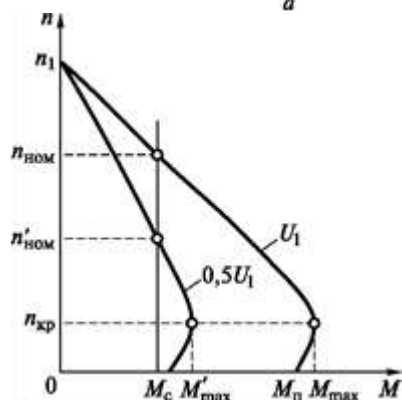
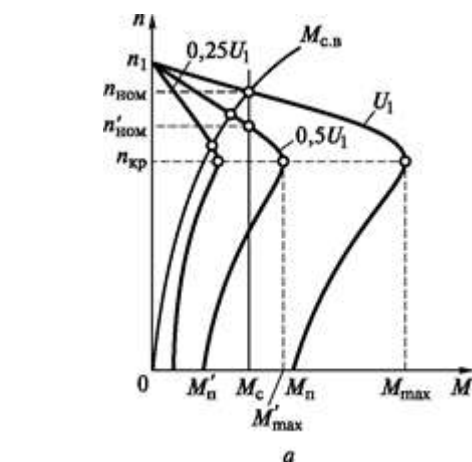
сипаттамалары қатаң (3.2.2, а). Бұл әдіс механикалық сипаттамалары кемірек болатын (суретті қараңыз, 3.22, б) ұлғайған сырғыма (ротордың қысқа тұйықталу орамасының қарсылығын арттыру) асинхронды қозғалтқыштарда жүзеге асырылады.

Қозғалтқышқа қолданылатын кернеу тек номиналды кернеуден төмен болуы мүмкін, кернеу номиналдан жоғары болмайды. Осылайша, U_1 кернеуі азайған сайын, тұрақты жүктеме МК кезінде ротордың жылдамдығы n төмендейді (жылжымалы өсуде). Бірақ сонымен қатар, ротордың орамасындағы электр шығыны көбейеді, оның шамасы сырғыма бойынша пропорционалды: $s =$

$$P_{\Sigma 2} = s P_{\Sigma \Sigma} \quad (3.51)$$

мұндағы $R_{\Sigma \Sigma}$ - мотордың электромагниттік күші.

Бұл қозғалтқыштың тиімділігін айтарлықтай төмендетеді, әсіресе төмен айналу жылдамдықтарында. Мысалы, айналу жиілігі жартысына азайған кезде ($s = 0,5$), қозғалтқыштың электромагниттік қуатының жартысы ротордың электрлік ысырабын жабу үшін жұмсалады.



3.22-сурет. Желілік кернеу болған кезде сақиналы торлы

роторлы индукциялық қозғалтқышы бар электржетекті механикалық сипаттамалары.

Егер біз статордағы ысыраптарды есепке алсақ, қозғалтқыш тиімділігі екі еседен астамға азаяды.

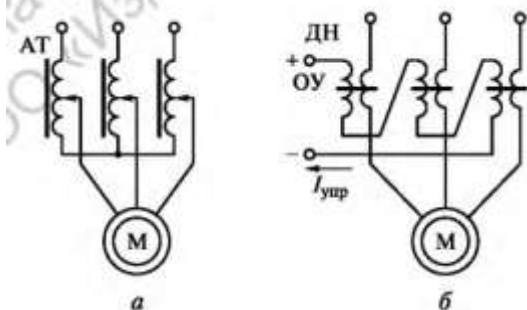
Асинхронды қозғалтқыштардың мұндай жұмыс режимі U_1 кернеуін өзгерту арқылы айналу жылдамдығын реттеу кезінде желінің қозғалтқышы тұтынатын ток / U_1 кернеуіне пропорционалды және мотордың электромагниттік сәті осы кернеудің квадрасына пропорционалды. Сондықтан, кернеу төмендеген сайын, электр қозғалтқышының электромагниттік моменті желінің қозғалтқышы тұтынған ток I_1 -ке қарағанда жылдамырақ төмендейді, яғни осы сандардың (I_1 / M) қатынасы артады. Нәтижесінде айналу жылдамдығының шағын жылдамдығын алу үшін айтарлықтай ток талап етіледі, мұндай жағымсыз қатынастардың салдары реттелетін қозғалтқыштағы үлкен шығындар және оның артық қызып кетуі.

Желдеткіш жүктемесі бар механикалық қозғалтқыштардың электр жетегі - $M_{с.в.}$ статикалық жүктеменің моменті $M_{с.б} = n_2$ айналу жылдамдығының квадратына пропорционалды түрде өзгереді (3.2.2-суретті қараңыз). Демек, қозғалтқышты іске қосқан кезде және төмен жылдамдықпен қозғалатынайналма салыстырмалы түрде шағын токпен жасалады.

Индукциялық қозғалтқыштың қорек кернеуін өзгерту үшін статор арасындағы желілік сымдарға енгізілген автотрансформаторды АТ көмегімен реттеуге болады (3.23, а сурет.).

U_1 кернеуінің көзін үш фазалы қаныққан дроссельмен реттеуге болады (3.23, б). Роторлық дроссельдің жұмыс орамдары қозғалтқыштың қуат тізбегінде $X_{р.о}$ индуктивті қарсылығын тудырады, ал кернеу қозғалтқышқа тікелей кіру кезінде В-ға тең,

$$\dot{U}'_1 = \dot{U}_1 - j\dot{I}_1 X_{р.о}. \quad (3.52)$$



3.23- сурет. Кернеуді өзгерту арқылы қозғалтқышты асинхронды-қозғалтқышы бар дискінің жылдамдығын реттеу.

Басқару орамасы тікелей ток көзіне қосылады. Басқару орамасындағы ток шамасы жұмыс орамаларының индуктивті қарсылығын бұзады. Басқару тогының жоғарылауы кезінде шұңқырдың ядроларының магнит қанығуы артып, жұмыс істейтін катушкалардың кедергісі азаяды, кернеу кернеу жоғарылайды және керісінше басқару

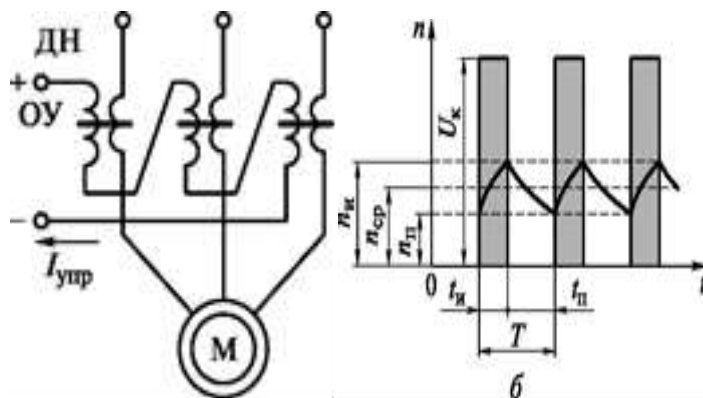
тогы азайған сайын осы орамалардың кедергісі артады, бұл қозғалтқышта кернеудің төмендеуіне әкеледі, айналу жылдамдығының төмендеуіне байланысты. Үлкен торлар жалпы өлшемдерін арттырады және электржетектің құнын арттырады, бұл олардың пайдалануын шектейді.

Тористор кернеуінің реттеушісі ТКР пайдалану ұтымды. Мұндай реттегіштердің құрылысы және асинхронды қозғалтқыштардың жүйесіндегі қасиеттері ТКР-АҚ 8.6-де толығырақ сипатталған.

3.6.5. Импульсты реттеу

Бұл реттеу әдісінің, әдетте, тұрақты ток қозғалтқыштарының импульстік реттеуінен айырмашылығы жоқ (2.10-суретті қараңыз). Импульсті реттеу электр қозғалтқышты желіге үзік-үзік ауыстырып, оны желіден ажыратуға немесе статор немесе ротордың тізбегіне (резистордың фазасы бар электр қозғалтқыштары үшін) қосылған резисторлардың жүйелі тәсілі арқылы жүзеге асырылады. Сонымен қатар, қозғалтқыш үнемі өтпелі режимде жүреді және ротордың жылдамдығын баяулатады.

Ең қарапайым жағдайларда импульсты реттеу КМ контакторымен жүзеге асырылуы мүмкін (3.24, сур.), Ең қарапайым жағдайда импульстің реттелуі КМ контакторы арқылы жүзеге асыруға болады (3.24, а), оның орамасына үзіліспен ауысатын ұзақтығы η , тұрақты кернеудің басқару импульсы u_k ұзақтығы 1_n берілген. Егер қосылу уақыты мен контактордың босату уақыты нөлге тең болатын болса, онда қозғалтқыш роторының айналу жиілігінің өзгеру кестесі басқарғыш импульстердің ауысуының графигімен біріктірілуі мүмкін. t_w уақытында, айналу жиілігі n_n дейін артады, ал үзіліс кезінде ол n_n мәніне дейін төмендейді



3.24- сурет. Асинхронды электржетекті импульсті реттеу қозғалтқыш.

(3.24-сурет, б). Нәтижесінде ротор айналудың орташа жиілігімен айналады:

$$n_{ср} = (n_n + n_{п})/2.$$

Ротордың орташа айналу жылдамдығы басқарушы қатынасқа байланысты болады: / және T : неғұрлым көп болса, айналым жиілігі неғұрлым жоғары болса, $n_{\text{ср}}$. Мұнда $T = t_{\text{и}} + t_{\text{п}}$ кезең деп аталады.

Бір кезеңде импульсті реттеу үшін айналу жылдамдығының ауытқу диапазоны «п-дан» п-ға дейін болады және бұл тербелістер кішірек болады, дискінің айналмалы бөліктерінің инерция сәті неғұрлым жоғары және UK. импульсінің қайталану жиілігі неғұрлым жоғары болса.

КМ контакторы арқылы импульсті реттеу қозғалтқыштың қуат схемасын ауыстырып қосатын контактілердің тез бұзылуы салдарынан жетек жұмысының жеткілікті сенімділігіне кепілдік бермейді. Контакттілі емес құрылғыларды, мысалы, тиристор кілтін пайдалану сенімдірек. Энергетикалық көрсеткіштер бойынша, импульстік жылдамдықты реттеу статор орамасына берілген кернеуді өзгерту арқылы жылдамдық реттеуіне тең.

3.7. Синхронды қозғалтқышы бар электр жетегі

Синхронды қозғалтқыштардың ерекшелігі - бұл ротордың жылдамдығы жүктемеге тәуелді емес, яғни бұл қозғалтқыштардың қатаң механикалық сипаттамалары бар: қозғалтқыш роторы әрқашан статикалық өріс $n_1 = f 60 / p$ -мен бірге айналады.

Синхронды қозғалтқыштың статорлары индукциялық қозғалтқыштың статорлары сияқты бірдей құрылысқа ие. Синхронды қозғалтқыштың роторы, әдетте, полюстерде қозғау орамасы бар айқын полюстер құрылымына ие. Бұл орам тікелей ток көзіне қосылған кезде, магнит өрісі қозғалтқышта индуцирленген болады, қозғалтқыш қуатталады. Осылайша синхронды қозғалтқышты пайдалану үшін, үш фазалы айнымалы токтан басқа тікелей ток қажет. Қалыпты магниттер қозғалатын синхронды қозғалтқыштар. Әдетте бұл төмен қуатты қозғалтқыштар. Әдетте электромагниттік қозғаумен заманауи синхронды қозғалтқыштарда тұрақты ток көзі ретінде, тиристордың жүргізушісі (тиристормен басқарылатын түзеткіш) қолданылады.

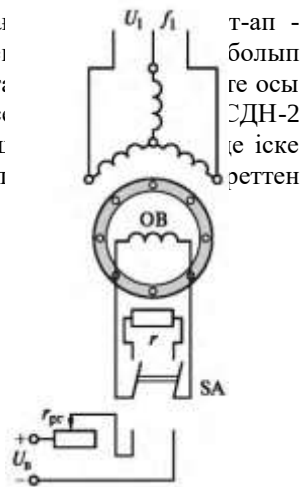
Асинхронды синхронды қозғалтқыштардан айырмашылығы, электр қозғалтқышын қосқанда, іске қосу сәті жасалмайды, себебі инерцияның арқасында қозғалтқыш роторы синхронды айналу жылдамдығына дереу жете алмайды. Сондықтан қозғалтқыш қозғалысқа келтірілген стационарлық ротордың және айналмалы статордың өрісі арасындағы синхронды қозғалтқыш іске қосылғанда, іске қосу сәтінің басталуына қажетті тұрақты магниттік муфталар пайда болмайды. Синхронды қозғалтқышты іске қосу үшін, алдымен ротордың айналу жылдамдығын синхрондыға жақын ($p \sim 0,95$ ш) жылдамдыққа жеткізу керек. Ол үшін синхронды қозғалтқыштарда екі жағынан сақинамен бекітілген, жезден жасалған шыбық арқылы қозғалтқыш роторында қосу орамасын орналастырылған асинхронды іске қосу қолданылады,

Асинхронды іске қосу процесі келесідей болады (3.25-сурет.) Синхронды қозғалтқыштың статор орамасының қосұлы болғанда, статор

өрісінің айналмалы өрісі бастапқы қысқа мерзімде ағымдар, олар статормен өзара әрекеттеседі. Демек, синхронды қозғалтқыш асинхронды қозғалтқыш ретінде жұмыс істейді. Айналмалы статор өрісі арқылы қоздыру орамында туындаған ЭДС шектеу үшін, ораманы іске қосу уақытында z резисторына тұйықтайды.

Ротордың жылдамдығы $n \sim 0,95 n_1$ жеткенде, оның сырғанауы $s \sim 0,05$ -ке сәйкес келеді, SA қосқышының қоздыру орамасы тұрақты ток көзіне қосылады. Бұл жағдайда қозғалтқыш қозады, ротордың полустері мен айналмалы статор арасындағы тұрақты магниттік байланыстар орнатылады және қозғалтқыш синхронизмге тартылады, яғни оның роторы $n = n_1$ жиілігімен айнала бастайды. Қозғалтқыштың білігінің үстіндегі жүктемені ұлғайтып, іске қосу қиын, ал рұқсат етілген асатын жүктеме кезінде мүмкін болмайды. Синхронды қозғалтқыштардың үлкен қуаты: жүзден мың киловаттқа дейін өндіріледі. Бұған кішігірім екендігі түсіндіріледі электр жетегіндегі синхронды қозғалтқыштарды пайдалану техникалық және экономикалық көрсеткіштер үшін жарамсыз. Әдетте синхронды қозғалтқыштарды 6000 және 10 000 В кернеуліктеріне дайындайды. СД2 және СД3 сериялы синхронды қозғалтқыштардың стандартты өлшемдері тек 380 В кернеуіне есептелген. Әдетте синхронды қозғалтқыштардың сериясы белгілі бір мақсаттарға арналған, яғни әрбір сериясы нақты жұмыс механизмдерін іске қосуда қолданылатындығы қарастырылған. Мысалы, СДК сериясы компрессорларды қосу үшін, СДМ3 сериялары шарлы диірмендерді қосу үшін, ВДС сериясы сорғыларды іске қосу үшін және т.б. Жалпы мақсаттағы, ерекшеліктері 315-ден 1000 кВт дейінгі қуаты бар 6000 және 10 000 В кернеуіне арналған і -СДН-2 және СДН3-2 бар.

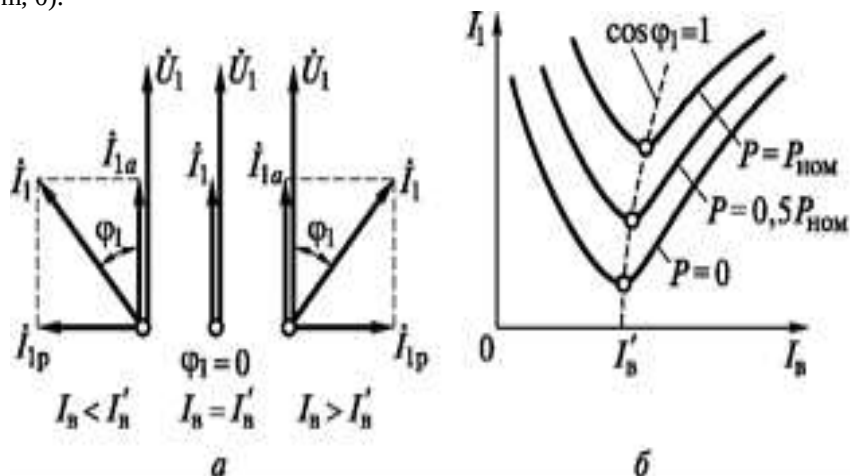
1000 кВт-ға дейінгі жалпы мақсатта синхронды қозғалтқыштардың жұмысының ел табылады, сондықтан синхронды қозғалтқышты операцияның рұқсат етілген шарттары көрс және СДН3-2 сериялары үшін бұл қозғалтқыш қосылуына 5 минуттық интервалмен екі рет, ал көп болмайтындығы көрсетілген.



3.25-сурет. Синхронды қозғалтқыштың асинхронды басталуы

Бұл жағдайда білікке арналған жүктеме моменті 0,4 МН аспауы керек. Кейбір серияларда жүктеме болмаған жағдайда ғана іске қосылады. Синхронды қозғалтқыштардағы іске қосу тоғын шектеу үшін, скважиналы индукциялық қозғалтқыштардағы сияқты әдістер қолданылады (3.5 қараңыз). Синхронды қозғалтқыштардың тиеу қабілеті 1,7-ден 3,0-ке дейін.

Асинхронды қозғалтқыштарға қарағанда, синхронды қозғалтқыштар күрделірек құрылысқа ие және, демек, олардың құны жоғары. Дегенмен, бұл қозғалтқыштар жұмыс істейтін электр желісінің аймағына энергияны үнемдеу әсерін қамтамасыз ете алады. Шындығында, егер синхронды қозғалтқыш тоқтау кезінде ағымның біртіндеп көбеюі болса, онда статор ток / I_p реактивтік (индуктивті) компонент төмендейді. Нәтижесінде қозғалтқыштың статор токі / 1 және желі U_1 кернеуі арасындағы фазалық ығысу бұрышы ϕ_1 төмендейді (3.26 сур., А). Қозғалыс орамасындағы / синхрондық қозғалтқыштағы ток шамасының белгілі бір мәнінде, статор ток тоғының реактивті құрамдас бөлігі нөлге дейін төмендейді, статор токі таза белсенді болады ($\phi_1 = 0$) және синхронды қозғалтқыштың қуат коэффициенті $\cos \phi_1 = 1$ болып табылады. Қозғалыс ағымын ұлғайта берсек, яғни, Қозғалтқышты мұқият тыңдау үшін, статор ток / лп реактивті компоненті қайта пайда болады, бірақ қазір ол фазада кернеуден асып кетеді, яғни. бұл сыйымдылық болады. Осы үрдістердің нәтижесінде желінің моторынан тұтынылатын ток II U-тәрізді сипаттамаларда көрсетілгендей (3.26, б) көрсетілгендей, $I > I_n$ үшін, артуы басталады, мұнда сызылған сызық L сәйкес келетін L токтарының мәндерін білдіреді. синхронды электр қозғалтқышы бар $\cos \phi_1 = 1$ қозғалтқышының жүктемесінің қуатын P әр түрлі мәндері үшін ($P_{ном}$, $0.5 P_{ном}$, 0).



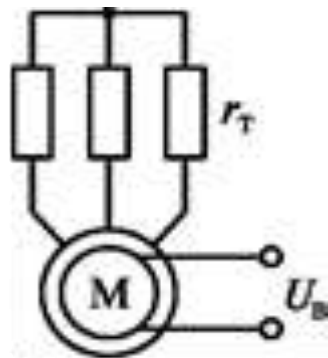
3.26-сурет. Синхронды двигатель арқылы қуат коэффициентін арттыру.

Асинхронды қозғалтқыштар, трансформаторлар және электромагниттік жүктемелердің басқа түрлері айнаымалы ток тізбектерінде маңызды индуктивті токтар жасайды. Бұл осы құрылғылар

енгізілген желі бөлігінің қуат коэффициентінің төмендеуіне әкеледі. Нәтижесінде желінің осы секциясының ағымдағы күші артады (индуктивті компоненттің арқасында) және оның шамасы ток квадрасына пропорционалды жоғалтулар артады. Асинхронды қозғалтқыштар желіде кернеуі 1, жалпы индукциялық компонент салдарынан жалпы ток / А желілік кернеуге қатысты үлкен фазалық жылжуы бар деп есептейік (3.26, с). Екінші жағынан, синхронды қозғалтқыш осы желіге қосылған болса, онда оның айналдыру режимі құрылады, алайда ол қолданыстағы $/_{сд}$ желілік кернеудің бұрыштық $\phi_{сд}$ фазасы бойынша асып кетеді. Бұл жағдайда ток ағынының фазалық жылжуы $\phi_1 = 1_A + /_{сд}$ кернеуіне қатысты ϕ_1 көп төмендейді: $\phi_1 = \phi_A - \phi_{сд}$ және қуат коэффициенті $\cos \phi_1$ артады. Нәтижесінде, осы желіге синхронды қозғалтқыштың орнына басқа асинхронды қозғалтқыш қосылса, қарастырылып отырған желідегі шығындар олардың шамасымен салыстырғанда азаяды.

Кейбір жағдайларда желідегі қуат коэффициентін ұлғайту үшін синхронды кеңейту қосылыстары пайдаланылады, бұл білікке жүктемесіз жұмыс істейтін ерекше конструкциялы жұмыс істемейтін синхронды қозғалтқыштарды білдіреді. Синхронды компенсатор реактивті қуат генераторы ретінде қолданылады. Синхронды кеңейту қосылыстары маңызды электромагниттік жүктемесі бар (мысалы, көптеген трансформаторлар мен асинхронды қозғалтқыштары бар ірі өнеркәсіптік кәсіпорын желісі) желілер бөлімдерінде қуат коэффициентін (электр қуатының жоғалуын төмендету үшін) қолданылады, өйткені синхронды компенсатордың сыйымдылығы 16-дан 160 МВА-ға дейін жетеді. Әдетте қуат коэффициенті бірге жақын мәндерге дейін артады, мысалы, 0,95 дейін, ол энергияны үнемдеудің маңызды әсерін береді. Электр энергиясының коэффициентін $\cos \phi_s = 1$ деңгейіне көтеру ниеті синхронды компенсатордың қажетті күші мен, демек, капиталға жұмсалатын шығындардың айтарлықтай артуына алып келеді. Мысалы, 100 МВ-А тұтынушы қуаттылығында $\cos \phi_s = 0.7$ –ден 0.95 дейін мәндерін ұлғайту үшін 31 МВ-А күші бар синхронды компенсатор қажет. Осы желінің қуат коэффициентін $\cos \phi_c = 1$ мәніне жеткізу үшін 55 МВ-А күші бар, 1,8 есе артық синхронды компенсатор қажет.

Әдетте синхрондық қозғалтқышты немесе компенсаторды қоздыру орамасындағы ток реттеу процесі автоматтандырылған басқару элементі арқылы автоматтандырылған ARV қоздырғышын басқарады, оның басты элементі бақыланатын тиристор түзеткіші болып табылады.



3.27-сурет. Синхронды қозғалтқышымен электр жетегінің динамикалық тежеу сызбасы.

Жақында дейін синхронды қозғалтқыштар тек қана реттелмейтін электржетегі пайдаланылды. Алайда,

электронды жиілікті түрлендіргіштерді құрудың арқасында айналу жылдамдығын реттеуге мүмкіндік болды. (3.6-сурет қараңыз).

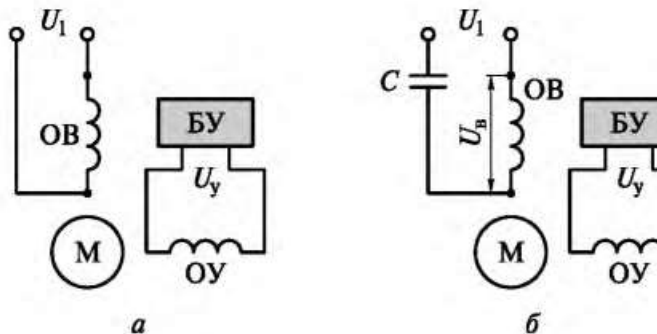
Бірақ синхронды синхронды реттелуімен қозғалтқыштардың кейбір ерекшеліктері бар. Біріншіден, әдетте, бұл қозғалтқыштар жұмыс машинасының үлкен инерция сәті бар дискілерде пайдаланылады, сондықтан айналмалы массалардың үлкен кинетикалық энергия резервін ескере отырып, ток жиілігі тегіс өзгеруі керек. Әйтпесе, синхронизмнен қозғалтқышты «сыртқа шығаруға болады», яғни қозғалтқышты тоқтату немесе ротордың айналу жылдамдығын асинхронды жылдамдықпен жалғастыру керек. Екіншіден, синхронды қозғалтқыштарды іске қосудың күрделілігі ескерілуі керек. Бұл электр қозғалтқыштарының іске қосу кезіндегі ток жиілігінің бастапқы жиілігі герцтің фракциялары болуы керек, содан кейін ағымның жиілігін қажетті мәнге дейін ұлғайту үшін баяу жүреді.

Синхронды қозғалтқыштың тежегіші динамикалық тежеуді пайдалану арқылы оны генераторлық режимге ауыстыру арқылы мүмкін болады. Бұл жағдайда қозғалтқыштың статор орамасы токтан ажыратылады және резисторлармен жабылады (3.27-сурет). Инерция арқылы айналатын ротор магнит ағынымен статордағы ЭДС орамасын үдетеді. Бұл орам жабық болғандықтан, онда оның ағымы пайда болады, оның шамасы резисторлардың gm кедергісімен шектеледі. Роторда бұл кез келген генераторда пайда болатын электромагниттік момент баяулайды және ротордың жылдам күйде болуына ықпал етеді.

3.8. Асинхронды қозғалтқыштарды іске қосу

Жетекші қозғалтқыштар ретінде қолданылатын ең үлкен бағдарлама екі фазалы асинхронды қозғалтқыштарды алды. Бұл қозғалтқыштың статорасында екі фазалы орам бар. Статор орамаларының бірі ОВ қозғау орамасы болып табылады. Ол айнымалы ток желісіне U_1 тұрақты кернеумен тұрақты түрде қосылған. Статордың басқа фазалық орамасы - басқару орамасы, оған басқару блогынан u_y басқару сигналы түседі. (3.28-сурет).

Басқарушы асинхронды қозғалтқышты пайдалану үшін статор орамасының айналды пайда болу шарты ст және уақытша жылжу



3.28-сурет. Асинхрон;
а амплитудасы; б - ам

МДС кеңістіктегі жылжуы қозғалтқыштың конструкциясымен қамтамасыз етіледі: статордың фазалы орамдары олардың осьтері бір-біріне қатысты 90-ға дейінгі бұрышпен салыстырылатын етіп орналастырылады. МДС уақытының (фазалық) ауысуы фазалық статор орамаларының фазалық ауыспалы немесе фазалық ауысатын конденсатор бар арнайы схемаларға сәйкес орамалардың бірінің тізбегіне қосу арқылы жасалады.

Асинхронды басқарушы қозғалтқыштарды басқару үшін үш әдіс қолданылады: амплитудасы, фаза және амплитуда-фаза.

Амплитудалық бақылау үшін (3.28, а), U -ның басқару кернеуі (амплитудасы) қарамастан, U_i кернеуіне қатысты 90° тіркелген фазалық жылжуына ие. Басқарушы электр қозғалтқышы басқарушы кернеу үйінің мәнін (амплитудасының) өзгеруімен бақыланады. Қозғалтқышты кернеу басқару кернеуінің фазасын 180° өзгерту арқылы жүзеге асырылады.

Фазалық басқарумен басқару кернеуі тұрақты мәнге ие (амплитуда) және қозғалтқышты басқару осы кернеудің фазалық жылжу бұрышын және фазалық ауысқыш арқылы U_i кернеуіне байланысты өзгереді.

Амплитудалық-фазалық бақылау үшін (3.28, б) фазалық ауысатын конденсатор C қозғалу ОБ қозғау сұлбасына қосылады. Басқару кернеуінің мәнін (амплитудасы) басқарғанда және қоздыру орамдарының ағымдары өзгереді; бұл қозғалтқыштың кернеуінің шамасында, сондай-ақ кернеу үйі мен фазалық ауысу арасындағы өзгерістерге әкеледі.

Асинхронды басқарушы қозғалтқышты басқару әдісі, ең алдымен, атқарушы механизмге ұсынылатын автоматтандырылған басқару жүйесінің талаптары бойынша анықталады. Ең практикалық қолдану фазалық ауысатын конденсаторды қоздыру орамасының тізбегіне қосу арқылы асинхронды басқарушы электр қозғалтқыштарын басқаруға арналған амплитуда-фазалық әдіс болды (3.28, в-суретті қараңыз), бұл оны жүзеге асырудың қарапайымдылығымен түсіндіріледі.

Асинхронды қозғалтқыштың тиімділігі әдеттегі қозғалтқышқа қарағанда әрдайым төмен екендігін ескеру керек. Бұл қозғалтқыштың өздігінен қозғалуын болдырмау үшін (басқару сигналын алып тастағанда риясыз ротация) басқару тетіктерінің роторының орамасы белсенді қарсылықпен орындалады, сондықтан сыни сырғаның кем дегенде екі ($\varphi > 2$) болуы керек.

Нәтижесінде электр қозғалтқышының электр қозғалтқышы жоғарылап, қозғалтқыштың тиімділігі мен пайдалы механикалық қуатын азайтатын роторға электрлік шығындар артады. Дегенмен, басқарушы орамдағы конденсатордың болуына байланысты, амплитудалық-фазалық бақылаудағы қозғалтқыштың қуат коэффициенті 0,85-0,90 мәндеріне жетеді, бұл атқарушы қозғалтқыштың энергетикалық тиімділігін жақсартуға көмектеседі.

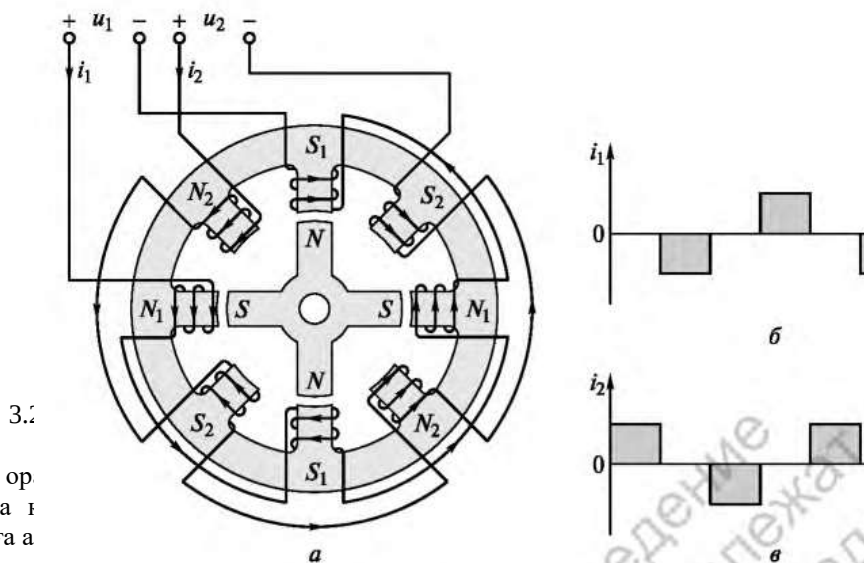
Тұрақты токтың қозғалтқыштарының ұқсас сипаттамаларына қарағанда, амплитудалық-фазалық басқару үшін асинхронды басқарушы мотордың механикалық сипаттамалары қисық сызық болып табылады.

Бұл ретте басқару кернеуі неғұрлым төмен болса, айналымның жылдамдығы төмендейді, өйткені басқару кернеуінің төмендеуімен айналмалы статор өрісі көбірек эллипт болып қалады, бұл өрістің кері компоненті артады, ротордың тежеуіш моменті пайда болады. Фазалық ауыспалы сыйымдылық C шамасы қозғалтқыш іске қосылған кезде ғана дөңгелек айналатын өрісті алу жағдайынан таңдалады, сондықтан қозғалтқыштың айналмалы өрісі эллиптикалық болады.

Энергия индикаторларында және механикалық сипаттамаларда көрсетілген кемшіліктерге қарамастан, атқарушы асинхронды қозғалтқыштар электр қозғалтқышында кеңінен қолданылды, бұл ең алдымен коллекторлық блоктың болмауына және осы қозғалтқыштарға арналған басқару схемаларының қарапайымдылығына байланысты.

3.9 Двигательдің қадамдық қозғалтқыштары

Қадамдық қозғалтқыштар басқару электрлік импульстерін дискретті өңдеуге болатын бұрылыс бұрышына айналдырады. Бұл қозғалтқыштар статорға ие, оның магнит схемасында электр энергиясының көзіне кезекпен байланған екі немесе үш ұқсас кеңістіктегі ауысқан орамдар бар (3.29, а). Горизонтальды статор стабилизаторлары реттеушінің импульстік тікбұрышты нысаны арқылы тұрақтандырылады (3.29-сурет, б, в). I_1 немесе i_2 ток импульстері әсерінен, статор бағандары, тиісінше, $N_1-S_1-N_1-S_1$ немесе $N_2-S_2-N_2-S_2$ немесе $N_2 - S_2 - N_2 - S_2$ айнымалы полюстерімен магнитизацияланған.



3.29
Статор ор
қалпына і
орнатуға а

Өнеркәсіптік қозғалтқыштың полярлық қозғалтқыш роторы белсенді немесе реактивті болуы мүмкін. Қозғалтқыштың белсенді қозғалтқышы тұрақты ток қозғалтқышы, байланыс сақиналары мен қылшықтарына ие, немесе суретте көрсетілгендей, полярлық полярлық полюстерімен тұрақты магнит түрінде орындалады. 3.29, а. Реактивті ротор нақты

анықталмаған магниттелген полюстермен қоздыру орамасынсыз орындалады. Ротордың тіректерінің саны - статор полюстерінің жартысы.

Әрбір статор орамасының ауысуы қозғалтқыштың магнит өрісінің айналуына әкеледі және ротордың синхронды қозғалуына бір қадам жасайды. Ротордың айналу бағыты статордың тиісті орамасына қолданылатын импульстің полярылығына байланысты болады.

Қозғалтқыш роторының градус бұрышы,

$\alpha_{ш} = 360/(2p_2 m_1 k_f)$, формуласымен анықталады,

мұндағы $2p_2$ - ротордың айқын полюстерінің саны; m_1 - статор орамаларының саны, олар өзара есепке алынады; k_f - статор орамдарын қосу әдісіне байланысты коэффициент: бөлек-бөлісу $k_f = 2$ үшін, $k_p = 1$ бөлек қосу үшін.

3.2 - таблица

ДВШ сериялы толқындық қозғалтқыштардың техникалық деректері

Өлшемі	Кернеу көзі, В	Айналу сәті, Н-м	Шекті тәсілі, қадам/с	Номиналды қадам	Номиналды ток, А	Корпустағы диаметрі, мм	Салмағы, кг
ДВШ50-0,04-0,5	12	0,04	1300	0,5	1,15	50	0,55
ДВШ50-0,04-0,25	12	0,04	2500	0,25	1,2	50	0,55
ДВШ200-16-4096	27	30*	200	0,088	5	200	16

* Бір корпуста орналасқан жалпы білікпен екі сатылы қозғалтқыштың жұптары жасаған сәт.

Белсенді ротор $2p < 12$ шектік сандарымен және қозғалыс қозғаусыз реактивті ротордың шектеулі санымен орындалуы мүмкін болғандықтан, 2 мм айналасында минималды қадамды қамтамасыз ететін полюстердің көп саны арқылы реактивті ротордың көмегімен қозғалтқыштардың айналуы Роторды бір сатыда бір дәрежедегі дәрежеде бөлуге болады, ол белсенді ротор арқылы қол жеткізе алмайды.

Сапалы қозғалтқыштарды 10 000 Гц жетуі мүмкін көтеру жиілігінің жиілігі деп аталатын шекті жиіліктен асып кетпесе, қадамды жоғалтпастан тоқтатуға болады.

Қадамдық қозғалтқыштар ротордың бекіту режимінде ротордың бір немесе бірнеше импульсінде жұмыс істегеннен кейін белгілі бір күйде ғана емес, сондай-ақ басқару импульстерінің тұрақты жиілігінде синхронды айналу режимінде жұмыс істей алады.

Соңғы жағдайда ротор статор орамаларына импульстерді беру жиілігіне

пропорционалды тұрақты (синхронды) айналу жиілігімен айналады, айн / мин,

$$n = \alpha_{\text{ш}} f_1 / 6.$$

3.2 кестеде. электр қозғалтқышының электр жетегіне кеңінен қолданылатын ДВШ сериясының қадамдық толқынды қозғалтқыштарының техникалық деректері көрсетілген. Мұндай қозғалтқыш - нақты қадамдық қозғалтқышты толқынды редукторлармен үйлестіреді, бұл ротордың минималды бұрыштық қадамымен маңызды сәттерді құруға ықпал етеді.

Сынақ сұрақтары

1. Асинхронды қозғалтқыштардағы қандай жұмыс режимдері мүмкін?
2. Асинхронды қозғалтқыштың шамадан тыс жүктемесі қандай?
3. Асинхрондық қозғалтқыштың механикалық сипаттамасының қандай бөлігі жұмыс алаңы деп аталады?
4. Асинхрондық қозғалтқышта генераторлық режимді қалай жасауға болады?
5. Асинхронды қозғалтқыштарда қандай динамикалық тежеу әдісі пайдаланылады?
6. Тежегішінің көмегімен тежеу кезінде асинхронды қозғалтқыштың ағымын шектеу қалай жүзеге асады?
7. Қозғалтқыштардың бастапқы қасиеттеріне қойылатын талаптар қандай?
8. Фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштың басталу моменті максималды мәнге тең болуын қамтамасыз ету үшін не істеу керек?
9. Қос ротордың роторымен асинхронды қозғалтқыштарда қандай бастапқы әдістер қолданылады?
10. Статор орамасын «жұлдыз» -дан «үшбұрышқа» ауыстыру арқылы индукциялық қозғалтқышты іске қосу үшін іске қосу және іске қосу моменті қанша рет төмендейді?
11. Қандай асинхронды қозғалтқыштар бастапқы қасиеттерін жақсартты?
12. Фазалық роторлы индукциялық қозғалтқышты реостатикалық реттеу қандай?
13. Көп сатылы асинхронды қозғалтқыштың тұрақты крутящий режимі қандай?
14. Жиілікті бақылаудың артықшылықтары мен кемшіліктері қандай?
15. Не себепті, жеткізу желісіндегі ток жиілігін өзгерту кезінде кернеуді бір уақытта өзгерту керек?
16. Жиіліктік бақылауда тұрақты қуат жағдайы қалай?
17. Дискінің кернеуін өзгерту арқылы айналдыру жылдамдығын реттеу кезінде бақылау диапазоны нөлдіктен тар болады?
18. Синхронды қозғалтқыштың асинхронды басталу процесін түсіндіріңіз.
19. Синхронды қозғалтқыштарда қайта қозғау режимін қандай мақсатта

қолдануға болады?

20. Синхронды қозғалтқыштардың жиілігін реттеудің ерекшелігі қандай?

21. Статор орамасындағы полюстердің санын өзгерту арқылы синхронды қозғалтқышты реттеуді қолдануға болады ма?

22. DC және асинхронды қозғалтқыштардың қасиеттерін салыстырмалы бағалау.

23. Қадамдық қозғалтқыштардың негізгі параметрлері қандай?

4 БӨЛІМ

ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНДАҒЫ ӨТКІЗУ РЕЖИМДЕРІ

4.1. Негізгі ұғымдар

Электржетекті пайдалану кезінде оның жұмыс параметрлері өзгереді. Мұның себебі жұмысшы машинаның технологиялық процесіне байланысты қасақана әрекеттер болуы мүмкін: қозғалтқышты іске қосу, тоқтату, тежеу, қайтару, жылдамдықты басқару. Кездейсоқ наразылықтар да электр қозғалтқышының жұмыс параметрлері өзгеруіне әкеліп соғуы мүмкін, мысалы, электр желісінің кернеу немесе жиілігінің ауытқуы. Параметрлер өзгергенде, , әр түрлі мәндермен, жылдамдықпен және ток тұтынумен диск тұрақты күйден екіншісіне ауысады. Электр жетегінің жұмыс режимі бір тұрақты күйден екіншісіне ауысу кезінде, крутящий, жылдамдық, ток және басқа параметрлердің басқа мәндерімен өтпелі режим деп аталады. Уақытша режимдер кезінде туындайтын құбылыстар уақытша үдерістер деп аталады.

Кейбір жұмыс машиналарының технологиялық операциялары электр қозғалтқышында (крандар, ұсақтағыштар, илектеу станоктары, престеу, көлік құралдары және т.б.) үнемі уақытша құрылады. Жетекші қозғалтқыштарда өтпелі кезеңдер электромагниттік, механикалық және жылулық болып бөлінеді. Электромагнитті өтпелі процестер магнит өрістеріндегі және осы өрістер арқылы туындаған ЭДС өзгеруімен байланысты. Термиялық айналымдар негізінен қозғалтқыштың қыздыру температурасында жылу әсерінің өзгеруіне әкеп соғатын токтардың шамасының ауытқуына байланысты болады. Механикалық өтпелі процестер электр қозғалтқышының қозғалмалы бөліктерінің инерциясынан туындайды, бұл бөлшектердің қозғалыс жылдамдығы өзгерген кезде пайда болады.

Өтпелі үдерістің маңызды параметрі - оның ұзақтығы. Электр қозғалтқышында механикалық өтпелі кезеңмен салыстырғанда электромагнитті өтпелі кезеңдер қысқа мерзімге ие және көптеген жағдайда олар электр жетегінің жұмысына айтарлықтай әсер етпейді. Жылулық өтпелі процестердің ұзақтығы олардың инерциясына байланысты механикалық заттарға қарағанда бірнеше есе көп. Осыдан келіп шығатындықтан, электр қозғалтқышының өтпелі режимдердегі жұмысына ең үлкен әсер механикалық өтпелі процестерге байланысты, олар электржетекке электромеханикалық деп аталады.

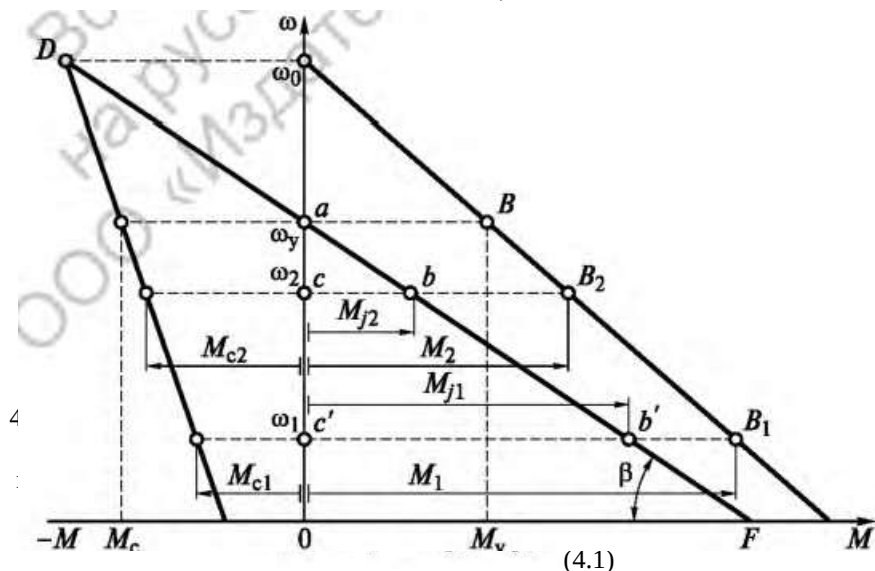
Өтпелі үдерістің ұзақтығын есептеу әдісі бірлескен сипаттаманың түріне байланысты (1.3 –суретті қараңыз): сипаттаманың сызықтық формасы үшін (1.2-суретті қараңыз), есептеу қисық сызықтарға қарағанда қарапайым.

Өтпелі үдерістердің сипаты қозғалтқыштың ротордың (арматура) инерция сәтіне айтарлықтай әсер етеді. Ротордың (арматура) инерциясының төменгі жағдайындағы кіші қуат қозғалтқыштарында уақытша емес процестер қысқа мерзімді болып табылады, айнымалы токтың бірнеше кезеңдерінен аспайды. Жоғары қуаты бар қозғалтқыштарда ротордың (арматура) инерция жағдайы әлдеқайда көп және олардағы өтпелі процестер әлдеқайда ұзарады.

4.2. Желілік қосылыс сипаттамалары бойынша электр жетегіндегі өтпелі процестер

Электр қозғалтқышының жұмыс сипаттамалары желілік болып табылады, бұл жағдайда қозғалтқыштың және жұмыс машинасының механикалық сипаттамалары түзу болады. Мұндай сипаттамасы 1.2 – сурет (DF диаграммасы). Бұл сипаттаманы кейінгі конструкциялар үшін қолданамыз. Электржетек U1 және M1 координаттары бар B1 режимінде жұмыс істейді (4.1-сурет). Содан кейін жұмыс режимі B нүктесіне α және M2 координаттарымен ауыстырылды. Нүктелердің координаттарын белгілеп, біз екі ұқсас үшбұрышты аламыз: abc және ab'c', олар үшін келесі теңдік сақталады:

$$ac/ac' = cb/c'b',$$



Қайда

$$\Delta\omega_2 = \omega_y - \omega_2; \Delta\omega_1 = \omega_y - \omega_1; M_{j2} = M_2 - M_{c2}; M_{j1} = M_1 - M_{c1}.$$

Өрнек (1.4) және динамикалық сәттердің алынған мәндерін (4.1) алмастыру арқылы, біз қайта құрудан кейін аламыз.

$$J (\Delta\omega_1/M_{j1})(d\omega/dt) = \Delta\omega_2. \quad (4.2)$$

$J (\Delta\omega_1/M_{j1}) = T_{эм}$ белгілейміз, оны (4.2) қойып аламыз

$$T_{эм}(d\omega/dt) =$$

Немесе

$$d\omega/dt + (\omega_2/T_{эм}) = (\omega_y/T_{эм}).$$

(4.3)

Бірінші ретті сызықтық дифференциалдық теңдеулер қозғалысы алынады. Егер $W_2 = w_u$ және $w_1 = 0$ болса, яғни, Қозғалтқыш үйдің тұрақты күйінің бұрыштық жылдамдығына қарай басталған деп болжанса, онда теңдеудің шешімі (4.3) келесі формаға ие:

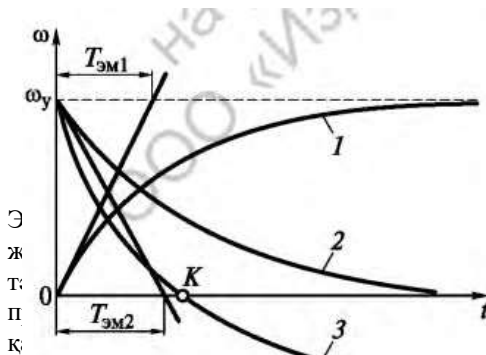
$$\omega = \omega_y (1 - e^{t/T_{эм}}), \quad (4.4)$$

мұндағы $e = 2.72$ табиғи логарифм негізі болып табылады.

$\Gamma_{эм}$ (4.4) мәні секундтармен өлшенетін электромеханикалық уақыт тұрақты деп аталады. Электромеханикалық уақытша тұрақты өтпелі процестің жылдамдығын сипаттайды: $\Gamma_{эм}$ кішірек болған сайын, өтпелі үдеріс жылдамырақ болады.

4.2 -суретте өтпелі процесс $\omega = f(t)$ графиктерін көрсетеді.

Экспоненциалды нысаны бар 1-график, қуаттың үстіндегі қозғалтқыштың жеделдетілуіне сәйкес келеді. Бұл кестеден көріп отырғанымыздай, уақыт t тұрақты күйдегі бұрыштық жылдамдыққа дейінгі шығу шексіз үлкен. Дегенмен, егер қозғалтқыш білігінің айналу жылдамдығы $\omega = 0,95\omega_y$ шамасына жеткен болса, өтпелі үдерісті толығымен қарастырған жөн, бұл $t \sim (3 - 4) T_{эм}$ уақытқа сәйкес келеді. Электромеханикалық уақыт тұрақты. 1-диаграммада $\Gamma_{эм1}$ осы графиктің бастапқы бөлігіне жанама сызықтың қиылысу нүктесімен айқындалатын көлденең сызықпен анықталады. бұрыштық айналу жылдамдығы ω_y .



пропорционалды J дөңгелегі
са $\tan = Du / DM_j$ осіне
бұрыштың тангенсіне
 $T_{эм} = J \tan p$. P бұрышы p
ағырақ болады:

$$T_{эм} = J \tan \beta = J \Delta \omega / \Delta M_j, \quad (4.5)$$

2-сурет қозғалтқыш токтаған кезде өтпелі процесті анықтайды (желіден ажыратылған). Егер жұмыс тетігінің қарсыласуының статикалық сәті белсенді болса (1.2а суретін қараңыз), көтеру құрылғыларында орын алатын, жүктемені көтеру үшін жұмыс істейтін қозғалтқыш өшіп қалса, оның жылдамдығы нөлге дейін азаяды (нүкте К). Бірақ осы уақытта қозғалтқыш білігінің айналуын ұстап тұрған тежегішті қоспаса, онда белсенді статикалық әрекет кезінде қозғалтқыш білігі кері бағытта айнала бастайды (3-график). Өтпелі процестің (c) уақытын практикалық есептеулер үшін сызықтық өтпелі сипаттамасымен айналу жылдамдығына ауысу (rpm) келесі формулаларды пайдалануға болады:

n_1 -ден n_2 айналу жылдамдығынан жеделдету уақыты, яғни айналмалы

жиіліктердің төмендеуі $\Delta\eta = \eta_2 - \eta_1$ және динамикалық момент $M_j \varphi =$

$$(M_i + M_j) t_p = 0,105 J \Delta\eta / M_{jcp}; \quad (4.6)$$

жүктемесіз қозғалтқыштың іске қосу уақыты

$$t_{п0} = 0,105 J n_0 / (0,5 M_{п}); \quad (4.7)$$

номиналды жүктемесі бар қозғалтқыштың іске қосу уақыты

$$t_{п.ном} = 0,105 J n_{ном} / (M_{п.ср} - M_c), \quad (4.8)$$

Мұндағы

$$M_{п.ср} = (M_{п} + M_{ном})/2;$$

динамикалық тежеу уақыты M_c қарсыласуының статикалық мезетімен және қозғалтқыштың M_t тежеу кезінде, яғни, жалпы тежеу кезінде

$$t_{т.д} = 0,105 J n / \sum M; \quad (4.9)$$

Қозғалтқыш жұмыссыз режимде өшірілген кезде өзін-өзі тежеу уақыты (бос уақыт)

$$t_{выб} = 0,105 J n_1 / M_{тр}, \quad (4.10)$$

Мұндағы $M_{тр}$ - электр жетегінің үйкеліс күшінің тұрақтылығының статикалық жағдайы.

Статикалық сызықты сипаттамасымен желілік тәуелділігі тәуелсіз (параллель) қозғаушы ток қозғалтқыштары бар жетектерде болуы мүмкін. Бұл жағдайда электр жетегінің электромеханикалық уақыт тұрақтысы

$$T_{эм} = J(\sum r + r_{доб}) / (c_e c_m \Phi)^2. \quad (4.11)$$

Бұл механикалық сипаттамалары сызықты емес, бірақ ішінара немесе толықтай жақындатылған қозғалтқыштары бар дискілерге қатысты қолданылады: і. нақты сызықты емес пішіннен шамалы ауытқуы бар түзу сызықтармен ұсынылған. Мысалы, механикалық сипаттамаларының жұмыс аймағында үшфазалы асинхронды қозғалтқыштары бар электр тізбектерінде түзу сызық деп санауға болады (3.2-суретті қараңыз). Бұл электр қозғалтқыштар үшін электромеханикалық уақыт тұрақты

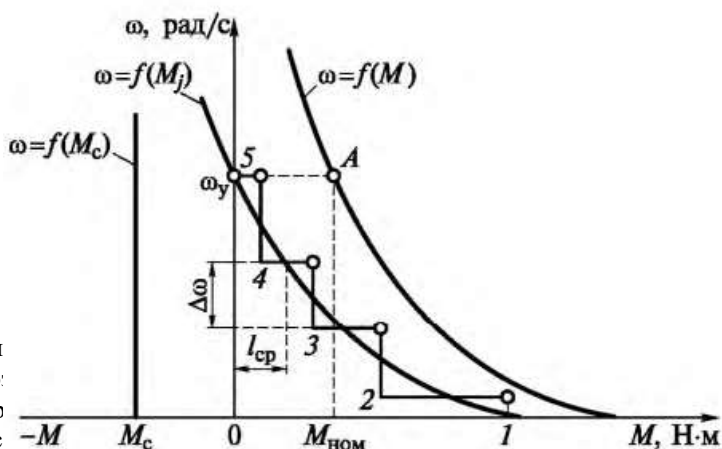
$$T_{эм} = 0,105 n_1 J s_{ном} / M_{ном}. \quad (4.12)$$

(4.11) және (4.12) өрнектерінен көріп отырғанымыздай, электромеханикалық уақыт тұрақты қозғалтқыш білігіне байланысты емес. Сонымен қатар, DC қозғалтқыштарындағы немесе розеткадағы асинхронды қозғалтқыштардағы (үйкелістің ұлғаюына тең) ротордың активті қарсыласуын күшейте отырып, $T_{эм}$ уақытша тұрақтысы артады. Соңғы зәкір тізбегіндегі қарсылық (ротордың) артуы кезінде

механикалық сипаттамалардың қаттылығы төмендейді, яғни, бұрыштың артуы (4.1-суретті қараңыз), демек, $\tan \nu$, бұл электромеханикалық уақыттың тұрақты өсуіне ықпал етеді [(4.5-қараңыз.)].

4.3. Сызықсыз бірлескен сипаттамалары бар электр жетегіндегі өтпелі процестер

Біріктірілген механикалық сипаттағы компоненттердің біреуі сызықты емес болса, онда біркелкі сипаттамасы-ақ сызықты емес. Бұл жағдайда өтпелі процесті есептеу қозғалыстың дифференциалдық теңдеуі бірегей шешімге ие болмағандықтан қиындайды. Сондықтан өтпелі процестердің қалыптасу уақытын анықтау кезінде кейбір болжамдар (жақындаулар) жасау қажет. Соңғы аралықтардың әдісі өтпелі режимдерді практикалық есепке алуда ең көп қолданысқа ие болды. Бұл әдісдің мәні электржетекті сызықтық емес бірлескен сипаттамасы сызықты бөліктерге бөлінген, яғни олардың әрқайсысына тәуелділік $\omega = f(M_j)$ сызықты болып табылады. Осылайша, сызықтық емес бірлескен сипаттамалар қадамдық сызықпен ауыстырылады. Сонымен қатар динамикалық моменттің шамасы осы сызықтың тік бөліктерінің әрқайсысында өзгеріссіз қалады. Мұндай құрылыстың үлгісі күріш. 4.3, ол мыналарды көрсетеді: тұрақты токтың сериялы сериясындағы $\omega = f(M)$ сызықты механикалық сипаттамасы, қарсылықтың белсенді статикалық жағдайдың сызықты механикалық сипаттамасы, $\omega = f(M_c)$ және электр жетегінің сызықты емес сипаттамалары, $\omega = f(M)$



4.3-сурет. Сы
А нүктесі ко
ординаттар
($M = M_c$) с

екеніне байланысты, 4.2-де берілген өтпелі процестердің үздіксіздігін есептеу үшін формулалар қолданылмайды.

Бастапқы операцияның ұзақтығын анықтау үшін соңғы қадамдар әдісін қолданамыз. Осы мақсатта сызықты емес бірлескен сипаттаманы $x = 4$ секциясына бөлеміз, яғни оны 1-2, 2-3, 3-4 және 4-5 тармақтарымен белгіленген төрт бөліктен тұратын сатылы сынған сызықпен

ауыстырамыз. неғұрлым дәл өлшеу әдісі неғұрлым дәл болып табылады, бірақ сонымен бірге орындалатын жұмыс көлемі артады.

Әрбір секция үшін айнарудың бұрыштық жылдамдығының, рад / с,

$$\Delta\omega_x = h_{\omega x} m_{\omega}, \quad 4.13$$

мұндағы $h_{\omega x}$ кадам сызығының қимасының биіктігі, мм; содан кейін айнарудың бұрыштық жылдамдық шкаласы (рад / с) / мм.

(4.14)

Содан кейін әр секцияға сәйкес келетін динамикалық мезеттің орташа мәндері табылған, Нм,

$$M_{j \text{ ср.}x} = l_{\text{ср.}x} m_M, \quad (4.14)$$

мұндағы $l_{\text{ср.}x}$ - сызықтың осы бөлігіне сәйкес келетін, абсцисс осі бойынша ұзындығының орташа ұзындығы, мм,

$$l_{\text{ср.}x} = (l_{\text{нач.}x} + l_{\text{кон.}x})/2,$$

тм — мезеттің масштабы, (Н-м)/мм.

Қозғалтқыштың әр секциядағы уақыты, с,

$$\Delta t_x = J \Delta\omega_x / M_{j \text{ ср.}x}, \quad (4.15)$$

Мұндағы J - электр жетегінің инерция жағдайы, кг ■ м².

Барлық бөлімдердің A_{tx} мәндерін жинақтау кезінде, өтпелі процестің уақыты іске қосылған кезде алынады:

$$t_{\Pi} = \sum \Delta t_x. \quad (4.16)$$

Есептеу нәтижесі бойынша $w = f(t)$ өту үдерісінің графигін құруға болады және графикалық әдіспен электр жетектерінің Тэм электромеханикалық уақытының тұрақтылығын анықтайды.

4.1-мысал. Көтеру механизмінің электр жетегіне сериялы қоздыру қозғалтқышы қолданылған. Қозғалтқыштың техникалық деректері: номиналды қуаты $P_{\text{ном}} = 35,3$ кВт; айнарудың номиналды жиілігі $n_{\text{ном}} = 525$ айн/мин; номиналды сәт $M_{\text{ном}} = 673$ Н-м; қозғалтқыштың инерция сәті $J = 3$ кг ■ м². Жұмыс механизмінің инерциялық сәті (берілген мән) $J_{\text{р.м}} = 0,2$ Дж; Механизмнің қарсылықты статикалық сәті (белсенді) $M_c = -673$ Н-м.

Қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары туралы мәліметтер:

ω , рад/с	55	36,3	32	5	0
M , Н·м	673	960	1376	2048	243

Қажет: 1) соңғы сатыдағы әдістерді қолданып, тұрақты күйге келтірген кезде электр жетегінің өтпелі процесінің уақытын анықтау; 2) $w = f(t)$ өту үдерісінің графигін құрастырыңыз және графикалық түрде электр жетегін $\Gamma_{\text{эм}}$ арқылы электромеханикалық уақытты анықтауды анықтаңыз.

Шешім. 1. Ротацияның номиналдық бұрыштық жылдамдығы, рад / с,

$$\omega_{\text{НОМ}} = 0,105 n_{\text{НОМ}} = 0,105 \cdot 525 = 55 \text{ рад/с.}$$

2. Электр жетегінің инерция сәті

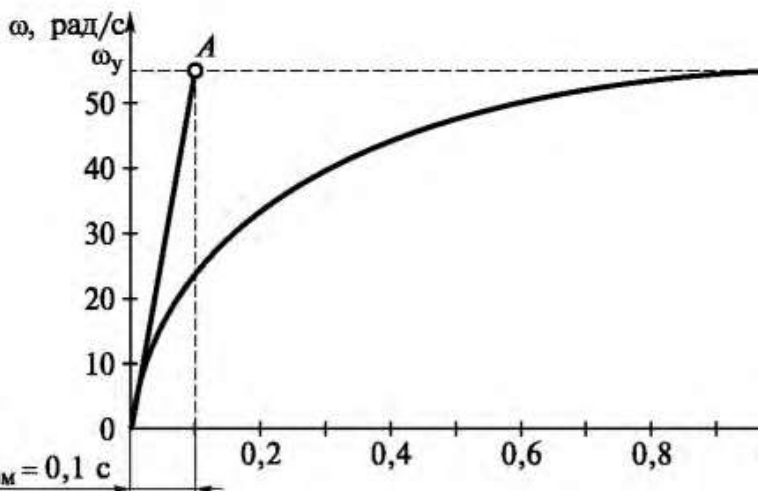
$$J = J_d + 0,2J_d = 1,2J_d = 1,2 \cdot 3 = 3,6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

3. $m_m = 32 \text{ (Н} \cdot \text{м) / мм}$ масштабын және айналу бұрышының жылдамдық шкаласын $\omega = 1.1 \text{ (rad / s) / мм}$ масштабын қабылдаймыз; Жоғарыда келтірілген деректерге сүйене отырып $Y = f(M)$ қозғалтқышының механикалық сипаттамасын және белсенді статикалық жағдайдың $u = f(M_c)$ сипаттамасын құрастырамыз, оның көмегімен $w = f(M_j)$ электр жетегінің сипаттамасын құрастырамыз (4.3-сурет.)

4.1 -кесте

Шама белгілері

Бірлескен сипаттамалары



4. Бірлескен

(4.3-суреттің 1

орындаймыз.

5. Өлшенген және есептелген мәндерді 4.1-кестеге енгіземіз.

6. D1x мәндерін жинақтау кезінде іске қосу кезінде өтпелі процестің уақытын аламыз:

$$t_n = \sum \Delta t_x = 1,0 \text{ c} = 0,014 + 0,075 + 0,160 + 0,751 = 1,0 \text{ c}.$$

7. Бұрыштық жылдамдықтың және көбейтудің тиісті уақытын ұлғайтудың бірқатар мәндерін жазамыз:

ω , рад/с	5	20	35
t , с	0,014	0,089	0,249

Алынған деректерден $w = f(t)$ өту үдерісін қарастырамыз (4.4-сурет).

8. Өтпелі үдерістің графигінің бастапқы бөлігіне A нүктесінде абсцисс осіне параллель тік сызық қиылысына және электр тогының $T_m = 0,1 \text{ c}$ кезіндегі электромеханикалық уақытты анықтаймыз.

4.4. Уақытша жүріп өту кезінде қозғалтқыштағы энергия шығыны

Электр жетегіндегі өтпелі режимдер (іске қосу, тежеу, қайтару) энергия шығындарымен бірге жүреді. Бұл әсердің шамасына бірқатар параметрлер әсер етеді: өтпелі реакцияның ұзақтығы, бастапқы және соңғы жылдамдықтар, статикалық жүктеме шамасы, оның өзгеру сипаты, айналмалы бөліктердің инерция жағдайы және т.б. Өтпелі режимде осы параметрлердегі өзгерістер әр түрлі жолдармен жүреді. Сондықтан, өтпелі режимдердегі электр жетектерінің энергия шығындарын есептеу өте қиын міндет болып табылады, бұл кейбір болжамдар мен жеңілдету қажеттілігіне әкеледі.

Қозғалтқыштың қозғалтқышында үнемі жоғалуын болдырмау (механикалық жоғалту, қозу және магнитті), біз статордағы және ротордағы шығындардың сомасы ретінде өтпелі режимде энергия шығынын жоғалту үшін өрнек жазып аламыз

$$A_{\text{пер}} = A_{1\text{пер}} + A_{2\text{пер}}.$$

Статордағы шығын

$$A_{1\text{пер}} = A_{2\text{пер}}(R_1/R_2') = K_R A_{2\text{пер}}, \quad (4.17)$$

мұндағы $K_R = R_1 / R_2' - P_1$ роторының орамасының белсенді қарсыласуының төменгі мәніне дейін статордың орамасының тізбегінің белсенді кедергісінің қатынасына тең белсенді кедергі коэффициенті; K_R үшін белгілі бір мотор үшін маңызы тұрақты.

Қозғалтқыштың роторын (арматура) қозғалыстың шекаралық бұрыштық жылдамдығына ($m_c = 0$) ауысқан кезде, инерция жағдайына ие электр жетегінің барлық айналмалы бөліктерінің кинетикалық энергиясына тең энергия жұмсалады. Бұл қуат сонымен қатар ротордың (арматура) жылдамдықты жоғарылату кезінде жоғалтуды құра

$$A_{02\text{пер}} = J\omega_0^2/2. \quad (4.18)$$

йды:

Іске қосылған кезде өтпелі кезеңнің жалпы жоғалуы

$$A_{0\text{пер}} = A_{01\text{пер}} + A_{02\text{пер}} = (K_R + 1)J\omega_0^2/2. \quad (4.19)$$

Жүктемеге түсетін кезде ($M_c > 0$), қозғалтқыш білігінің крутящего сәттің орташа мәні $M_c = \text{const}$ болып табылатын кезде, $M_c = \text{const}$ статикалық жағдайы кезінде, айнарудың бұрыштық жылдамдығы бастапқы мәннен тұрақты күйдегі ω_y шамасына дейін өзгереді, өтпелі процестің жоғалу шамасы Дж тең,

$$A_{\text{пер}} = A_{0\text{пер}}(s_{\text{нач}}^2 - s_y^2)[M_{\text{ср}}/(M_{\text{ср}} \pm M_c)], \quad (4.20)$$

немесе $n = 0.105$ w айналу жиілігіне өту арқылы аламыз

$$A_{\text{пер}} = (K_R + 1)10^{-2}(Jn_0^2/2)(s_{\text{нач}}^2 - s_y^2)[M_{\text{ср}}/(M_{\text{ср}} \pm M_c)], \quad (4.21)$$

Мұндағы $s_{\text{нач}}$ және s_y бастапқы және тұрақты айналу жылдамдығымен қозғалады.

$$s_{\text{нач}} = (\omega_0 - \omega_{\text{нач}})/\omega_0; \quad s_y = (\omega_0 - \omega_y)/\omega_0. \quad (4.22)$$

Кезеңнің орташа мәні

$$M_{\text{ср}} = (M_{\text{п}} + M_{\text{ном}})/2. \quad (4.23)$$

Тұрақты тоқ қозғалтқышы үшін жылжымалы орнына айналу салыстырмалы жылдамдығы түсінігі пайдаланылады: $s = s_{\text{Hа4}}$, $s_y = s_y$; Бұл жағдайда $y_0 = \text{®г}$ (4.20) және (4.21) өрнектеріндегі қосу белгісі тежеу режиміне, ал минус белгісі іске қосу режиміне сәйкес келеді. Электржетекті іске қосу. Электржетекті жүктемесіз іске қосу кезінде, $M_c = 0$; $y_{\text{нач}} = 0$, сондықтан, $y_{\text{нач}} = 1$ немесе $s_{\text{нач}} = 1$ болса, $y_0 s_y = y_y = 0$ кезде бұрыштық жиілікте жеделдету пайда болады. Бұл жағдайда энергия шығыны

$$A_{\text{п0}} = (K_R + 1)J\omega_0^2/2 = (K_R + 1)10^{-2}Jn_0^2/2. \quad \text{тең} \quad (4.24)$$

Статикалық жүктеме моменті болған жағдайда, іске қосу кезінде жеделдету $s_y = s_y > 0$ болғанда, айналу үйінің тұрақты бұрыштық жылдамдығына дейін болады. Содан кейін энергия шығыны

$$A_{\text{п}} = (K_R + 1)(J\omega_0^2/2)(1 - s_y^2)[M_{\text{ср}}/(M_{\text{ср}} - M_c)], \quad \text{тең} \quad (4.25)$$

немесе $n = 0.105$ w айналу жиілігіне өту арқылы аламыз

$$A_{\text{п}} = (K_R + 1)10^{-2}(Jn^2/2)(1 - s_y^2)[M_{\text{ср}}/(M_{\text{ср}} - M_c)]. \quad (4.26)$$

(4.24) - (4.26) өрнектерін талдай келе:

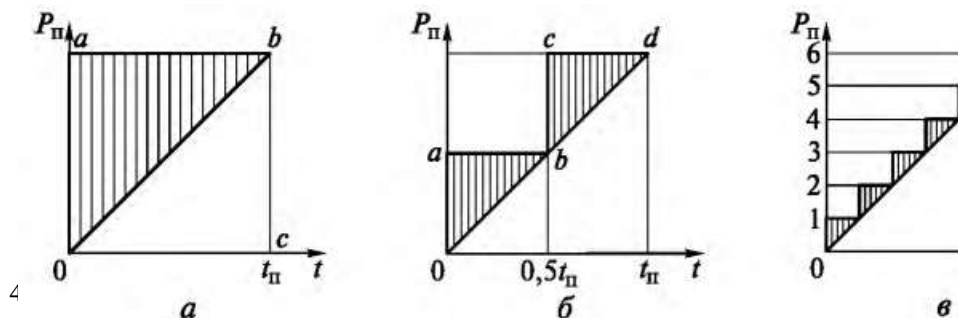
1. Қозғалтқышты статикалық жүктемемен жүктегенде, жұмыс істемей тұрғанда ($M_c = 0$) салыстырғанда, энергия шығыны жоғарылайды.
2. Реостатикалық басталу кезіндегі энергия шығыны бастапқы реостаттың сатыларының санына байланысты емес - бір сатылы реостатпен олар көп сатылы кезеңде болғанға ұқсас; бірақ энергия шығыны іске қосу әдісіне байланысты - реостатикалық іске қосу кезінде

олар кернеудің төмендеуімен (ревостаттың резисторларындағы шығындарға байланысты) іске қосудан үлкенірек болады.

3. Энергия шығындары электр қозғалтқышының қозғаушы элементтерінің инерция сәтіне J пропорционалды, сондықтан J төмендеген кезде энергия шығындары азаяды. Егер төмен қозғалтқышты қозғалтқыштар қозғалтқыш ретінде пайдаланылса, мысалы, төменгі ротордың диаметрі (арматура) бар электр қозғалтқыштары.

4. Энергия шығындары ω_0 -ға пропорционалды, сондықтан айналу жылдамдығы артып, уақытша режимдегі энергия шығыны айтарлықтай артады.

Бастау кезінде энергияны жоғалту қадамды қолдану арқылы азайтылуы мүмкін. Мысалы, синхронды айналу жылдамдығы екеуінің коэффициенті бойынша ($\omega_{12} = 2\omega_{11}$) айырмашылығы бар екі жылдамдықты асинхронды қозғалтқыштар үшін іске қосуды екі сатыда іске қосу аса үнемді: бірінші кезеңде қозғалтқыш ω_{11} жылдамдығына жылдамдық береді, ал екінші кезеңде ол жылдамдықты ω_{12} –ге арттырады. Бұл жағдайда энергия шығыны жартысына қысқартылады. Түсіндіру үшін біз 4.5-суретке назар аударайық, онда уақытты t функциясы ретінде қозғалтқышты іске қосу кезінде жұмсалатын P_n қуатының тәуелділігінің графиктері көрсетілген, $P_n = f(t)$. Қозғалтқышты жүктемесіз ($M_c = 0$) бір кезеңде, яғни стационарлық күйде, ротордың (арматура) айнарудың белгіленген бұрыштық жылдамдығына бірден бастайды.



a - бір сатылы; б - екі сатылы; в - көп сатылы

Белгілі бір болжаммен біз осы сызбаны нақты қабылдауға болады. Оabc тіктөртбұрышының ауданы қозғалтқышты іске қосу кезінде жұмсалған энергияның жалпы көлеміне тең, ал 0bc үшбұрышының ауданы тұрақты жылдамдыққа жылдамдықты жылдамдату үшін пайдаланылатын қымбат энергияға тең, ал 0ab үшбұрышының алаңы іске қосу кезінде энергия шығындарына барабар. Қозғалтқышты екі кезеңде іске қоссаңыз, яғни, алдымен $0.5\omega_0$ бұрыштық жылдамдығына, содан кейін жылдамдық үйіне дейін, онда $P_n = f(t)$ графасы күріш. 4.5, б. Бұл жағдайда іске қосу кезінде энергия шығыны үшбұрыштың 0ab және bcd аудандарының жиынтық сомасына тең. Осылайша, іске қосу кезінде шығындардың энергиясы екі сатыда бір сатылы іске қосылуымен салыстырғанда екі есе азайды. Екі жағдайда да жұмсалған энергия бірдей.

Егер, екінші жағынан, іске қосу кезінде сатылар саны көбейсе, мұндай іске қосу кезінде энергия шығыны барлық кішкентай үшбұрыш аймақтарының жиынтығына тең болады (4.5-сурет, с). Нәтижесінде, энергия шығыны одан да төмен болады. Жалпы жағдайда, көп сатылы басталудағы энергия шығыны қадамдар санына кері пропорцияда төмендейді. Алайда, қозғалтқыштың бірте-бірте іске қосылуы қозғалтқышқа немесе айнаымалы тоқтың жиілігіне бара-келе, кернеуді бірте-бірте ұлғайтса, онда іске қосу кезінде шығындардың энергиясы одан да аз болады. Қозғалтқышты іске қосудың осындай экономикалық тәсілдерінің бірі осы қозғалтқыш реттелетін кернеу немесе жиілік түрлендіргіші бар жүйеде іске қосылған кезде ғана мүмкін болады (8-тарауды қараңыз).

Электржетекті тежеу. Электр қозғалтқышының тежегіштері үдеткіш процесінде қозғалатын элементтерде сақталатын кинетикалық энергия тежеу барысында энергия шығыны болып табылады.

Тежеу әдістерінде, статор орамы желіде қалғанда, тежеу барысында энергия шығыны статордағы ысыраптарды қамтиды, яғни $K_R = U_{1p} / Z_2 p > 1$ белсенді қарсылық коэффициенті.

Тоқтату кезінде тежеу кезінде айнарудың бұрыштық жылдамдығы $\omega = 0$ слайд бойынша соңғы жылдамдыққа $\omega_{кон} = 0$ -ке сәйкес келетін тұрақты күйінен өзгеріп отырады. Сондықтан, тежеудің энергия шығынын есептеу кезінде осы жоғын есептеу үшін формулаға Δm

енгізілуге тиіс айырмашылық $(s_{кон}^2 - s_y^2) = 1 - s_y^2$.

Динамикалық тежеуішпен қозғалтқыштың тежегіш крутящасы моторды тежеу үшін энергияны жоғалтуды азайтуға көмектесетін статикалық жүктеме моментіне $(M_g + M_c)$ сәйкес әрекет етеді. Мұны ескере отырып, динамикалық тежеу барысында энергия шығыны, J ,

$$A_{т.д} = (K_R + 1)(J\omega_y^2/2)(1 - s_y^2)[M_{т.д}/(M_{т.д} + M_c)], \quad (4.27)$$

Немесе

$$A_{т.д} = (K_R + 1)10^{-2}(Jn_y^2/2)(1 - s_y^2)[M_{т.д}/(M_{т.д} + M_c)]. \quad (4.28)$$

Екі жылдамдықты қозғалтқыштар үшін тежелу екі сатылы, яғни алдымен $\omega_p = 0,5\omega_{12}$ жылдамдығы, содан кейін толық тоқтаған кезде $\omega = 0$, энергия шығыны қозғалтқыш екі сатыда қосылған кезде екі есе азаяды. Динамикалық тежеу барысында статор орамы желіден ажыратылғандықтан, энергия шығыны энергия үнемдеуге әсер етпейді, себебі бұл энергия желіден жұмсалмайды және желіге қайтарылмайды.

Индукция қозғалтқышының индукциясына тежеу кезінде статор орамасындағы кернеу фазаларының тәртібі өзгереді. Бұл жағдайда статордың ω_1 магнит өрісінің айналу бағыты өзгереді, ал егер $\omega_2 = \omega_1$ болса, слайдтар келесіге тең болады:

$$s_{нач} = [(-\omega_1) - \omega_1]/\omega_1 = -2; s_y = (\omega_1 - 0)/\omega_1 = 1.$$

Онда

$$(s_{\text{нач}}^2 - s_y^2) = (-2^2) - 1^2 = 3. \quad (4.29)$$

Тежеу барысында энергияны жоғалту кернеу арқылы анықталады (4.27),

$$A_{\text{т.п}} = (K_R + 1)(J\omega_y^2/2)(1 - s_y^2)[M_{\text{т.п}}/(M_{\text{т.п}} + M_c)]. \quad (4.30)$$

(4.29) есепті ескере отырып аламыз

$$A_{\text{т.п}} = 3A_{\text{т.д}},$$

яғни тежеу кезіндегі энергия шығыны динамикалық тежеу үшін қарағанда үш есе жоғары. Бұл тұжырым тәуелсіз қоздыруы бар тұрақты токтың қозғалтқыштарына да қатысты.

Қозғалтқыштың айналуы кезінде, $s^{\wedge} = -2$ немесе $s_{\text{инч}} = -2$, $s_y = 0$ немесе $s_y \sim 0$ болса, біз

$$s_{\text{нач}}^2 - s_y^2 \approx (-2^2) - 0 = 4,$$

аламыз, яғни $A_p \sim 4A_t$ д разрядтағы энергияның жоғалуы динамикалық тежеуге қарағанда төрт есе көп.

Электр қозғалтқышының өтпелі режимдері кезінде жұмыс тетігін жоғалту көлеміне әсер ету механизмі электр қозғалтқышы жұмыс істейтін машинаның қозғалыстағы элементтерінде және осы элементтердің / рт (азайтылған мән) инерция сәті кезінде үйкеліс күштермен құрылған Мтр кедергі сәтінен басталады. Инерция жылдамдығының фракциясы / J = / q + / сағ жүйесіндегі инерция сәтінде әдетте қозғалтқыштың инерция сәтінің 10-30% құрайды [(1.26)]. Жылжымалы элементтің үйкеліс күштеріне келетін болсақ, олардың шамасы осы элементтердің техникалық жағдайына байланысты болады: байланыста болатын беттердің тазалығы, майдың болуы, мойынтіректердің сапасы және т.б. Үйкеліс күштері бойынша электр қозғалтқышының жылдам шығу уақыты бойынша бағалануы мүмкін: (4.10): Бірнеше типті жұмыс тетіктерін, электр жетегі электр қозғалтқышы еркін қозғалудың ұзағырақ уақытқа ие болғаны үшін үйкеліс күші аз.

Уақытша режимдерде энергияны жоғалтуға айтарлықтай әсер қозғалтқыштың инерция сәті болып табылады. Қозғалтқышты қажетті қуаттан асырмау үшін таңдау қажет (5-тарауды қараңыз), өйткені қозғалтқыштардың инерция сәттері көршілес қуаттарды тіпті Jn шамасында айтарлықтай айырмашылыққа ие. Мысалы, қуаты 14 кВт болатын 40112М түріне тәуелсіз қозу қозғалтқышы тұрақты токтың қозғалтқышы 0,14 кг-м2 инерция арматурасына ие, ал 19 кВт 4n0112L үлгідегі қуат қозғалтқышы 0,18 кг-м2 инерция арматура сәті бар, яғни. 28% көп.

Қозғалтқыш басқарылатын кернеу мен жиілік түрлендіргіштерімен

жұмыс істейтін электр жетектерінде, өтпелі процестер реттелетін параметрлердің біркелкі өзгеруін жалғастырады: тұрақты кернеу немесе кернеу және ауыспалы ток жиілігі. Осы жағдайларда, өтпелі режимдердегі энергия шығыны осы параметрлердің тұрақты мәндеріне қарағанда 3-5 есе аз.

4.2-мысал. Электр жетек номиналды деректерге ие 4ACS4 үшфазалы асинхронды қозғалтқышты пайдаланады: $P_{ном} = 21$ кВт; басқа = 1418 айн / мин; $\xi_{ном} = 5,5\%$; $M_n / M_{ном} = 2$; инерция жағдайы $J = 0,19$ кг·м².

Кедергі белсенділігінің қатынасы $K_R = R \wedge R_2 = 1,1$ - Жұмыс тетігінің инерция жағдайы (төмендетілген мән) $J_{ру} = 0,3$ Дж ;; қарсылықтың статикалық жағдайы $M_C = 0,9M_{ном}$; динамикалық тежеуіш моменті $M_{т.д.} = 0,8 M_n$.

Анықтау қажет: 1) жүктемені қозғалтқышты тікелей іске қосу кезінде энергияны жоғарылату және жоғалту уақыты; 2) жүктеме кезінде динамикалық тежеу кезінде уақыт пен энергия шығыны.

Шешім. 1. Асинхронды қозғалтқыштың номиналды моменті.

$$M_{ном} = 9,55 \cdot 10^3 P_{ном} / n_{ном} = 9,55 \cdot 10^3 \cdot 21 / 1418 = 141 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

2. Моменттің басталуы.

$$M_{II} = 2M_{ном} = 2 \cdot 141 = 282 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

3. Электр жетегі жүйесінің инерция жағдайы.

$$J = J_d + J_{р.м} = 1,3J_d = 1,3 \cdot 0,19 = 0,25 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

4. Номиналды жүктемеде басталу уақыты (4.8)

$$t_{п.н} = 0,105 J n_{ном} / (M_{п.ср} - M_C) = 0,105 \cdot 0,25 \cdot 1418 / (211 - 127) = 0,44$$

мұнда

$$M_{п.ср} = (M_{II} + M_{ном}) / 2 = (282 + 141) / 2 = 211 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

5. динамикалық тежеу уақыты (4.9)

$$t_{т.д} = 0,105 J n_{ном} / \sum M = 0,105 \cdot 1418 / 240 = 0,16 \text{ с},$$

Қайда

$$\sum M = 0,8 M_{ном} + 0,9 M_{ном} = 1,7 M_{ном} = 1,7 \cdot 141 = 240 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

6. Жүктеме кезінде іске қосу кезінде энергияны жоғалту (4.25)

$$A_{II} = (K_R + 1) 10^{-2} (J n_{ном}^2 / 2) (1 - s_{ном}^2) [M_{ср} / (M_{ср} - M_C)] = \\ = (1,1 + 1) 10^{-2} (0,25 \cdot 1418^2 / 2) (1 - 0,055^2) [211 / (211 - 127)] = 13190$$

Мұндағы

$$M_C = 0,9 M_{ном} = 0,9 \cdot 141 = 127 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

7. Динамикалық тежеу кезінде энергия шығыны (4.28)

$$A_{т.д} = (K_R + 1) 10^{-2} (J n_{ном}^2 / 2) (1 - s_{ном}^2) [M_{т.д} / (M_{т.д} + M_C)] = \\ = (1,1 + 1) \cdot 10^{-2} (0,25 \cdot 1418^2 / 2) (1 - 0,055^2) [113 / (113 + 127)] = 248$$

Мұндағы

$$M_{т.д} = 0,8 M_{ном} = 0,8 \cdot 141 = 113 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Сынақ сұрақтары

1. Уақытша қозғалыс режимі дегеніміз не және қашан келеді?
2. Қандай жағдайларда өтпелі сипат сызықтық болып табылады?
3. Электр жетектің электромеханикалық уақытының тұрақты мәні қандай?
4. Электр жетектерінің қандай жеделдету және баяулау қисықтары бар?
5. Дискінің сызықты емес сипаттамасы қандай жағдайларда?
6. Өсім әдісі деген не және ол не үшін пайдаланылады?
7. Электр жетегінің қандай параметрлері старт кезінде жоғалту сомасына әсер етеді?
8. Көп сатылы қозғалтқышты екі кезеңде іске қосу кезінде шығындар қанша есеге кемиді?
9. Тежеу кезінде шығын неше есеге артады?
10. Уақытша режимдердегі электр жетектерінің жоғалған мөлшеріне жұмыс механизмінің әсері қандай?

5-тарау.

Электр қозғалтқыштарына арналған қозғалтқыштарды таңдау және талап етілетін сыйымдылықты есептеу.

5.1. Жалпы және арнайы мақсаттағы қозғалтқыштар.

Қозғалтқыштарды таңдау электр жетектерін жобалаудағы ең маңызды сатылардың бірі болып табылады, өйткені тек электр жетегі ғана емес, сонымен қатар жұмыс машинасы (механизм) сенімділігі мен тиімділігі қозғалтқышты дұрыс таңдауға байланысты. Сонымен қатар, қозғалтқышты таңдау электр жетегін жобалаудың күрделі міндеті болып табылады, өйткені оның шешімінде жұмыс режимдерінде, жұмыс режимдерінде, техникалық параметрлерде, жобаланған электр жетегіне арналған экономикалық талаптарда анықталған көптеген параметрлерді ескеру қажет.

Электр қозғалтқыштары сериялы өндіріледі. Серия - бірдей дизайнға ие қуатты арттыратын қозғалтқыштардың сериясы. Электр

қозғалтқыштары жалпы мақсаттағы қозғалтқыштарға және арнайы қозғалтқыштарға бөлінеді. Жалпы қозғалтқыштар сериялық қозғалтқыштар болып табылады, олардың дизайны мен жұмыс сипаттамалары қалыпты жағдайларда ешқандай арнайы шектеулерсіз жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Арнайы қозғалтқыштарда «қарапайым жағдайлар» анықтамасына кірмейтін жағдайларда осы қозғалтқыштарды пайдалануға мүмкіндік беретін арнайы жобалау және (немесе) арнайы пайдалану сипаттамалары бар. Арнайы мақсаттағы қозғалтқыштар ерекше жұмыс жағдайлары бар арнайы электр жетегі үшін арнайы әзірленген сериялық немесе жалғыз болуы мүмкін.

Отандық өндірісте өндірілген жалпы мақсаттағы қозғалтқыштардың ішінен келесі сериялардың үш сатылы асинхронды қозғалтқыштары кеңінен қолданылады:

1. АИ сериясының асинхронды қозғалтқыштары (асинхронды Интерэлектро) негізгі конструкцияға және бірқатар модификацияға ие. Негізгі конструкцияның қозғалтқыштары 3000, 1500, 1000 (1000, 1000, 1000) синхронды айналу жылдамдықтары үшін 50 Гц жиіліктегі 220, 380 және 660 В айнымалы тоқтың кернеуі бар 0,37-ден 315 кВт-қа дейінгі қуаты бар 50-ден 355 мм-ге дейінгі айналымалы ось биіктіктері бар қысқа тұйықталу роторымен жасалады, 750 айн / мин; Қозғалтқыштарды 60 Гц жиілікте шығаруға болады, синхронды айналу жылдамдығы 20% - дан асатын көрсеткіштерден асып түседі.

Қозғалтқыш модификациялары мыналарды қамтиды:

фазалық роторлы қозғалтқыштар (белгілеуде Ф әрпі бар);

жоғары үйкелісі бар қозғалтқыштар; (белгілеуде С әрпі бар)

бір фазалы қозғалтқыштар (белгілеуде Е әрпі бар).

АИ сериясының қозғалтқыштары ішкі (АИР) және сыртқы (АИС) нарығында, қозғалтқыш қуатын олардың орнату өлшемдеріне байланысы бойынша халықаралық стандарттарға сәйкес келетін нарығында өндіріледі.

2. 5А сериясының үш фазалы асинхронды қозғалтқыштары, негізінен, қозғалтқыштың қуатын олардың монтаждық өлшемдеріне байланыстыру бойынша ресейлік стандарттарға сәйкес келеді. Қозғалтқыштар кернеуі 220, 380, 660 В айнымалы кернеуде, 3000, 1500, 1000, 750, 600 және 1000 жылдамдықпен синхронды айналу жылдамдығы үшін 50 Гц жиілікте 0,75-ден 200 кВт-қа дейінгі қысқа тұйықталу роторымен (5А және 5АН) шығарылады. 500 айн / мин. Фазалық ротордың (5АНК) қозғалтқыштары 1500, 1000, 750 және 600 айн / мин синхронды айналу жиіліктері үшін 45-тен 400 кВт-ға дейінгі қуаттылықта шығарылады.

3. АОЗ сериясының үш фазалы асинхронды қозғалтқыштары 3000, 1500, 1000, 750, 600 және 500 айн / мин жылдамдықпен синхронды айналу жылдамдығының 45-тен 400 кВт-қа дейінгі қуаты бар 315, 355, 400 мм айналу осінің биіктігімен шығарылады. Жеткізу желісінің кернеуі 220/380 немесе 380/660 В, жиілігі 50 Гц. Қозғалтқыштарды синхронды айналу жылдамдығымен 60 Гц айнымалы ток жиілігінде, жоғарыда көрсетілгендерден 20% -ға жоғары шығаруға болады.

Электр жетектерінде жоғары вольтты асинхронды қозғалтқыштардың айтарлықтай күші пайдаланылады, 6000 және 10 000 В желі кернеуінен жұмыс істейді.

4. А4 және DA304 сериялы үш фазалы асинхронды қозғалтқыштар айналу жылдамдығы 1500, 1000, 750 және 600 айн / мин жылдамдықпен 250-ден 100 кВт-ға дейінгі қуаттылықпен шығарылады. Жеткізу желісінің кернеуі 6000 немесе 10 000 В жиі 50 Гц жиілікте болады.

5. 2Р сериялы тұрақты ток машиналары қозғалтқыштардың айналмалы биіктігі 90-дан 315 мм-ге дейін 0,37-ден 200 кВт-ға дейінгі қозғалтқыштарды қамтиды. Бұл электр қозғалтқыштары кең диапазондағы жылдамдықты басқаратын электр жетектерінде жұмыс істеуге арналған.

Арнайы мақсаттағы қозғалтқыштар дизайн және техникалық параметрлері бойынша әртүрлі. Осы қозғалтқыштардың номенклатуралық сериясы төмендегідей:

а) асинхронды крандар мен МТФ, МТКФ, МТН және МТКН металлургиялық қозғалтқыштары, сондай-ақ крандардың электр жетектерінде жұмыс істеуге арналған D сериялы кран-металлургиялық DC қозғалтқыштары жиі басталатын, кері жүктелген, шамадан тыс жүктелетін немесе электр жетектерімен қатты қоршаған орта жағдайлары - температураны, шанды және т.б .

б) лифт жинағыштарына арналған екі сатылы асинхронды қозғалтқыштардың сериясы;

в) жарылғыш газ қоспаларын құруға мүмкіндік беретін шахталарда және басқа өндіріс орындарында жұмыс істеуге арналған химиялық, мұнай өндіретін, мұнай өңдеу және химия өнеркәсібінің электр жетектеріне арналған өрт және жарылыс қаупі бар жағдайларда жұмыс істеуге арналған жарылысқа қарсы қозғалтқыштардың сериясы;

г) су мен мұнаймен толтырылған ұңғымаларға ұшыраған су астында жұмыс істейтін қозғалтқыштардың сериясы;

д) электрлі көліктің дөңгелек жиынтығын (электровоздар, метро, трамвайлар, троллейбустар) жүргізу үшін тартқыш қозғалтқыштар сериясы;

е) аса ауыр климаттық жағдайларда (полярдан тропикалыққа дейін), тербелістердің және соққылардың (соққы толқындарының) және басқа сериялардың әсерінен жұмыс істеуге арналған теңіз қозғалтқыштарының сериясы.

Арнайы қозғалтқыштардың сериясы да электр жетектерінің жұмыс жасайтын жағдайлары мен режимдері сияқты көптеген және әртүрлі болып келеді.

Қозғалтқыш сериясының тағайындалғаны, техникалық деректері, жалпы және монтаждық өлшемдері туралы мәліметтер каталогтар мен анықтамалықтарда берілген.

5.2. Электр қозғалтқыштарын жылыту және салқындату

Қозғалтқыштағы барлық шығындар қозғалтқышты қыздыру үшін жартылай пайдаланылатын және ішінара қоршаған ортаға жеткізілетін

жылуға айналады. Әдетте шарт бойынша, қыздыру қозғалтқыштың көлемі бойынша біркелкі жүреді және жылудың бөлінуі оның бүкіл бетіне біркелкі болады. Бұл жағдайда жылу балансының теңдеуі нысанға

$$qdt = mcd\tau + S\lambda\tau dt, \quad \text{ие} \quad (5.1)$$

мұндағы q - қозғалтқышта бірлік уақытында шығарылған жылу мөлшері, Дж

$$q = \sum P;$$

$\sum P$ қозғалтқыштағы қуаттың толық жоғалуы, W ; $mcd\tau$ - қозғалтқышты қыздыру үшін тұтынылатын жылу мөлшері; m - жылытылатын қозғалтқыштың массасы; c - қозғалтқыш материалының арнайы жылуы; осы материалдың $1 \text{ кг-нан } 1^\circ \text{C-қа}$ дейін қызу үшін қажетті жылу мөлшері; τ - қозғалтқыштың температурасы қоршаған ортаның температурасынан жоғары; $S \lambda \tau$ - бұл қозғалтқыштың бетінен бірлік уақытында қоршаған кеңістікке бөлінген жылу мөлшері; X - жылу шашырау коэффициенті, яғни. Температура асып кеткен кезде қозғалтқыш бетінің бірлігінен бөлінген жылу мөлшері $1 \text{ сек } 1^\circ \text{C}$.

Бастапқы кезеңде қозғалтқыштың температурасы 0 , яғни қоршаған ортаның температурасынан өзгеше емес, қыздыру температурасына ие. қызып кету температурасы $\tau = 0$. Бұл жағдайда қоршаған ортаға жылудың қатысы жоқ, яғни $S X m d\tau = 0$, ал қозғалтқышта шығарылған барлық жылу оны қыздыруға барады. Содан кейін, қозғалтқыштың қыздыру температурасы қоршаған ортаның температурасынан асып кете бастағанда, яғни. $m > 0$ болса, онда қозғалтқышта шығарылған кейбір жылу қоршаған ортаға тарала бастайды. Соңында, қозғалтқыштың қыздыру температурасы тұрақты күйдегі $0 = \text{const}$ мәніне жеткенде, қозғалтқышта шығарылған барлық жылу қоршаған ортаға таралады. жылу тепе-теңдік режимі пайда болады:

$$qdt = S\lambda\tau_{\text{уст}}dt, \quad (5.2)$$

мұндағы

$$\tau_{\text{уст}} = \theta_{\text{уст}} - \theta_1. \quad (5.3)$$

5.2-ден
(5.4)

$$\tau_{\text{уст}} = q/(S\lambda).$$

м

аламыз

(5.4) өрнек мынандай қорытынды жасауға мүмкіндік береді:

• Тұрақты күйдегі қызып кету температурасы қозғалтқыштың массасына байланысты емес, бірақ қозғалтқыштың шығынын жоғалтуға тең уақыт

бірлігінде қозғалтқышта шығарылатын жылудың q саны бойынша анықталады;

- Тұрақты күйдегі қызып кету температурасы S салқындатылған бетінің ауданына және жылу шашырау коэффициентіне X кері пропорционалды, яғни, қозғалтқыштың салқындату қарқындылығына байланысты - табиғи желдетілетін қозғалтқыштарға (бірдей конструкциясы мен пайдалану шарттары бар) қарағанда, арнайы салқындату әдістерімен желдетілетін қозғалтқыштар (жасанды желдету) үшін $t_{уст}$ аз

Егер қозғалтқыш желіге қосылған болса, онда оның температурасы қоршаған ортаның температурасына тең болғанда, онда осы қозғалтқыштың қызып кету температурасының уақытқа тәуелділігі теңдеу арқылы көрсетіледі:

$$\tau = \tau_{уст} (1 - e^{-t/T_n}), \quad (5.5)$$

мұнда $e = 2.718$ табиғи логарифмдердің негізі болып табылады; T_n - жылудың тұрақты уақыты, егер оның бетіндегі жылу шашырауы болмаса, қозғалтқышты тұрақты температураға дейін қыздыру үшін қажетті уақытты көрсететін уақыт. (5.5) -дан құрастырылған $m = f(t)$ қызу қисық сызығы - бұл қозғалтқыш сынақтың белгіленген қызып кету температурасына ұзақ уақыт өткеннен кейін ғана қызғандығын көрсетеді (5.1, а). Жылыту процесі алдымен қарқынды жүреді, содан кейін тұрақты күйдегі қызып кету температурасына жақындағанда ол баяулайды.

Теориялық тұрғыдан алғанда, қозғалтқыш сынақтың қызып кетуінің тұрақты температурасына $t = \infty$ уақытқа жетеді. Бастапқы бөлікте қызу қисық сызығына тәуелді бола отырып, уақытша шкала бойынша жылу уақытын тұрақты T_n деп алуға болады. Осылайша, T_n шамасы жылу қисық сызықты түзу болса, яғни, егер қозғалтқыш бетінен қоршаған ортаға жылудың диссипациясы болмаса, температураның жоғарылауы сынақтың тұрақты мәніне жететін $t_{уст}$ уақыт деп санауға болады.

Егер қозғалтқыш электр желісінен ажыратылса, одан кейін оны қыздыруды тоқтатса, оның бетіндегі термалды диссипация ондағы сақталған ыстыққа байланысты болады. Бұл жағдайда қозғалтқыштың қызып кету температурасы $t = 0$ дейін төмендейді, яғни, қозғалтқыштың температурасы қоршаған ортаның температурасына тең болмайды. Салқындату процесі салқындату кестесіне сәйкес жүзеге асырылады (5.1, б), теңдеуге сәйкес салынған:

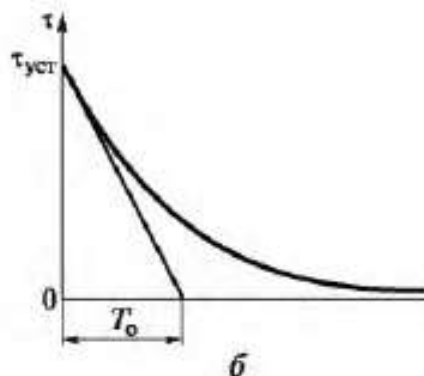
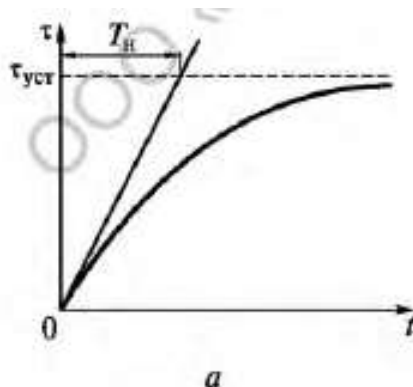
$$\tau = \tau_{уст} e^{-t/T_0}, \quad (5.6)$$

мұнда T_0 - салқындату уақытының тұрақты мәні, сек. Осылайша, жылу және салқындату уақытының тұрақты мәндері процестердің жылдамдығын сипаттайды. Мысалы, қозғалтқыш жылдамырақ қызса, қыздыру уақытының ұзақтығы соғұрлым аз болады.

Сонымен, жұмыс кезінде қозғалтқыш қызады, ал қызып кетудің ең жоғары рұқсат етілген температурасы қозғалтқыштың әр түрлі

бөліктеріне орнатылады. Орамалардың электрлік оқшаулауы қызып кетуіне аса сезімтал. Рұқсат етілген мәндерден асатын температура әсерінен оқшаулаудың жылу картаю үдерісі тездетіледі, бұл оның оқшауланған және механикалық қасиеттерін нашарлатады.

Электрлік өнімдерде қолданылатын электр оқшаулағыш материалдар, қазіргі заманғы электр қозғалтқыштары үш, ыстыққа төзімді үш кластың: В, F және Н оқшаулауын пайдаланатын А, Е, В, F және Н әріптерімен белгіленген, бес түрлі сыныпқа бөлінеді.



қызған нүктелерінде қыздыру температурасын өлшеу техникалық мүмкін емес. Сондықтан ағымдағы стандартқа сәйкес, орамдарды қыздыруға арналған максималды температура термиялық кедергісінің тиісті сыныбының рұқсат етілген ең жоғары рұқсат етілген мәндерінен төмен (5.1-кесте).

Артық қозғалтқыштың қызып кетуі басқа элементтерге кері әсер етеді, мысалы, мойынтіректер, байланыс сақиналары, алуандар.

Қозғалтқыштың кез келген бөлігінің қызып кету температурасы оның қызып кету температурасы және қоршаған ортаның температурасы $\theta_1 = 40^\circ \text{C}$:

$$\theta_2 = \tau_{\text{уст}} + \theta_1 = \tau_{\text{уст}} + 40. \quad (5.7)$$

Жоғары температура жағдайларында жұмыс істейтін қозғалтқыштар үшін, мысалы, тропикалық климат немесе металлургиялық өндіріс жағдайында, θ_1 температурасы 40°C -тан жоғары.

Қозғалтқыштың қызып кету температурасын төмендетудің тиімді құралы, демек, олардың өлшеміне номиналды қуатын арттыру құралы желдетуді пайдалану болып табылады. Желдетудің мәні қозғалтқыштың ішкі қуысына (ішкі тазарту) немесе оның бетіне (сыртқы үрлеп) өтетін газ ағынының (салқындатқыш) жасанды құрылуынан тұрады, оны жылуды қарқынды түрде тандап, қозғалтқыштың шегінен тыс шығарып тастау немесе тіпті Бұл қозғалтқыш орналасқан бөлмеден тыс. Желдету объектілер – желдеткіштер. Егер желдеткіш желдеткіш қозғалтқыш арқылы басқарылса, желдеткіш желдету жеке қозғалтқыш арқылы басқарылатын болса, желдету дербес деп аталады.

кесте.

В, F және H класындағы жылу қарсылығын оқшаулаудың температуралық параметрлері.

Оқшаулаудың қызуға қарсы класы	<i>B</i>	<i>F</i>	<i>H</i>
Жылыту оқшаулауының максималды рұқсат етілген температурасы, °C	130	155	180
Қозғалтқыш орамдарын қыздыруға арналған максималды рұқсат етілген температура, °C	120	140	165
T = 40 °C кезінде орамалардың максималды рұқсат етілген температурасының көтерілуі	80	100	125

5.3. Қозғалтқыштарды конструкциялық орындау және салқындату жолдары

Қозғалтқыштың жұмыс сипаттамалары қорғаныс, салқындату және орнату әдістерімен, климаттық жағдайлармен және жұмыс орнымен анықталады.

Электр қозғалтқыштарын қорғау дәрежесі екі әріппен белгіленеді: IP - халықаралық қорғау сөздерінің бастапқы әріптері және екі сан.

Бірінші сан персоналдың тірі және айналмалы бөлшектермен және қатты дененің қозғалтқышқа кіруінен қорғау дәрежесін көрсетеді.

Екінші сан қозғалтқышқа судың түсуіне қарсы қорғау дәрежесін көрсетеді.

1000 В дейін қозғалтқыштар үшін алты дәрежелі қорғаныс бар; (бірінші сан)

0 - қорғаныс жоқ;

1 - ағзаның үлкен аймағын ағымдық және айналмалы бөлшектермен кездейсоқ байланыстырудан қорғау; қасақана байланыссыз қорғаныс жоқ; Диаметрі 50 мм-ден астам қатты денелердің кіруінен қорғау;

2 - адам саусақтарының ток өткізгіш және айналмалы бөлшектермен байланыстарынан қорғау және диаметрі 12 мм-ден астам қатты денелердің кіруінен қорғау;

3 - қалыңдығы 2,5 мм-ден аспайтын құралдың, сымның және басқа да заттардың тірі және айналмалы бөліктерімен байланыстырудан қорғау; Машинаның диаметрі 2,5 мм-ден астам қатты заттардың кіруінен қорғау;

4 - қалыңдығы 1 мм-нен астам объектілердің тірі және айналмалы бөліктерімен байланыста болудан және қалыңдығы 1 мм-ден астам қатты денелердің кіруінен қорғау;

5 - тірі және айналмалы бөлшектермен жанасудан толық қорғау және машина ішіндегі зиянды шаң кен орындарынан толық қорғау.

Қозғалтқыштың ішінде судың енуінен қорғаудың тоғыз дәрежесі бар (екінші сан):

0 - қорғаныс жоқ;

- 1 - конденсацияланған судың тамшыларынан тігінен құлауынан қорғау;
 - 2 - тік бұрышқа 15 градустан аспайтын бұрышқа түсетін су тамшыларынан қорғау;
 - 3- Жаңбырдан қорғау тікке қарай 60 ° аспайтын бұрышқа түседі;
 - 4 - кез келген бағыттағы су шашыраудан қорғау;
 - 5 - кез келген бағытта су ағындарын қорғау;
 - 6 - Теңіз толқынымен қоса алғанда, кеменің палубасына тән әсерден қорғау;
 - 7 - стандартта белгіленген уақыт пен қысымға суға батырылған кезде қорғау;
 - 8 - стандартта көрсетілген қысымда шексіз уақытқа суға батырылған кезде қорғау.
- 1000 В дейінгі кернеуге арналған қозғалтқышты қорғаудың ең қарапайым дәрежелері және олардың қысқаша сипаттамасы 5.2-кестеде келтірілген.

5.2 –кесте.

Қозғалтқышты қорғау дәрежесінің сипаттамасы

Белгісі	Сипаттамасы
IP 00	Техникалық қызмет көрсетуші персоналдың тірі және айналмалы бөліктерімен байланысынан қорғау, қатты денелердің корпусқа кіруінен және судың енуінен қорғау жоқ.
IP 01	судың тамшыларынан қабықтың үстіне тігінен судан қорғалған және техникалық қызмет көрсетуші персоналдың тірі және айналмалы бөліктерімен байланысынан қорғау үшін арнайы корпус жоқ, қатты дененің корпусқа кіруінен қорғалған машина
IP 10	Адам денесінің беткі қабатына (мысалы, қолдар) еніп, 50 мм-ден артық қатты бөлшектерге енуден қорғалған машина, судың енуінен қорғаныс жоқ
IP 11	Адам денесінің бетіне (мысалы, қолдар), қатты денелердің 50 мм-ден асатын қабатына және қабырғаға тігінен түсетін су тамшыларына енуден қорғалған машина
IP 12	Қабықша қалыпты жағдайдан 15 градусқа дейін кез келген бұрышқа дейін қапталған кезде қабықшаға адам денесінің бетіне (мысалы, қолға) еніп, 50 мм-ден асатын қатты заттар мен су тамшыларының қабырғаға тігінен құлап кетуден қорғалған машина
IP 13	Адамның денесінің бетіне (мысалы, қару), қатты денелердің 50 мм-ден асатын қабатына және тік қабырғадан 60 градус бұрышқа түсетін судың тамшыларына енуден қорғалған машина
IP 20	Құрылғы саусақтардың немесе заттардың ұзындығы 80 мм-ден көп, 12 мм-ден артық қатты заттардың

	енуінен қорғалған, судың енуіне қарсы қорғаныс жоқ машина.
IP 21	Саусақтардың немесе заттардың ұзындығы 80 мм-ден асатын, 12 мм-нен артық қатты заттар мен қабықтың үстіне тігінен құлайтын су тамшыларының ішіне енуден қорғалған машина
IP22	Саусақтардың немесе заттардың ұзындығы 80 мм-ден астам, 12 мм-нен артық қатты бөлшектер мен қабықтың ішіне еніп кетуден қорғалған. Қабық бұрышы кез-келген бұрышқа дейін 15 ° дейін қалыпты жағдайда қорғайтын машина.
IP23	Құрылғы саусақтардың немесе 80 мм-ден артық заттардың, 12 мм-ден артық қатты заттардың және қабырғаға түсетін судың тік жақтан 60 ° бұрышта құлап кетуінен қорғалған.
IP43	Құрылғы сым қабығының ішіне енуден, 1 мм-ден артық қатты заттардан және тік қабырғадан 60 ° бұрышта қабықтың үстіне түсетін су тамшыларынан қорғалған.
IP 44	Құрылғы сым қабығының ішіне енуден, 1 мм-ден артық қатты заттардан және судың кез келген бағытта қабығына шашылып қорғалған.
IP 54	Корпус ішіндегі шаңның енуінен толық қорғалмаған (бірақ, өнімнің жұмысына кедергі келтіретін шаң саны жеткіліксіз) және кез-келген бағытта қаптамаға шашатын су құрылғысы бар машина.
IP 55	Корпус ішіндегі шаңның енуінен толық қорғалмаған (бірақ шаң өнімнің жұмысына кедергі келтіретін мөлшерде ене алмайды) және кез келген бағытта қабығына шығарылған су ағындарынан қорғалған машина.
IP 56	Машина шаң қабатын ендіруден толық қорғалмаған (бірақ, өнімнің жұмысын бұзуға жеткілікті мөлшерде шаң еніп кете алмайды) және су толқындарынан қорғалған (судың қабығын зақымдау үшін жеткілікті мөлшерде кірмейді)

Қозғалтқыштарды салқындату әдістері стандартпен анықталады. Бұл әдістердің анықтамасы Халықаралық салқындату сөздерінің бастапқы әріптерінен және салқындату әдісін белгілейтін әріптер мен сандар сериясынан тұрады. Біріншіден, суық агент түрін көрсететін хат көрсетілген: А - ауа, Н - сутегі, W - су және т.б. ; егер суық агент тек ауа болса, онда хат жіберілмейді. Содан кейін бірнеше сандар пайда болады: бірінші сандық суық агент айналымының салқындатқыш контурлық құрылғысын шартты түрде белгілейді, мысалы, ауа:

0 – суық агент қозғалтқышқа еркін енеді және одан босатылады;

3 – суық агент қозғалтқышты жеткізу құбыры арқылы кіреді және одан ағызу құбырынан шығарылады;

4 - хладагент қозғалтқыштың жабық көлемінде айналады және оның жылуын дене бетіне (әдетте қабырғалы) қоршаған ортаға жібереді;

7 – хладагент сұйық қозғалтқыштың сыртында орнатылған және желісіне қосылған тәуелсіз желдеткішпен жылжытылады ;

8 - 7 сияқты, бірақ салқындатқыш машинадан тыс орнатылады.

Екінші сан хладагентті ауыстыру әдісін көрсетеді:

0 - еркін конвекцияның арқасында салқындатқыш зат жылжытады, ротордың желдету әсері шамалы;

1 – суық агент қозғалтқыш білігіне орналасқан желдеткішпен жылжытылады;

2 – суық агент қозғалтқыш білігіне жатпайтын желдеткішпен жылжиды, бірақ осы білікпен таратушы құрылғы арқылы айналады, мысалы, беріліс немесе белді беру;

3 – 2 сияқты, бірақ желдеткіш салқындатылған қозғалтқыштың соңынан жеке қозғалтқышты қабылдайтын қуатпен айналады;

7 - салқындатқыш қозғалтқыштың сыртында орнатылған және желісіне қосылатын тәуелсіз желдеткішпен суық агент жылжытылады;

8 - салқындатқыш зат қозғалтқыштың ішінде қозғалыстағы объектіге орнатылған қозғалтқышы сияқты, осы қозғалтқыштың қозғалуына байланысты қозғалады.

Егер қозғалтқышта бірнеше салқындатқыш тізбегі болса (мысалы, ішкі желдету және сыртқы үрлеу), онда белгілеудің төрт саны болуы мүмкін: екеуі - сыртқы тізбекті салқындату үшін және екеуі ішкі тізбекті салқындату үшін.

Төменде электр қозғалтқыштары үшін ең көп қолданылатын ашық және жабық салқындату жүйелерінің кейбір түрлері келтірілген.

A. Ашық салқындату жүйелері.

IC01- шкі өздігінен желдету қорғалған қозғалтқыш, желдеткіш машинаның білігіне орналастырылған;

IC31 -қорғалған қозғалтқыш өзін-өзі желдету арқылы, желдеткіш қозғалтқыш білігіне орнатылғанда, ауа қозғалтқышқа кіреді және одан қоректендіру және түсіру құбырлары арқылы алынып тасталады;

IC37 -қорғалған қозғалтқыш күшейтілген желдету, ауаны қозғалтқышқа кіргізеді және оны жеткізу және ағызу құбырлары арқылы шығарады, желдеткішті жеке қозғалтқыш арқылы басқарады;

IC0040 - сыртқы желдеткішсіз табиғи салқындатумен жабық қозғалтқыш;

IC0141 - жабық қозғалтқыш өздігінен ауысып жатқанда, төсеніштің қырлы немесе тегіс беті осы қозғалтқыштың білігіне орнатылған сыртқы желдеткіш арқылы сырттан шығарылады.

B. жабық салқындату жүйелері:

CW37A81 - жабық ауаны өздігінен желдету жүйесі, салқындатылған қозғалтқышқа қосылған судағы салқындатқыш.

ICW37A97 - мәжбүрлі ауаны желдетудің жабық жүйесі, суық суыту салқындатылған қозғалтқыштан бөлек орнатылады;

CW37A91 - жабық ауаны өзіндік желдету жүйесі, іргетастың шұңқырына орнатылған суды салқындатқыш;

ICW37A86 - мәжбүрлі ауаны желдетудің жабық жүйесі, салқындатқыш қозғалтқышқа тікелей орнатылған суды салқындатқыш.

Электр қозғалтқыштарында қолданылатын салқындату әдістері қорғаныс әдісімен осы машиналардың орындалуының сындарлы түрлерімен тығыз байланысты. Мысалы, жабық нұсқаларда (IP44, IP54, IP55, т.б.) машиналарда IC0040 немесе SC0141 сыртқы салқындату қолданылады; Қорғалған дизайндағы (IP20, IP21, IP22, IP23) станоктарда IC01, IC31 немесе IC37 ішкі желдеткіштерімен салқындату қолданылады.

Қозғалтқыштарды орнату орындарына орнату әдетте лапка немесе фланец арқылы жүзеге асырылады. Бұл жағдайда машинаның білік осінің көлденең немесе тік орналасуы мүмкін. Орнату әдісімен қозғалтқыштарды жобалау нұсқалары стандартпен анықталады. Бұл қозғалтқышты орнату орнында бекіту және жұмыс механизмімен артикуляция әдісі. Бұл нұсқаға арналған символ әріптерден IM (әріптер Халықаралық монтаждау) және төрт саннан тұрады.

Алғашқы сан қозғалтқышты орнату орнына орнату әдісі болып табылады:

1- мойынтіректерді қалқандарда;

2 - мойынтіректерді қалқандармен, бір немесе екі қалқаны бар фланецпен;

3 - бір немесе екі қалқанға фланеці бар мойынтіректермен қалқандарсыз;

4 - мойынтіректерді қаламмен жақтаусыз, фланеці жақтаусыз;

5 - тірек қалқандарсыз;

6 - тірек қалқандары бар тіректерде;

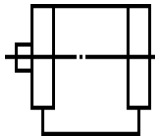
7- тірек тіректері бар таяқшаларда (мойынтіректердің қалқаны жоқ);

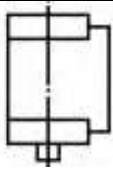
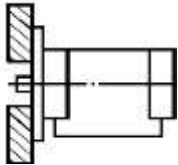
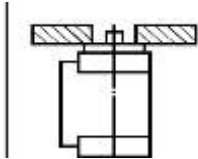
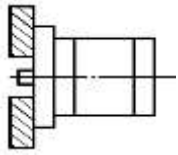
8 - тізбектің 1, 2, 3 және 4 позицияларын қоспағанда тік білікпен;

9 - орнату әдісіне сәйкес арнайы нұсқа.

5.3-кесте.

Орнату тәсілдері бойынша электр қозғалтқыштарының кейбір түрлерінің сипаттамалары

Орындау түрлері	Схемасы
IM1001 Аяқтардағы екі мойынтіректі қалқанмен цилиндрлік ұшымен көлденең білік бар	
IM1011 Аяқтардағы екі мойынтіректі қалқаны бар цилиндрлік аяғымен төменге бағытталған тік білік	

	
IM2001 Тағаны екі піспекті қалқанды, бір қалқанда екі фланецті, қол жетімді, көлденең білігі цилиндрлі ұшты	
IM2131 Тағаны екі піспекті қалқанмен, қалқаны бір фланецті, арт жағынан алуға болмайтын, цилиндрлік ұшы тік білікпен жоғары қараған	
IM3001 Фяқсыз,екі тірек қалқанымен, артқы жағынан қол жеткізуге болатын бір қалқаны бар фланецпен, цилиндрлік ұшымен көлденең білікпен	

Екінші және үшінші сандар машинаның кеңістіктік позициясы және біліктің шығатын ұшының бағыты болып табылады.

Төртінші сан білікшенің (цилиндрлік немесе конустық, бір немесе екі шығатын біліктің ұштары) орындалуы.

Жүргізу әдісіне сәйкес қозғалтқыштардың ең көп таралған түрлерінің мысалдары 5.3.-кестеде келтірілген.

Қоршаған орта климаттық шарттары электр қозғалтқыштарының жұмысының сенімділігіне айтарлықтай әсер етеді. Климаттық жағдайлар келесі параметрлермен анықталады: температура мен ауытқу диапазоны, ауаның салыстырмалы ылғалдылығы, атмосфералық температура, күн радиациясы, жаңбыр, ылғалдылық, тозаң, қатты тұман, инъекция, ашық омбұрыш, тоттанбайтын

материалдарды қосу, Барлық осы фактор электростатикалық разряд үшін дұрыс жұмыс істемейді . Қосарлы таспаның климаттық қолданылуы көрсетіледі (5.4-кесте).

Жұмыс барысында электр қозғалтқыштарының орналасуы санмен көрсетілген:

Белгіленуі	Сипаттамасы
<i>Макро-климаттық аймақтар үшін жер және көлдерде пайдалануға арналған электр</i>	
У	қоңыржай климаты бар
ХТ	суық климаты бар
УХТ	қоңыржай және суық климаты бар
ТВ	ылғалды тропикалық климаты бар
Тс	құрғақ тропикалық климаты бар
Т	құрғақ және ылғалды тропикалық климаты бар
О	жердегі барлық макро-климаттық аймақтар үшін (жалпы климат)
<i>Теңіз климаты бар макро-климаттық аймақтарда пайдалануға арналған электр</i>	
М	қоңыржай-суық теңіздік климаты бар
Тм	теңіз тропикалық климаты, оның ішінде жағалаудағы кемелерде
Ом	шексіз навигациялық аймақтың кемелерінде
В	жердегі және теңіздегі барлық макро-климаттық аймақтар

1 - ашық ауада;

2 - ауада немесе ауаның температурасы мен ылғалдылығының ауытқулары ашық ауада бұл параметрлерден біршама айырмашылығы жоқ (күн сәулесі және атмосфералық жауын-шашын жоқ);

3 - жасанды бақыланатын климаттық жағдайларсыз табиғи желдеткіш жабық бөлмелерде;

4 - жасанды бақыланатын климаттық жағдайдағы бөлмелерде;

5 - ылғалдылығы жоғары бөлмелерде.

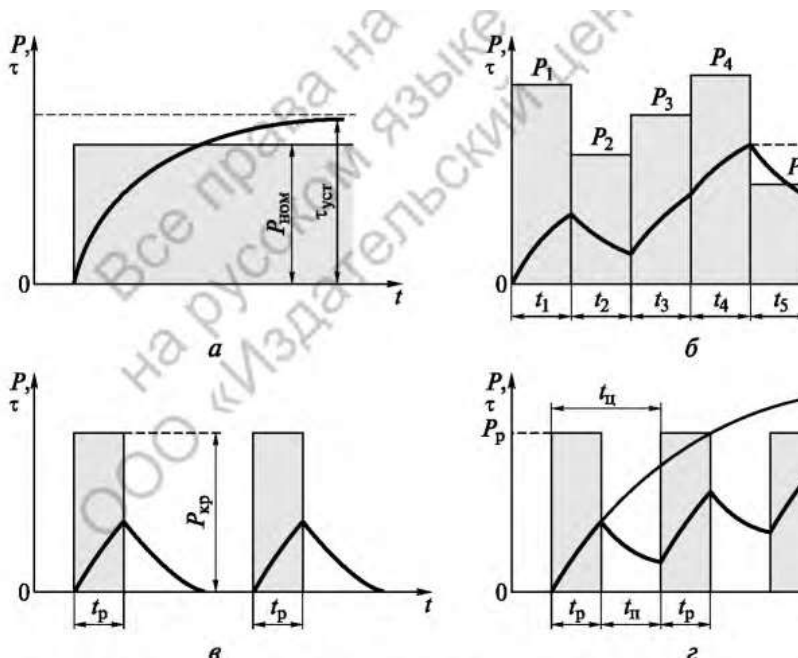
Қозғалтқыштың мөлшерін белгілеу үлгісі: AIR132M8U3 - AIR сериясының үшфазалы асинхронды қозғалтқышы (негізгі нұсқасы), IP44 қорғау дәрежесі, IC0141 салқындату, айналу осі 132 мм, әдеттегі статор

ұзындығы M , 8 полюс саны (синхронды жылдамдығы 750 айн. / мин.), климаттық жағдайлар U – қоңыржай климат, пайдалану кезінде тұру орны 3 - табиғи ауамен желдетілетін үй.

5.4. Электр жетектерінің жұмыс режимдері

Электр қозғалтқышының жұмыс істеу режимі (қозғалтқышы) жүктің ұзындығы мен ұзақтығы, жұмыс істеуі кезінде тежеу, іске қосу және керісінше түрде сипатталатын кезеңдердің ауысуының белгіленген тәртібі болып табылады. Жұмыс станоктарының электр қозғалтқыштарының жұмыс режимдері әр түрлі және осы жұмыс машиналары жүзеге асыратын технологиялық процестермен анықталады. Жүктеме диаграммалары осы жұмыс режимдерін көрсету үшін пайдаланылады. Мұндай диаграмма белгілі бір уақыт ішінде электр жетегінің жұмысын құрайтын жеке циклдардың ұзақтығы t жүйесінен жетек қозғалтқышының жүктемесін сипаттайтын параметрдің тәуелділігін көрсетеді (пайдалы қуат P , M кезегі немесе тұтынылған ток).

Шын мәнінде, қозғалтқыштың жүктеме диаграммасы кез келген түрдегі диаграмма түрінде болуы мүмкін: егер жүктеме өзгерген болса, қозғалтқыштың жүктемесі қаралған кезеңде өзгермеген немесе бір жүктеме деңгейінен екіншісіне біркелкі өтетін желінің қисық сызығы болған жағдайда түз сызық болуы мүмкін. Жүктеме деңгейінің өтуі электр жетегіндегі процестердің инерциясымен байланысты. Қозғалтқыштың қозғалтқышының қажетті қуатын есептеуді жеңілдету үшін жүктеме диаграммасының қисық сызығы әрқайсысының жүктемесі шартты түрде өзгеріссіз қалады (5.2-сурет). Мұндай тікелей секциялар қаншалықты көп болса, мұндай ауыстыру қателігі азаяды, бірақ кейінгі есеп айырысу неғұрлым қиын болады.



5.2 -сурет. .
уақыт (ішін
жұмыс режи

Қолданыстағы стандарттарға сәйкес, қозғалтқыштардың үш негізгі жұмыс режимі бар, олар жүктеме сипатында ерекшеленеді:

1. Үздіксіз режим S1 - қозғалтқыштың жүктемесі $P_{\text{ном}}$ ұзақ уақыт бойы өзгеріссіз қалғанда, барлық бөліктерінің қызып кету температурасы $T_{\text{уст}}$ белгіленген мәндерге жетуі мүмкін. Өзгермеген жүктеме $P = \text{const}$ (5.2-сурет, а) және әртүрлі жүктеме бар ұзақ мерзімді режимдер бар (5.2-сурет, б). Мәселен, сорғылардың, конвейерлердің, желдеткіштердің электр жетектері тұрақты жүктемемен және металл кесетін машиналардың электр жетектерімен және т.б. тұрақты режимде жұмыс істейді, түрлі жүктемемен үздіксіз режимде жұмыс істейді.

2. Қысқа уақыт режимінде S2 - тұрақты жүктемесі бар қозғалтқыштың жұмысы кезеңдері қозғалтқыштың өшірілу кезеңдерімен ауыстырылады (5.2-сурет, с). Бұл жағдайда қозғалтқыштың жүктеме уақыттары қысқа мерзімде қозғалтқыштың барлық бөліктеріндегі қызу температуралары тұрақты мәндерге жетпейді және қозғалтқышты өшіру кезеңдері қозғалтқыштың барлық бөліктері қоршаған ортаның температурасына дейін суытуға мүмкіндік береді (температура аспайтын 1°C). Стандарт жүктеме кезеңдерінің ұзақтығын 10-ға дейін белгілейді; 30; 60 және 90 минут. Қысқа мерзімді режимнің белгісінде жүктеме кезеңінің ұзақтығы көрсетіледі, мысалы S2 - 30 мин. Қысқа мерзімді режимде жұмыс істейтін заттарды (мұнай, газ және т.б.) тұтыну объектісіне құбыр арқылы жеткізуді реттейтін құлыптардың электр жетектері, әр түрлі демпферлер, клапандар және басқа да құлыптау құрылғылары жұмыс істейді.

3. Қысқа уақыт режимі S3 - қозғалтқыштың қысқа мерзімді кезеңдерінде қозғалтқыштың тоқтап қалуы (кідірістер) кезеңдеріне ауысқанда, және жүктеме кезеңінде қозғалтқыштың барлық бөліктеріндегі температураның асып кетуін тұрақты мәндерге жету уақыты жоқ және уақыт Қозғалтқыш бөліктерінің кідірістері қоршаған ортаның температурасына дейін салқындатуға уақыт жоқ. Қозғалтқыштың қысқа уақыт режимінде жұмыс істейтін жалпы уақыты кезеңділікпен қайталанатын циклдерге, $\pi = p + \eta$ ұзақтығына қарай бөлінеді. Қысқа уақыт режимінде қозғалтқыштың қызу қисық сызығы аралық қисықтың формасына ие (5.2-сурет, d). Қозғалтқыштың қатты қызып кету температурасы T_{min} -ден T_{max} -ге ауысып кетуді жалғастырады, бұл қысқа уақытқа қайталанатын сынақ режиміне сәйкес қозғалтқыш тұрақты күйдегі қызып кету температурасына жеткенде. Бұл жағдайда сынақ к, қозғалтқыштың жұмыс режимі ұзартылған болса, сыналатын қызып кету температурасынан аз ($\text{test.k} < \text{test}$). Қайта-қысқа мерзімді жұмыс мысалдары лифтер, крандар, экскаваторлар және басқа да құрылғылар үшін электр жетектерінің жұмысы болып табылады, олардың жұмысы циклдік (үзіліспен жүктеменің ауыспалы кезеңдерімен) сипатталады.

Қысқа уақыт режимі коммутацияның салыстырмалы ұзақтығы,%

$$\text{ПВ} = (t_p / t_{\pi}) 100. \quad (5.8)$$

Ағымдағы стандартта MF 15, 25, 40 және 60% номиналды қысқа

мерзімді режимдер қарастырылған (ұзақ жұмыс үшін $MF = 100\%$). Қайталанатын-қысқа мерзімді режимді белгілеу кезінде МФ құндылығы көрсетіледі, мысалы, S3 - 40%.

Қарастырылған үш режим негізгі болып саналады. Осы режимдердің кез-келгенінде пайдалануға арналған қозғалтқыштар үшін каталогтарда жұмыс режиміне сәйкес номиналды деректер көрсетіледі.

Қарастырылған үш негізгі режимнен басқа, стандарт қосымша бес қосымша ұсынады:

жиі басталатын қысқа уақыт S4, сағатына 30, 60, 120 немесе 240 басталу саны;

әр циклдің соңында жиі басталатын және электр тежеуі бар қысқа мерзімді S5;

S6 жиі өзгертін және электр тежегіші бар ауыспалы режим;

жиі басталатын, үзіліс және электр тежеу бар үзік-үзік режим S7;

Екі немесе одан да көп әртүрлі жылдамдықтармен интерфейсті режим S8.

5.5 Қозғалтқышты алдын ала таңдау

Қажетті қозғалтқыш қуатын есептеу алдында қозғалтқыштың түрін таңдау керек: асинхронды, синхронды немесе тұрақты ток. Бұл ретте электр жетегінің жұмыс сипаты (жүктемелік диаграмма), қажетті механикалық сипаттамалар, номиналды жылдамдық және оны реттеудің қажетті ауқымы басшылыққа алынады. Бұдан басқа, қорғаныс дәрежесі, салқындату әдісі, орнату әдісі, климаттық өнімділік және пайдалану шарттары бойынша қозғалтқыштың жұмыс істеу формасын анықтау қажет.

Электржетектерді жобалау мен пайдалану тәжірибесі бізге қозғалтқышты таңдау кезінде ұстануға тиіс ұсыныстарды әзірлеуге мүмкіндік берді. Қозғалтқыштың түрін таңдау, сығымдалған цилиндрлік ротордың үш фазалы асинхронды қозғалтқышын пайдалану мүмкіндігін ескере отырып бастау керек, өйткені бұл қозғалтқыштар дизайндағы ең қарапайым, сенімді, жоғары энергия көрсеткіштеріне ие. Бұл қозғалтқыштардың кемшіліктері: ірі іске қосу тогымен салыстырмалы түрде кішігірім бастапқы сәтте. Жоғары қуатты электр жетегіндегі ең жоғары энергия өнімділігімен (ПӘК пен қуат коэффициенті) үш фазалы синхронды қозғалтқыштарды пайдалану ақталған.

Айналу жылдамдығын реттеу қажет болса, реттелетін жиілік түрлендіргіші (жиілі реттелетін электр жетегі), үш фазалы асинхронды электр қозғалтқышы, электр қозғалтқыштағы фазалы ротор немесе тұрақты ток қозғалтқышы бар үшбұрышты асинхронды қозғалтқышты пайдалану ұсынылады.

Тұрақты ток қозғалтқыштарының негізгі кемшіліктері: ток көзіне деген қажеттілік, асинхронды және синхронды қозғалтқыштармен салыстырғандағы шығындар, электржетекті пайдалану кезінде қылшық-коллекторлық блокты ұстау қажеттілігі (коллектор мен қылшықтарды мерзімді тазалау, қылшықтарды ауыстыру, оларды коллекторға және т.б.), жарылғыш және өрт қаупі бар жерлерде оларды пайдаланудың жол

бермеуі. Қазіргі заманғы әзірлемелерде DC коллекторлы қозғалтқыштарды пайдаланатын электр жетегі 10% аспайды.

Жиілік басқарылатын электр жетегін пайдалануды шектейтін басты кедергі - басқару жүйесінің салыстырмалы күрделілігі және, демек, жоғарылау құны. Жиілікте басқарылатын электр жетектерінің жаңа құрылғыларын жасау олардың сенімділігін арттырады, бірақ олардың құнын төмендетпейді.

Желінің параметрлері номиналды кернеу мен шектік ток жүктемесін таңдауды анықтайды, бұл желіде рұқсат етілген мәннен асатын кернеудің төмендеуіне әкелмейді.

Орнату әдісі және сыртқы жұмыс жағдайлары қозғалтқыштың конструкциясын анықтайды: қорғаныс дәрежесі, салқындату әдісі және монтаждау әдісі (қозғалтқыш аяғы немесе фланецті қозғалтқыш, жабық немесе қорғалған нұсқалар) және оның климаттық дизайны (қалыпты, суық, тропикалық климат және т.б. үшін).

Төмен жылдамдықтағы ротордың жылдамдығы (арматура) кезінде өзін-өзі желдетудің номиналды тиімділігінен «төмен» жылдамдықты басқарудың кең диапазонымен электржетегі азаяды. Сондықтан мұндай электр жетектерінде тәуелсіз желдеткішті электр қозғалтқыштарын пайдалану ұсынылады, мысалы IC03 немесе IC07.

Қозғалтқыштың статикалық қасиеттеріне қойылатын талаптар жұмыс машинасының кедергісінің статикалық айналым мәніне, айналу жылдамдығының номиналды мәніне, айналуы басқару қажеттілігіне, қысқа мерзімді шамадан тыс жүктемелерге және т.б. қажеттілігіне байланысты анықталады. Қозғалтқыштың динамикалық қасиеттеріне қойылатын талаптар іске қосу, кері және тежеу жиілігі бойынша анықталады. Мысалы, жиі басталатын, тежеу немесе кері айналдыру кезінде ротордың (арматура) инерция жағдайы төмен қозғалтқыш қажет.

Қозғалтқышты таңдағанда, қозғалтқыштың құны, оның тиімділігі мен қуат коэффициенті, массасы мен өлшемдері, пайдалану және техникалық қызмет көрсету шығыны маңызды болып табылады.

Ашық ауада орнатылған қозғалтқыштар IP44-ден кем емес немесе белгілі бір электр жетегінің жұмыс жағдайларына (мысалы, ауыл шаруашылығы немесе химиялық қондырғыларға арналған қозғалтқыштар және т.б.) сәйкес келетін арнайы нұсқамен жұмыс істеуі тиіс.

Шаңды, талшықтарды немесе салқындатуды бұзатын басқа бөлшектердің орамдарына орналастырылатын қозғалтқыштар, қозғалтқыштың ішкі қуысы құбырдан тыс сыртқа келетін таза ауаны сөндірген жағдайда, IP44 кемінде қорғау дәрежесінде немесе қорғалған конструкцияда жабық нұсқаға ие болуы тиіс. Бұл жағдайда қозғалтқыштың корпусы, ауа ағындары, барлық жұтқыштар мен түйіспелерде қозғалтқыштың өзі орнатылған бөлмеден ауаны алуды болдырмайтын тығыздауыш болуы керек.

Қозғалтқыштарды 40°C-ден жоғары қоршаған бөлмеде орнатқан кезде, қолайсыз қызып кету мүмкіндігін болдырмайтын шаралар қабылдануы керек. Мысалы, қоршаған орта температурасы 40°C-тан асатын қозғалтқыштарды (металлургиялық зауыттардың

қозғалтқыштарын) қолданыңыз немесе салқындатылған ауа беруімен күшейтілген желдетуді қолданыңыз және т.с.с.

Ылғал жерлерде орнатылған қозғалтқыштар жабық конструкцияға және орамалардың ылғалға төзімді окшаулауға ие болуы керек.

Терең жылдамдықпен басқарылатын электр жетектері үшін реттелетін жиілік түрлендіргішінің көмегімен, яғни жиіліктік бақылауды пайдалану арқылы, тұрақты ток қозғалтқышы мен индукциялық қозғалтқышты таңдау қажет. Жиілік түрлендіргіштерін қазіргі заманғы электржетекпен пайдалану кейбір жағдайларда олардың жоғарылауымен шектеледі.

Терең жылдамдықпен басқарылатын электр жетектер үшін тұрақты ток қозғалтқышы мен реттелетін жиілік түрлендіргіші арқылы қуатталатын, яғни жиіліктерді реттеуді қолданатын, қысқа тұйықталу роторы бар асинхронды қозғалтқыш арасында таңдау жасау керек.

Жиілік түрлендіргіштерін қазіргі заманғы электржетекпен пайдалану кейбір жағдайларда олардың жоғарылауымен шектеледі. Жиілік түрлендіргішін пайдалану туралы шешім қабылдағанда, оның электр қуатын үнемдеу әсерін ұмытпау керек, бұл электржетекті пайдалану шығындарын азайтады және электр қозғалтқыштың сенімділігін арттыратын қозғалтқыштың «жұмсақ» іске қосылу мүмкіндігі.

Тұрақты электр қозғалтқышты немесе реттелетін электр жетегіндегі асинхронды қозғалтқышты жиіліктегі түрлендіргішпен толтыру туралы түпкілікті шешім шығыс шығындарын ғана емес, сондай-ақ электр жетегінің жұмысымен байланысты шығындарды ескере отырып қарастырылатын нұсқалардың экономикалық есептеулеріне негізделуі керек.

Электр жетегінің жұмыс сипатын, қажетті механикалық сипаттамаларын, номиналды жылдамдығын және оның реттелу ауқымы қозғалтқыштың келесі түрлерін анықтайды: асинхронды, синхронды, коллектор немесе тікелей ток клапанының қозғалтқышы (9.1 қараңыз).

Қозғалтқыш корпусының белгіленген жылдамдықпен электр қозғалтқышын жобалау кезінде, тиісті беріліс коэффициентімен номиналды жылдамдықпен ерекшеленетін қозғалтқышты таңдауға болады. Бірдей номиналды қуаттың қозғалтқыштары, бірақ әр түрлі айналмалы жылдамдықтардың қозғалтқыштары тең емес өлшемдерге және шығындарға ие: бұл жылдамдықтың соғұрлым жоғары болуы, қозғалтқыштың өлшемдері неғұрлым аз болуы және құны. Дегенмен, жоғары жылдамдықты қозғалтқыштар үлкен беріліс коэффициенті бар тісті доңғалақтарды пайдалануды және, демек, үлкен өлшемдерді және шығынды талап етеді. Сирек кездесетін электр жетектерін жобалау кезінде, бастапқы іске қосудың ұзақтығы айтарлықтай болмаған кезде қозғалтқыш пен беріліс қорабының жалпы құны ең аз болатын айналмалы жылдамдықпен қозғалтқышты таңдау керек. Жиі іске қосылған электр жетектері үшін іске қосу мен тежеудің ұзақтығы өте маңызды: іске қосу және тежеу уақытының азаюымен өтпелі процестердің жалпы уақыты азаяды, бұл жұмысшы машинаның

өнімділігін арттырады.

Электр қозғалтқышының берілген мәндерімен және редуктордың шығыс білігінің жылдамды, электр қозғалтқышындағы өтпелі кезеңдердің ең аз уақытына сәйкес келетін реттегіштің оңтайлы берілу коэффициентін анықтау үшін келесі процедура орындалады. Бір қуаттағы $P_{ном}$ қозғалтқыштардың айналу жиілігінің бірқатар $n_{ном}$ мәндері (таңдалған сериялардың қозғалтқыштарына арналған жиынтыққа қатысты ең жақын жоғары номиналды қуат) үшін инерция сәттері J мен осы айналдыру жиіліктеріне сәйкес келетін $i = i_{ном}/\omega_{вых}$ редукторының беріліс коэффициенттері анықтайды. Содан кейін $i^2_{д}$ өнімнің көлемі есептеледі. Оңтайлы өнім $i^2_{пт}$ J азайған редуктордың /опт осындай берілу коэффициентін қарастырыңыз.

Мысал 5.1. Беріліс барабанының электр жетегіндегі іске қосу және тежеу кезіндегі өтпелі процестердің минималды уақытына сәйкес келесілерге сәйкес келетін беріліс қорабының оңтайлы берілу коэффициентін $\gamma_{опт}$ анықтаңыз: 7.0 кВт қуаттылықтағы барабан жұқарбасының (редукцияның шығу кезінде) айналу жылдамдығы $n_{вых} = 250$ айн / мин (редуктордың ПӘК-ін ескере отырып).

5.5-кесте.

АИР сериясының үшфазалы асинхронды қозғалтқыштарының техникалық деректері

Өлшемі	$P_{ном} >$ кВт	$n_{ном}^*$ айн/мин	U_d , кг-м ²	$n_{ном}$ 250	γ^2	$\gamma^2 U_d$
АИР112М2	7,5	2895	0,012	11,58	134	1,61
АИР132S4	7,5	1440	0,028	5,76	33,17	0,928
АИР132М6	7,5	960	0,058	3,84	14,74	0,85
АИР160S8	7,5	727	0,12	2,91	8,46	1,01

Шешім. Біз АИР сериясындағы үшфазалы асинхронды қозғалтқыштарды 2895, 1440, 960 және 727 айн / мин жылдамдықпен ең жақын жоғары номиналды қуат $D_{ом} = 7,5$ кВт. 5.5-кестеде, осы қозғалтқыштар үшін қажетті каталог мәліметтерін және i J мәндерін есептеу нәтижелері көрсетіледі. Кестеде оңтайлы беріліс қатынасы $= 3.84$ онда $i^2_{пт} U_{ц} = 0,85$. Сондықтан леберлік барабанның электр жетегі үшін біз АИР132М6 қозғалтқышын $n_{ном} = 960$ айн/мин жылдамдықпен айналу жылдамдығымен аламыз.

Қозғалтқышты таңдағанда өте маңызды: қозғалтқыштың құны, оның тиімділігі мен қуат коэффициенті, салмағы мен өлшемдері, қызмет көрсету және жөндеу шығындары. Қабылданған опцияның экономикалық параметрлерін бағалау кезінде қозғалтқыштың өзі ғана емес, сонымен қатар басқару үшін пайдаланылатын басқару аспаптары (статикалық түзеткіштер, реттелетін түрлендіргіштер, жұмсақ аппараттар, қорғаныс және т.б.) экономикалық көрсеткіштерін ескеру қажет.

Қозғалтқышты таңдағанда, бірқатар қозғалтқыштар үшін немесе

серияның сегменті үшін каталогтарды пайдалану керек. Мұндай каталог осы сериялы қозғалтқыштардың мақсаттары және оларды қолдану аясы туралы ақпаратты қамтиды; қорғау, салқындату, монтаждау және пайдаланудың климаттық жағдайлары әдістерімен құрылыс және нысандарын орындау; техникалық деректер, жалпы өлшемдер және әрбір үлгідегі қозғалтқыштың салмағы, сондай-ақ қозғалтқышты таңдау үшін қажетті басқа да бірқатар ақпарат.

5.6. Қозғалтқыштарды іске қосу және жүктеме көлемінің жеткілікті болуын тексеру

Электржетегі үшін таңдалған қозғалтқыш жеткілікті іске қосу крутящего және шамадан тыс жүктеме сыйымдылығы үшін тексерілуі тиіс.

Айнымалы электр қозғалтқыштары (асинхронды және синхронды) бастапқы және ең үлкен сәттердің физикалық лимитіне ие (3.3-суретті қараңыз). Сондықтан, кернеудің белгілі бір шамасы үшін бұл қозғалтқыштар каталогта көрсетілген мәннен асып түсетін сәттерді жасай алмайды (тек қана қозғалтқыштың роторы бар асинхронды қозғалтқыштар бар, бұл іске қосу моментінің максималды мәнін ұлғайтуға мүмкіндік береді). Егер бастапқы момент M_c статикалық айналу моменті M_p қозғалтқыш қосылған кезде іске асқанда, іске қосылмайды және егер осы сәтте максималды момент M_{max} асып кетсе, қозғалтқыштың тұрақты жұмысы бұзылып, ротор тоқтайды.

Асинхронды қозғалтқыштар үшін каталогтарда, әр өлшемнің түрі үшін бастауыш моменттердің мәндері $\hat{n} = M_p / M_{ном}$ және максималды момент $M_{max} / M_{ном}$ әр түріне беріледі, мұнда $M_{ном}$ номиналы сәт.

Жалпы мақсаттағы сақиналы торлы роторлы индукциялық қозғалтқыштар үшін, $\hat{n} = 1,2 + 2,0; = 1.8 + 2.2$; асинхронды үшін фазалық ротордың қозғалтқыштары $A_m = 1.7 + 3.5$; крандардың қозғалтқыштары мен металлургиялық сериясы үшін $A_m = 2.3 + 3.3$; синхрондық қозғалтқыштар үшін $\hat{n} = 2 + 3$.

Егер жүктеме диаграммасының кез келген сатысында P_x қуаты номиналдыдан өзгеше болса, онда осы номиналды емес режимнің жылдамдығы, айн / мин,

$$n_x = n_1 - \frac{P_x}{P_{ном}} (n_1 - n_{ном}). \quad (5.9)$$

Тұрақты ток қозғалтқыштарында электромагниттік сәттің физикалық шегі жоқ. Шекті рұқсат етілген крутящего шамасы коммутация дәрежесі бойынша анықталады, ол осы қозғалтқышта щеткалық коллекторлық бірлікте (мысалы, коллектордың қосылуы) қайтымсыз процестерге жол бермей, қысқа уақытқа жіберілуі мүмкін. Басқаша айтқанда, ток күштеріндегі шамадан тыс жүктеме қуаты мен іске қосу моментінің шекті мәндері шамадан тыс жүктеудің рұқсат етілген ең жоғарғы

мәнімен анықталады (5.6-кесте).

Таблица 5.6

Шекті рұқсат етілген жүктеме

Қозғалтқыш сериясы	Перегрузка
Жалпы мақсаттағы тікелей ток сериясы; 2ПФ; 2ПО; 2ПБ	60 с ішінде $21_{\text{ном}}$; 10 с ішінде $31_{\text{ном}}$ (2ПФи2ПО); 10 с ішінде
D сериясының кран және металлургиялық тұрақты токтың қозғалтқыштары	кезектес қозғау кезінде 1 минут ішінде $3,51_{\text{ном}}$ дейін; минут ішінде $3,01_{\text{ном}}$ дейін; тәуелсіз қозғау кезінде 1 минут ішінде

Шамадан тыс жүктемедегі рұқсат етілген мәндер тұрақты ток тізбегіндегі каталогтарда берілген.

Тұқырлы электр қозғалтқыштарын жүктеу мүмкіндігін тексеру жүктеме диаграммасындағы ең жоғары ток мәнін каталогта көрсетілген берілген қозғалтқыш көлеміне ең жоғары рұқсат етілген токпен салыстыру болып табылады.

Егер каталогта рұқсат етілген жүктемелер туралы мәліметтер жоқ болса, Сіз тиісті санаттағы электр қозғалтқыштары үшін қолданыстағы МЕМСТ -ның нұсқауларын пайдалана аласыз.

Ең жоғары рұқсат етілген мәндерден асатын токтарда коллектордағы тұрақты ток қозғалтқыштарында жалын алау қаупі бар, бұл өрт қаупі мен коллекторды толтыру және қозғалтқыштың істен шығу қаупін тудырады.

Сондай-ақ, электрлік қозғалтқыштарды жеткізетін желілерде қолданыстағы нормативке сәйкес номиналды кернеуден рұқсат етілетін кернеу ауытқуы $\pm 5\%$ екенін ұмытпаған жөн. Өздеріңіз білетіндей, индукциялық қозғалтқыштардың бастапқы және ең үлкен сәттері кернеудің квадратына пропорционалды. Сондықтан қуат кернеуі 5% төмендегенде, көрсетілген жағдайлар мен қозғалтқыштың тиеу қабілеті $1 - (0,95)^2 = 0,1$ төмендейді, яғни i . 10% -ға өсті.

Егер таңдалған қозғалтқыштың өлшемі жетектің талаптарын қанағаттандырмаса, келесі (аралас) өлшемі қабылдануы керек және бастапқы іске қосу мезетінің және жүктеудің көлемінің жеткілікті болуын қамтамасыз ету үшін сынақ өткізу керек.

Егер электр жетегінің бастапқы жағдайы жүктемесіз жүзеге асырылса,

онда бастапқы іске қосу сәтінің көлеміне сынақ жасалмайды.

5.7. Үздіксіз жұмыс істеу үшін қозғалтқыш қуатын есептеу

Электр қозғалтқышының қажетті қуатын есептеу электр жетегін құрастырудың ең маңызды сәті болып табылады.

Қажетті қозғалтқыш қуатын асыра пайдалану оның энергия өнімділігі (тиімділігі мен қуат коэффициенті) нашарлауына әкеліп соғады, соның салдарынан электр энергиясын жоғалтудың жоғалуы және электр жетегін пайдаланудың өзіндік құнының өсуі.

Егер сізге қажетті қозғалтқыштың қуатына рұқсат берсеңіз, онда оның жұмысына шамадан тыс қызып кету қосылады, бұл қозғалтқыштың мерзімінен бұрын істен шығуына, жұмыс тетігін күтпеген тоқтатуға, электр жетегін жөндеуге қосымша шығындарға әкеледі. Осылайша, электр қуатын және өнімділігі (қорғау, монтаждау және климаттық көрсеткіштер) бойынша қозғалтқышты дұрыс есептеу және кейіннен таңдау тек жоғары экономикалық көрсеткіштермен электр жетегінің сенімді жұмысын қамтамасыз етеді. Электржетектің сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін жүктеме қуаты мен іске қосу моментінің бастапқы мәні талаптарға сай болуы қажет.

Сонымен бірге, есептік қуатқа сәйкес дәл қозғалтқышты таңдау мүмкін емес екенін есте ұстаған жөн. Яғни, қозғалтқыштың номиналды қуаты, сондай-ақ электр қозғалтқышының кернеуі стандартталған.

1000 кВт дейінгі қозғалтқыштар үшін және 1000 В дейінгі кернеуінің қуаты бар бірқатар номиналды қуаттылықтар орнатылған, кВт:

0,06	0,18	0,55	1,5	4,0	11	22	45	90
	160	315	630					
0,09	0,25	0,75	2,2	5,5	15	30	55	110
	200	400	800					
0,12	0,37	1,1	3,0	7,5	18,5	37	75	132
	250	500	1000					

Төмен кернеулі электр қозғалтқыштарының номиналды кернеуі (1000 В дейін):

Тұрақты тоқ желісі, В, - 27; 110; 220; 440;

Айнымалы тоқ желісі, В, - 40; 220; 380; 660.

1. Жүктеме үздіксіз өзгермейді (5.2а-суретті қараңыз). Есептелген қуат M_c (төмендетілген мән) механизмі, жылдамдық n және механизмнің тиімділігі, соның ішінде трансфер беру құрылғысы (редуктор) $\eta_{мех}$, кВт,

$$P_{расч} = 0,105 \cdot 10^{-3} M_c n / \eta_{мех} \quad (5.10)$$

Содан кейін, қозғалтқыштардың таңдалған сериясы бойынша каталогқа сәйкес, қажетті жылдамдықтың P_n номиналды жылдамдығының ең жақын ең жақын атаулы мәні бар қозғалтқыштың

көлемі анықталады.

Қатты басталу жағдайында және ықтимал жүктемелер кезінде таңдалған қозғалтқышты жеткілікті іске қосу крутящегоіне және шамадан тыс жүктемесіне тексеру керек. Электр қозғалтқышын қыздыру үшін тексеру қажет емес, себебі мотор жүктемесі номиналды мәннен аспайды, ал пайдалану шарттары таңдалған қозғалтқыш сериясының техникалық сипаттамаларына сәйкес келеді.

Мысал 5.2. S1 үздіксіз режимде жұмыс істейтін механизмді басқару үшін үш фазалы асинхронды қозғалтқыштың конструкциялық қуатын анықтаңыз. Жетек реттелмеген, механизмнің статикалық жүктелу уақыты $M_c = 45$ Нм, қажетті жылдамдық $n = 1450 + 10$ айн/мин, механизмнің $d_{мех} = 0.75$ тиімділігі. Қозғалтқыш IP44 жабық нұсқасын талап етеді; білікше көлденең орналасқан; қозғалтқышты орнату фланеці.

Шешім: 1. Қозғалтқыштың есептік қуаты (5.10)

$$P_{расч} = 0,105 \cdot 10^{-3} M_c n / \eta_{мех} = 0,105 \cdot 10^{-3} \cdot 45 \cdot 1450 / 0,75 = 9,14 \text{ кВт.}$$

2. 4А сериялы асинхронды қозғалтқыштар каталогы бойынша (негізгі орындау) біз номиналды қуаты $P_{ном} = 11$ кВт болатын 4А132М4U3 қозғалтқышын таңдап, «ном = 1458 айн / мин; $\eta_{ном} = 87,5\%$; $\cos \phi_{ном} = 0.87$; тиеу қабілеті $X_m = 2,2$; көптеген $X_p = 2.0$; $A_s = 7.5$; IM3031 монтаждау әдісіне сәйкес орындалады.

2. Жүктеме - тұрақты айнымалы (5.2-суретті қараңыз, б). Қозғалтқыштың номиналды қуатын есептеу орташа шығын әдісімен немесе баламалы мәндер әдісімен (қуат, крутящий немесе ток) жүзеге асырылады.

Орташа шығындардың әдісі. Жүктеме диаграммасының көмегімен қуаттың орташа мәнін, кВт,

$$P_{ср} = \frac{P_1 t_1 + P_2 t_2 + \dots + P_N t_N}{t_1 + t_2 + \dots + t_N} \quad (5.11)$$

Рх секцияларында және олардың ұзақтығы t_x жүктеме диаграммасынан анықталады. Содан кейін, каталог бойынша, номиналды мотор қуаты, кВт,

$$P'_{ном} = (1,2 \div 1,3) P_{ср} \quad (5.12)$$

$$\Delta P_{ном} = P_{ном} \left(\frac{1}{\eta_{ном}} - 1 \right) \quad (5.13)$$

Каталог алдын-ала таңдалған қозғалтқыш үшін номиналды режимдегі тиімділікті анықтайды, содан кейін номиналды жүктемеде, кВт,

Пн

онда пном - номиналды режимде қозғалтқыштың тиімділігі.

Д Рх шығындары Р1 жүктеме диаграммасының бөлімдерінде анықталады,

$$\Delta P_x = P_x \left(\frac{1}{\eta_x} - 1 \right). \quad (5.14)$$

Таңдалған өлшем үшін каталог немесе каталог болса кесте немесе тиімділіктің тәуелділігі туралы кесте жүктеме, содан кейін η_x қуатының әр түрлі мәндері үшін P_x анықтау қиын емес. Мұндай деректер жоқ болса, онда толық $\Delta P = \Delta P_{\text{пост}} + \Delta P_{\text{пер}}$ ағымдағы жүктеме коэффициентінің әр түрлі мәндері үшін

$$\beta = I_x / I_{\text{ном}}, \quad (5.15)$$

кейбір жуықтаумен формула бойынша жүктеме диаграммасының бөлімдерінде анықталуы мүмкін:

$$\Delta P_x = \Delta P_{\text{ном}} (\gamma + \beta_x^2) / (\gamma + 1), \quad (5.16)$$

мұндағы γ - $\Delta P_{\text{пост}}$ тұрақты шығындарының $\Delta P_{\text{пер}}$ айнымалыларына қатынасы где

$$\gamma = \Delta P_{\text{пост}} / \Delta P_{\text{пер}}. \quad (5.17)$$

Әр түрлі қозғалтқыштар үшін γ мәндері:

Жалпы мақсаттағы асинхронды қозғалтқыштар:

қысқа тұйықталу роторына 0,5 -0,7

Асинхронды кран қозғалтқыштары:

қысқа тұйықталу роторымен.....0,4 -0,5

фазалық ротордың.....0,6 -0,9

Тікелей электр қозғалтқыштары

тәуелсіз қоздырғыш.....0,5 -0,9

Тікелей электр қозғалтқыштары

Кран.....1.0 - 1.5

Ескерту: γ үлкен қуаты қозғалтқыштарға сәйкес келеді.

Содан кейін, жүктеме диаграммасына сәйкес орташа қозғалтқыш шығыны, кВт,

$$\sum \Delta P_{\text{ср}} = \sum \Delta P_x t_x / \sum t_x, \quad (5.18)$$

ондағы

$$\sum \Delta P_x t_x = \Delta P_1 t_1 + \Delta P_2 t_2 + \dots + \Delta P_N t_N. \quad (5.19)$$

Алынған $\Delta P_{\text{ср}}$ мәні $\Delta P_{\text{ном}}$ қозғалтқышының номиналды жоғалтуынан артық болмауы керек [(5.13)]. Егер $\Delta P_{\text{ф}} > \Delta P_{\text{ном}}$ болса, онда жоғары қуаттағы көрші өлшемді моторды таңдап, есептеуді қайталаңыз.

Қозғалтқыштың соңғы таңдалған өлшемі бастапқы момент пен жүктеме көлемін тексеру керек. Қозғалтқыштағы орташа шығын таңдалған қозғалтқыштың атаулы жоғалтуынан аспайтындықтан, қыздыру үшін қозғалтқышты тексеру қажет емес.

Мысал 5.3. Жылдамдықтың негізгі қозғалысының электр жетегі үшін АИР сериясының үш фазалы асинхронды қозғалтқышы қажет (негізгі нұсқа). Бұл дискінің жүктемелік диаграммасы күріш. 5.2, b; P_x (kW) диаграммасының және олардың ұзақтығы t_x (мин) диаграммаларындағы қуат мәндері:

$$P_1 = 14; P_2 = 10; P_3 = 12; P_4 = 17; P_5 = 7;$$

$$t_1 = 6; t_2 = 6; t_3 = 4; t_4 = 4; t_5 = 8.$$

Айналу жиілігі $n_{ном} = 1460 + 5$ айн / мин. Қозғалтқыш жүктемесіз басталады.

Шешім. Біз проблеманы орташа шығын әдісімен шешеміз.

1. Қуаттың орташа мәні (5.11)

$$P_{cp} = \sum P_x t_x / \sum t_x = 320 / 28 = 10,7 \text{ кВт},$$

онда

$$\sum P_x t_x = 14 \cdot 6 + 10 \cdot 6 + 12 \cdot 4 + 17 \cdot 4 + 7 \cdot 8 = 320;$$

$$\sum t_x = 6 + 6 + 4 + 4 + 8 = 28 \text{ мин.}$$

2. Алдын-ала номиналды қуаттылықты қозғалтқышты (5.12)

$$P'_{ном} = 1,25 \cdot 10,7 = 13,4 \text{ кВт.}$$

АИР сериясының каталогы бойынша (негізгі нұсқасы) біз $P_{ном} = 15$ кВт күші бар АНР160S4Y3 қозғалтқышын қабылдаймыз, айналу жиілігі $n_{ном} = 1455$ айн / мин; Тиімділігі $\eta_{ном} = 90\%$, қуат коэффициенті $\cos \phi_{ном} = 0,89$; тиеу қабілеті $X_m = 2,9$; бастапқы кездейсоқ шамасы $X_p = 1,9$; бастапқы токтың көптігі $X_{-} = 7,0$; IM2031 монтаждау әдісіне сәйкес орындау.

3. Жүктеме диаграммасының бөліктері үшін p_2 коэффициенті (5.15)

$$\beta_1^2 = 0,93; \beta_2^2 = 0,66; \beta_3^2 = 0,80; \beta_4^2 = 1,13; \beta_5^2 = 0,47.$$

4. Жалпы мақсаттағы қысқа тұйықталу роторы бар үш фазалы асинхронды қозғалтқыш үшін $y = 0,5$ қабылданады.

5. Номиналды жүктемедегі жоғалту (5.13)

$$\Delta P_{ном} = P_{ном} \left(\frac{1}{\eta_{ном}} - 1 \right) = 15 \left(\frac{1}{0,90} - 1 \right) = 1,66 \text{ кВт.}$$

6. Жүктеме диаграммасының бөліктері үшін жоғалтуларды анықтаңыз (5.16)

$$\Delta P_1 = 1,66(0,5 + 0,93)/(0,5 + 1) = 1,58 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_2 = 1,66(0,5 + 0,66)/1,5 = 1,28 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_3 = 1,66(0,5 + 0,80)/1,5 = 1,40 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_4 = 1,66(0,5 + 1,13)/1,5 = 1,79 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_5 = 1,66(0,5 + 0,47)/1,5 = 1,08 \text{ кВт}.$$

7. Орташа қозғалтқыш шығыны (5.18)

$$\sum \Delta P_x t_x = 1,58 \cdot 6 + 1,28 \cdot 6 + 1,40 \cdot 4 + 1,79 \cdot 4 + 1,08 \cdot 8 = 38,56;$$

$$\Delta P_{\text{ср}} = \sum \Delta P_x t_x / \sum t_x = 38,56/28 = 1,38 \text{ кВт}.$$

Орташа шығындар номиналды шығындардан төмен болғандығына байланысты: $1,38 \ll 1,66$, қозғалтқыш қуатын қайта есептеу қажет емес.

8. Жүктеме диаграммасында ең жоғары қуат 17 кВт, бұл таңдалған қозғалтқыштың номиналды қуатынан асып түседі. Сондықтан мотор мықтап жүктеме сыйымдылығы үшін тексеріледі.

Жүктеме схемасының төртінші бөлігінде қозғалтқыштың жүктелу уақыты $P_4 = 17 \text{ кВт}$:

$$M_4 = 9,55 P_4/n_4 = 9,55 \cdot 17\,000/1449 = 112 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

ондағы диаграмманың төртінші бөлігінде айналу жиілігі (5.9)

$$n_4 = n_1 - \frac{P_4}{P_{\text{ном}}} (n_1 - n_{\text{ном}}) = 1500 - \frac{17}{15} (1500 - 1455) = 1449 \text{ об/мин}.$$

Қозғалтқыш моменті номиналды қуаттылығы $P_{\text{ном}} = 15 \text{ кВт}$

$$M_{\text{ном}} = 9,55 \cdot 15\,000/1455 = 98,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Осылайша, диаграмманың төртінші бөлігіндегі крутяция $112,5 / 98,5 = 1,15$ құрайды. Танылған қозғалтқыштың номиналды жүктеме кезінде жүктемесі 2,9 құрайды. Демек, диаграмманың төртінші бөлігінде қозғалтқыштың жүктемелік қуаты $2,9 / 1,15 = 2,52$ болады, **яғни** қозғалтқыштың тұрақты жұмысы қамтамасыз етіледі.

Соңында біз АНР160S4Y3 қозғалтқышын қабылдаймыз.

Айта кету керек, қозғалтқыш қуатын ең үлкен қуат мәнімен ($P_4 = 17 \text{ кВт}$ бөлімі) жүктемелік диаграмма секциясында таңдау дұрыс емес еді, өйткені бұл жағдайда 18,5 кВт номиналды қуаты бар қозғалтқышты қабылдау қажет болатын, бұл қозғалтқыш қуатын айтарлықтай азайтуға әкеледі, демек, оның экономикалық көрсеткіштерінің (тиімділігі мен қуат коэффициенті) төмендеуіне әкеледі.

Орташа шығындардың әдісі әмбебап болып табылады және қозғалтқыштардың барлық жұмыс режимдері үшін қолданылады. Бұл

балама мәндер әдісіне қарағанда дәлірек, бірақ ол көп уақытты талап етеді.

Баламалы шамалардың әдісі. Алдымен қозғалтқыштың уақытша өзгертін ток тоғын тұрақты балама токпен алмастыруға негізделген балама әдісті қарастырамыз,

$$I_{\text{эк}} = \sqrt{(\sum I_x^2 t_x) / \sum t_x}. \quad (5.20)$$

Бұл балама ағымдағы нақты жүктеме тогы бірдей шығындар болып табылады мотор тудырады деп болжанып отыр. Эквивалентті ток есептеу кезінде каталог номиналды ток тең баламалы токке тең немесе сәл жоғары электр қозғалтқышын таңдайды.

Таңдалған қозғалтқыштың жүктеме қабілетін тексеру керек.

Магнитманың шамасы жүктеме тоқына пропорционалды болатын қозғалтқыштар үшін және айналу жылдамдығы магнит өрісінің ағынының өзгеруімен бақыланды (тәуелсіз қозғалтқыштардың тұрақты токтың қозғалтқыштары), қозғалтқыш баламалы айналым мәнмен таңдалуы мүмкін

$$M_{\text{эк}} = \sqrt{(\sum M_x^2 t_x) / \sum t_x}, \quad (5.21)$$

немесе баламалы қуат мәнімен

$$P_{\text{эк}} = \sqrt{(\sum P_x^2 t_x) / \sum t_x}. \quad (5.22)$$

Мысал 5.4. Мысал 5.3-дің шарттары үшін қажетті қуат әдісімен қажетті қозғалтқыш қуатын есептеңіз.

Шешім. Балама қуат (5.22)

$$\begin{aligned} \sum P_x^2 t_x &= 14^2 \cdot 6 + 10^2 \cdot 6 + 12^2 \cdot 4 + 17^2 \cdot 4 + 7^2 \cdot 8 = \\ &= 1176 + 600 + 576 + 1156 + 392 = 3920; \end{aligned}$$

$$\sum t_x = 28 \text{ мин};$$

$$P_{\text{эк}} = \sqrt{3920/28} = 11,8 \text{ кВт}.$$

АИР сериялы үшфазалы асинхронды қозғалтқыштар каталогы бойынша (базалық нұсқасы), біз 15 кВт-қа жақын ең үлкен номиналды қуатын, AIR160S4U3 өлшемін және 5.3-мысалдағыдай қозғалтқышты таңдаймыз.

Қажетті қозғалтқыш қуатын эквивалентті әдіспен есептеу орташа шығындардың әдісіне қарағанда еңбекқорлықты төмендетеді, бірақ оның дәлдігінен төмен.

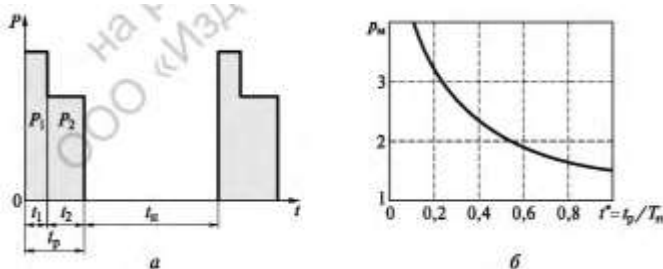
5.8. Қысқа уақыт режимінде жұмыс істеу үшін қозғалтқыштың қуатын есептеу

Есептеу мәселесі уақытты қысқа уақыт режимінде жұмыс істей отырып, $P_{кр}$ -тің шамадан тыс жүктелуіне төтеп бере алатын $P_{номкр}$ қозғалтқышының қуатын анықтауға дейін төмендейді (5.2-суретті қараңыз). Сонымен қатар қозғалтқыштың қызып кетуі туст осы қозғалтқыштың номиналды жүктемесі бар үздіксіз жұмысына сәйкес келетін сынақтың мәнінен аспауы керек. Есептеудің нәтижесі болып табылатын $P_{ном.кр}$ нәтижелендіруші қуаты механикалық жүктеме коэффициенті ρ_m арқылы қысқа мерзімді $P_{кр}$ қуаттан аз:

Қысқа уақыт режиміндегі жүктеме схемасы екі жүктеме кезеңінен тұратындығын қарастырайық (5.3-сурет, а). Бұл жағдайда $P_{кр}$ қуаты орташа шығын әдісімен анықталады (5.18).

Қуатта механикалық жүктеме коэффициенті $\rho_m = f(t^*)$ графасынан анықталады (5.3-сурет, б), мұндағы $t^* = t_p / T_n$ қысқа уақыт жұмыс уақытының салыстырмалы мәні $t_p = t_1 + t_2$; T_n - қыздыру уақытының тұрақты мәні.

$t^* < 0,35$ кезінде қысқа уақыт режимінде $P_{кр}$ режиміндегі қозғалтқыштың жүктемесі таңдалған қозғалтқыштың номиналды қуатын 2,5 есе немесе одан артық $P_{ном}$ асады. Сонымен қатар қозғалтқыштың жүктеме қуаты әдетте электр жетегінің талаптарын қанағаттандырмайды.



Сурет. 5.3. (А) қысқа мерзімді жұмыс режимінің жүктемелік диаграммасы және механикалық жүктеме коэффициентін анықтау графасы ρ_m (б).

Демек, $t^* < 0,35$ үшін қозғалтқыш қысқа мерзімді борыш үшін қозғалтқыштың, X_m қажетті жүктемесінің сыйымдылығына сәйкес таңдалады. Мысалы, егер қозғалтқыштың қыздыру уақытының тұрақты мәні $T_n = 40$ мин болса, онда мұндай уақытты қыздыру уақытында, $t^* = 40 - 0,35$ бастап 14 минут немесе одан аз болса, қозғалтқыш қажетті жүктеме сыйымдылығына сәйкес таңдалуы керек.

Мысал 5.5. Газ құбырының электр жетегі үшін үш фазалы асинхронды қозғалтқыш 940 ± 10 айн / мин жылдамдықпен қажет. Жұмыс режимі қысқа мерзімді $t_p = 15$ мин, статикалық реактивті момент $M_c = 70$ Nm (төмендетілген мән); қозғалтқыш жабық болуы керек, IM1001 орнату тәсілі, климаттық жағдайлар және U 3 орнату орны.

Шешім. 1. Қажетті қозғалтқыш қуаты

$$P_{кр} = 0,105 \cdot 10^{-3} \cdot M_c n = 0,105 \cdot 10^{-3} \cdot 70 \cdot 930 = 6,84 \text{ кВт}.$$

2. АИР қозғалтқыш сериясын таңдаңыз (негізгі нұсқасы), қорғау дәрежесі IP44; жылу тұрақты $T_n = 30$ мин, жұмыс уақытының салыстырмалы мәні $t^* = t_p/T_n = 15/30 = 0,5$.

3. Суреттегі диаграмма бойынша. 5.3, b механикалық тиеу коэффициентін анықтайды $p_m = 2,1$; қысқа уақыт режимінде қолданылатын тұрақты режимдегі қозғалтқыштың қуаты (5.23),

$$P'_{\text{ном.кр}} = P_{\text{кр}}/p_m = 6,84/2,1 = 3,25 \text{ кВт.}$$

4. АИР қозғалтқышының сериясына сәйкес (негізгі нұсқасы) біз $P_{\text{ном}} = 4,0$ кВт номиналды қуаты бар AIR112MV6U3 қозғалтқышын, номиналды слиптің 5,0%, шамадан тыс жүктемесі 2,2; бастауыш моментінің көптігі 2.

5. Ротор $P_{\text{кр}} = 7,0$ кВт (5,9) қысқа мерзімді жүктемемен қозғалтқыштың жүктемесін ескере отырып айналу жылдамдығын анықтаймыз:

$$n'_{\text{ном}} = n_1 - \frac{P_{\text{кр}}}{P_{\text{ном}}} (n_1 - n_{\text{ном}}) = 1000 - \frac{6,84}{4,0} (1000 - 950) = 913 \text{ об/мин,}$$

онда үздіксіз номиналды режимде қозғалтқыштың айналу жылдамдығы

$$n_{\text{ном}} = 1000(1 - 0,050) = 950 \text{ об/мин.}$$

6. Қозғалтқыш білігінің моменті қысқа уақыт жүктемесіне сәйкес келетін $P_{\text{кр}} = 6,84$ кВт және айналу жиілігі $p_{\text{кр}} = 913$ айн / мин,

$$M_{\text{кр}} = 9,55 \cdot 10^3 \cdot 6,84/913 = 71,5 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

7. Үздіксіз жұмыс кезінде номиналды мотор шамасы

$$M_{\text{ном}} = 9,55 \cdot 10^3 P_{\text{ном}}/n_{\text{ном}} = 9,55 \cdot 10^3 \cdot 4,0/950 = 40,2 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

8.Ең үлкен сәт

$$M_{\text{max}} = 40,2 \cdot 2,2 = 88,44 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

9. Қозғалтқыштың нақты жүктеме қуаты

$$M_{\text{max}}/M_c = 88,44/70 = 1,26.$$

Желі кернеуінің 5% -ға төмендеуі мүмкін болған жағдайда, жүктеме жүктемесі $1,26 \cdot 0,952 = 1,13$ болады.

10. Қозғалтқыштың іске қосу сәті $M_p = 40,2 \cdot 2 = 80,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$, бұл $M_c = 70$ Нм статикалық сәттен асып түседі. Сондықтан таңдалған қозғалтқыш сәттен бастап жүктеме қуаты мен электр жетегінің талаптарына жауап береді.

5.9. Қысқа уақыт режимінде жұмыс істеу үшін қозғалтқыш қуатын есептеу

Жалпы жағдайда, қысқа мерзімді режимдегі жүктемелік диаграммалардың әр кезеңі бірнеше кезеңнен тұруы мүмкін (5.4-сурет). Осындай диаграмманы сур. 5.2, d, тек жұмыс уақытын ғана қыздыру үшін балама энергияны есептеңіз (n үзілісін ескерместен):

$$P_{ЭК} = \sqrt{\sum P_x^2 t_x / t_p}, \quad (5.24)$$

бұндағы

$$\sum P_x^2 t_x = P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + \dots + P_N^2 t_N; \quad (5.25)$$

$$t_p = t_1 + t_2 + \dots + t_N. \quad (5.26)$$

Қосылудың салыстырмалы ұзақтығының есептелген мәні

$$ПВ' = (t_p / t_{ц}) 100, \quad (5.27)$$

ондағы циклдің уақыты

$$t_{ц} = t_p + t_{п}. \quad (5.28)$$

Өздігінен желдетілетін қозғалтқыштар үшін, онда салқындату тиімділігі айналу жылдамдығына байланысты, PV-ді есептеу кезінде үзіліс кезінде салқындатудың нашарлауын ескеру қажет

$$t_{ц} = t_p + \beta t_{п}, \quad (5.29)$$

мұнда β - коэффициент ескеріледі. 5.4. Қозғалтқышты салқындату жағдайының үш сатылы жүктеме диаграммасы қайталанатын нашарлайды. қысқа мерзімді емдеу

N айнымалы жиілікте $<0,2$, $nНОМ$ в0 болуы керек; $0.8 nНОМ > n > 0,2$ $nНОМ$ айналымының жылдамдығымен $0,5 (1 + в0)$ алынады; $N > 0,8$ үшін $nНОМ$ 1 тең деп қабылданады.

В0 мәндері қорғау және салқындату әдістеріне сәйкес қозғалтқыштың жұмысына байланысты:

жабық дербес желдету.....	1
жабылған табиғи салқындатумен.....	0.97
жабық өздігінен желдету.....	0,5
өздігінен желдетумен қорғалған.....	0.3

ПВ<10% қуат коэффициентімен қуатты есептеу қысқа уақыт режимінде жұмыс істейді, ал егер жұмыс циклі> 60% немесе циклдің уақыты> C> 10 мин болса, онда қозғалтқыштың қуатын есептеу айнымалы жүктемемен ұзақ мерзімді жұмыс үшін де жүзеге асырылады. Егер $10\% < PV' < 60\%$ болса, онда баламалы қуат Рек қысқа уақыт режиміндегі Рпкр номиналды қуатына қайта есептеледі, ең жақын номиналына сәйкес ПВ = 15; 25; 40 немесе 60%

$$P_{\text{пкр}} = P_{\text{ЭК}} \sqrt{PV'/PV}. \quad (5.30)$$

РХ алынған құндылықтар мен $P_{\text{пкр}}$ осындай мотор кран және металлургиялық сериясы DC немесе асинхронды ретінде үзік режимінде жұмыс істеу үшін арналған, $posto-yannogo$ моторды немесе айнымалы ток сериясын таңдалған. Бұл қозғалтқыштардың жүктемесі кішігірім бастауыш токтар үшін салыстырмалы түрде жоғары қабілеттілікке және үлкен іске қосу сәтіне ие. Ротордың (арматура) инерция сәтінің төмендеуі осы қозғалтқыштарды жақсартылған динамикалық қасиеттермен қамтамасыз етеді, бұл қысқа уақыт режимінде маңызды сапа болып табылады. 40% циклінде қол жетімді сериясы номиналды қуаты каталогтар. Қажет болған жағдайда, басқа да құндылықтар РХ * іріктеу қозғалтқыш қуаты формуланы пайдалану керек:

$$P_x = P_{40} \sqrt{40/PV_x}. \quad (5.31)$$

Мысал 5.6. Есептеу нәтижесі бойынша (5.30), $P_{\text{пкр}} = 23$ кВ үшбұрышты индукциялық қозғалтқыштың қуаты $P_{\text{пкр}} = 23$ кВт стерженді ротордың күші DC = 25% айналым жиілігі 700 ± 20 айн / мин болатын. МТКН металлургиялық сериясының қозғалтқышын таңдау қажет.

Шешім. Серияның каталогына сәйкес біз $PV = 40\%$ қуаты бар 22 кВт МТКН 412-8 қозғалтқышын таңдаймыз. (5.31) бойынша, біз бұл қуатты $PV = 25\%$ арқылы қайта есептейміз:

$$P_{25} = 22 \cdot \sqrt{40/25} = 22 \cdot 1,26 = 27,7 \text{ кВт}.$$

Айқындық үшін MF = 25% кезінде MF = 40% кезінде қуаты 15 кВт болатын МТКН 411-8 шағын көршілес қуаттылық қозғалтқышын қайта есептейміз:

$$P_{25} = 15 \cdot 1,26 = 18,9 \text{ кВт}.$$

Осылайша, біз, ең соңында, МТКН 412-8 қозғалтқышын 27,7 кВт номиналды қуаттылықпен DC = 25% номиналды жылдамдықпен 700 айн / мин.

Кейбір жағдайларда қысқа уақытты жұмыс режимі кезінде баламалы крутящий кездегі қажетті қозғалтқыш қуатын есептеу қажет. Бұл қысқамерзімді жұмыс режимінде уақыт өтпелі кезеңнің әсері артады (жиі басталады, айналу жиілігінің өзгеруі және т.б.). МЭК моментінің баламалы мәнін есептеу (5.24) - (5.26) -қа ұқсас формулалар бойынша жүзеге асырылады, бірақ қуат мәндерінің орнына М мәнінің мәндерін енгізу қажет.

Белгілі болғандай, қозғалтқыштардың іске қосылуы мен тежелуі олардың номиналды мәндерінен асып кететін токтарда кездеседі, сондықтан жиі басталатын және тежелетін қозғалтқыш интенсивті түрде қызады. Бұл процестердің әсері, қысқа тұйықталу роторымен асинхронды қозғалтқыштарда әсіресе күшті, онда бастапқы ток тогы номиналды токқа қарағанда 5-7 есе жоғары. Осыған байланысты, қысқа уақыт режимінде жұмыс істейтін қозғалтқыштар үшін жиі кірмелермен

жұмыс істеуге арналған қозғалтқыштар үшін каталогтарда берілген сағатына рұқсат етілген санын енгізу тұжырымдамасы енгізілген.

Қозғалтқышты каталогтан таңдап, оны іске қосу сәтіне және жүктеме көлеміне тексергеннен кейін сағаттардың басталу санын анықтаңыз,

$$h = 3600 / t_{ц},$$

мұндағы $\wedge$ - циклдің ұзындығы (5.29), р.

Содан кейін берілген серияның рұқсат етілген санын салыстырыңыз. Жарамды стандарт $\wedge$ ор = 30 рұқсат етілген мәндеріне орнатылады; 60; 120 және 240 сағат / сағ. Егер сағатына кірулердің нақты саны рұқсат етілген мәннен асып кетсе, онда сіз $\wedge$ ор-дің жеткілікті мәнімен басқа қозғалтқыштың өлшемін таңдап, ықтимал қызып кетуді тексеріңіз. Каталогта әзірлеуші анықтаған рұқсат етілген қосылыстар саны көрсетілген. Мысалы, асинхронды электр қозғалтқыштары лифт сериясы 4А ... НЛБ ғана сыртынан тәуелсіз желдету желдеткіш мотор үшін рұқсат етілген сағатына 90 200. Бұл 200 басталады сағатына бір ұшырудың саны рұқсат лифт жүргізу үшін.

Егер жұмыс режимі электр тежеуді, әсіресе қосылуға қарсы болса, онда каталогта көрсетілген басталудың рұқсат етілген саны 2-ден 3 есеге дейін азайтылуы керек.

Елеулі жүктемелер болмаған жағдайда ұзақ мерзімді жұмыс істеу үшін жалпы мақсаттағы қозғалтқыштардың қысқа мерзімді уақыт жұмыс істейтін қозғалтқыштарын пайдалануға болады. Бұл жағдайда каталогта көрсетілген мотордың номиналды қуаты $P_{ном}$ ұлғайтылуы керек

$$P_{пкр} = P_{ном} K_p, \quad (5.32)$$

ондағы

$$K_p = \sqrt{100 / ПВ}. \quad (5.33)$$

Осы режимге арналған арнайы қозғалтқыштардың орнына қысқа уақыт режимінде үздіксіз қозғалтқыштарды пайдалану электр жетегінің сенімділігі мен оның энергетикалық көрсеткіштерінің төмендеуіне әкеледі. Бұл үздіксіз жұмыс істейтін қозғалтқыштардың қысқа уақытқа жұмыс істеуге арналған қозғалтқыштармен салыстырғанда, іске қосу моментінің және жүктеме сыйымдылығының төменгі мәндеріне, ротордың (арматура) үлкен инерция сәті, кіші диафрагманың диаметрі мен қысқа мойынтірек қызмет ету мерзіміне байланысты.

Мысал 5.7. Жүргізу механизмінің электр жетегі үшін қозғалтқыш қуатын баламалы крутящим әдісімен есептеп, суретте көрсетілгендей жүктеме диаграммасына сәйкес қысқа уақыт S3 жұмыс режиміне арналған үшбұрышты асинхронды қозғалтқышты таңдау қажет. 5.4, онда қуат мәндерінің орнына $M1 = 327$ N-m параметрлерінің мәндері ауыстырылуы керек; $M1 = 327$ Н-м; $M2 = 130$ Н-м; $M3 = 164$ Н-м; $t_x = 4$ с; $t_2 = 20$ с; $t_3 = 15$ с; $1п = 120$ с; айналу жылдамдығы 700 ± 10 айн / мин; жүктемені қозғалтқышты іске қосу.

Шешім. 1. Баламалы сәт [формулалар (5.24) - (5.31)],

$$\sum M_x^2 t_x = 327^2 \cdot 4 + 130^2 \cdot 20 + 164^2 \cdot 15 = 1\,167\,356;$$

$$t_p = 4 + 20 + 15 = 39 \text{ с.}$$

$$M_{\text{жк}} = \sqrt{1167356/39} = 173 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

2. Қозғалтқыштың қуаты

$$P_{\text{эк}} = 0,105 M_{\text{жк}} n_{\text{ном}} = 0,105 \cdot 173 \cdot 700 = 12715 \text{ Вт, или } 12,7 \text{ кВт.}$$

3. Циклдің ұзақтығы = 0.5 (5.29)

$$t_{\text{ц}} = t_p + \beta t_{\text{п}} = 39 + 0,5 \cdot 120 = 99 \text{ с.}$$

4. ПВ-ның есептелген құны (5.27)

$$\text{ПВ}' = (t_p/t_{\text{ц}})100 = (39/99)100 = 39 \text{ \%}.$$

5. Қозғалтқыштың қуаты ПВ = 40% (5.30)

$$P_{\text{пкр}} = P_{\text{эк}} \sqrt{\text{ПВ}'/40} = 12,7 \sqrt{39/40} = 12,22 \text{ кВт.}$$

6. МТКН кран-металлургиялық сериясының каталогы бойынша біз МТКН 411-86 асинхронды қысқа тұйықталу қозғалтқышын таңдаймыз: Рном = 15 кВт при

$$M_1 = 327 \text{ Нм}$$

7. М1 = 327 Нм диаграмма сатысында айналу жиілігі, (5.9)

$$n = n_1 - \frac{M_1}{M_{\text{ном}}} (n_1 - n_{\text{ном}}) = 750 - \frac{327}{206} (750 - 695) = 663 \text{ об/мин.}$$

8. Ең жоғары жүктеме крутясы - 327 Нм, іске қосу сәтінен аз

$$M_{\text{наиб}} < M_{\text{п.}}$$

9. Қозғалтқыштың шамадан тыс жүктемесі

$$\lambda_{\text{м}} = M_{\text{max}}/M_1 = 670/327 = 2,05.$$

Осылайша, тандалған қозғалтқыш іске қосу моментінде және жүктеме сыйымдылығында көрсетілген шарттарды қанағаттандырады.

5.10. Тандалған қозғалтқышты жылыту арқылы тексеру

Қозғалтқыш өзінің номиналды қуатынан аспайтын тұрақты жүктемемен үздіксіз жұмыс жасағанда, қозғалтқышты қыздыру үшін тексеру қажет емес. Қозғалтқыш ауыспалы жүктеменің көмегімен жұмыс істеп тұрса, қозғалтқыш орамасындағы токтар жұмыс кезінде өзгереді, демек, жоғалту мен жылыту температурасының өзгеруі қозғалтқышты қыздыру үшін тексереді. Осындай тексерудің бірнеше әдістері бар, баламалы ток әдісі кеңінен қолданылады. Баламалы ток мына формула бойынша есептеледі:

$$I_{\text{эк}} = \frac{\sqrt{I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + \dots + I_N^2 t_N}}{\beta(t_1 + t_2 + \dots + t_N)}. \quad (5.34)$$

Үзік режимі үшін балама ағымдағы ғана уақытта анықталады. Уақытша режимдердегі қозғалтқыштардың салқындату жағдайының нашарлауы, берілген нұсқаулықтарға сәйкес жылу берудің нашарлау коэффициентін енгізу арқылы 164-ші бетте ескеріледі.

Баламалы ток тогының құны бірдей жұмыс жағдайында (бірдей ауысу ұзақтығы үшін) ток номиналының номиналымен салыстырылады. Мысалы, егер каталог PVK үшін номиналды ток көрсеткен болса, онда PVFA нақты ұзақтығымен кран-металлургиялық сериялы қозғалтқыштар үшін номиналды ток шамасы:

$$I'_{\text{ном}} = I_{\text{ном}} \sqrt{P_{\text{В кат}} / P_{\text{В фак}}}. \quad (5.35)$$

Басқа үзілістердегі қозғалтқыштар үшін бірдей өрнек, егер олар үзіліс кезінде ерекше салқындату жағдайлары болмаса, мысалы, тәуелсіз желдеткіштің болуы.

Қыздыруға арналған қозғалтқыштарды тексеру кезінде номиналды мәннен асатын баламалы ток артық болмайды және қозғалтқышты 10-15% шегінде жүктеу қалыпты деп есептеледі.

Тәуелсіз (параллель) қоздыру қозғалтқыштары үшін және номиналдағы асинхронды жүктеме, электромагниттік сәтте токпен пропорционалды, жылуды сынау балама крутящим әдісімен орындалуы мүмкін.

Қозғалтқыштардың рұқсат етілген жүктемелері туралы шешім қабылдаған кезде қозғалтқышты қыздырумен ғана емес, нақты қозғалтқыш қасиеттерімен де басшылық қажет. Осылайша, тұрақты токтың шектеуі коммутацияның деградациясымен шектелуі мүмкін және индукциялық қозғалтқыштардың шамадан тыс жүктелуі оны жүктеу мүмкіндігімен шектелуі мүмкін.

Егер таңдалған қозғалтқыш жылыту жағдайларынан өтпесе, $i_{\text{if}} / e_{\text{q}} > / \text{ном}$ немесе $i_{\text{ek}} < < / \text{ном}$, онда номиналды қуаты P_{ohm} бар басқа өлшемді қозғалтқышты таңдап, ара қатынасын пайдаланып:

$$P'_{\text{ном}} \approx P_{\text{ном}} (I_{\text{эк}} / I_{\text{ном}}). \quad (5.36)$$

Содан кейін, барлық қозғалтқыш қуатын есептеу және қажетті тексерулер қайтадан жүзеге асырылады.

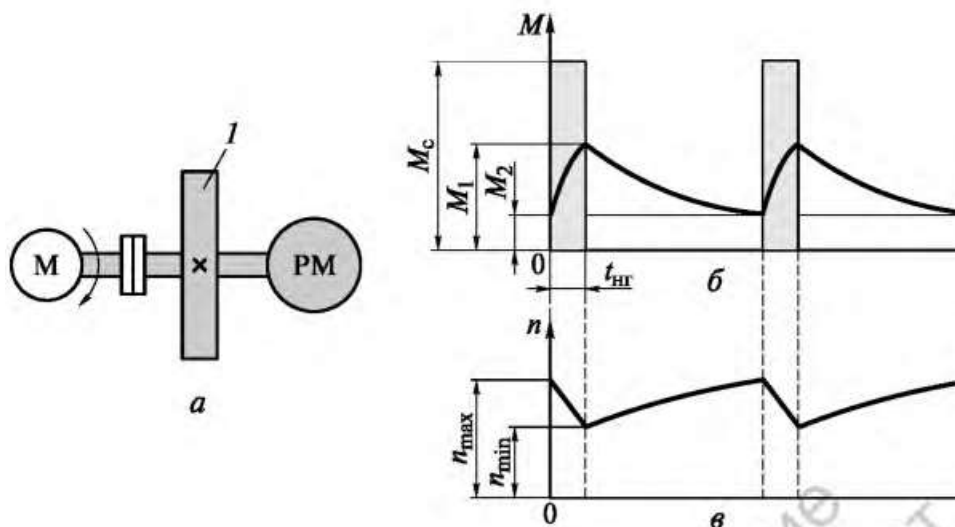
5.11. Желдеткішті электр жетегі

Сермер(маховик)- бұл машинаның білігіне орнатылып, механикалық энергияны сақтау (жинақтаушы) ретінде пайдаланылатын үлкен дөңгелегі бар дөңгелек.

Сермер бұл жүктеменің қозғалтқыштың қозғалтқышына әсерін болдырмау үшін үзіліссіз жүктеме жағдайында жұмыс машиналарында (РМ) қолданылады (5.5-сурет, а). Мұндай машиналарда басу, мөртаңба, гильотинді жылжымалы қайшылар, роликті станоктар және т.с.с. кіреді,

онда жүктеменің ұзақтығы шекті жүктеменің күрт көтерілуінің қысқа кезеңдерімен алмастырылады, бұл жетек қозғалтқышында соққылық әрекетті көрсетеді.

Жүктеме механикалық энергиясын болмаған кезінде онда жинақталған айналмалы маховика арқасында, яғни. Е. айналу жылдамдығы $n_{\max}$ электр жетек маховик «ширатылмаған», статикалық қарсылық сәті M_s тек ішінара соққы жүктемесін жинақталатын M_1 құнына төмендету қозғалтқышты әсер (Сурет 5.5, б). Бұл диаграммада жүктеме диаграмма реттейтін алынған және қозғалтқыш жүктеме дерлік соққы күшін жоғалтады. маховик жылдамдығы операциялық циклінің барысында мән N_{MN} (сур. 5.5) дейін төмендейді. Жұмыс циклінің соңында қозғалтқыш білігіне жүктеме бірте-бірте азаяды, өйткені осы уақыт ішінде



$$\Delta A = A_1 - A_2 = 11 \cdot 10^{-3} J_M \frac{n_{\max}^2 - n_{\min}^2}{2}, \quad (5.37)$$

мұндағы A - жұмыс циклі кезінде гирляндияның кинетикалық энергиясы, Дж; A_1 және A_2 - жұмыс циклінің басында және соңында, тиісінше, Дж-тің кинетикалық энергиясы; m - вулканның инерция сәті, кг-м².

GD2 (Н-м2) гильзасының винтельді сәтін айналдырып, инерция сәті мен соққы кезі арасындағы қатынастарды ескере отырып (1.15 қараңыз)

$$J_M = GD^2 / (4g),$$

$$\Delta A = A_1 - A_2 = 0,14 \cdot 10^{-3} GD^2 (n_{\max}^2 - n_{\min}^2). \quad (5.38)$$

аламыз.

Осылайша, айналмалы жиіліктердің квадраттарының айырмашылығы үшін («м ^-» мин) айналу цилиндрінің қажетті айналымның сәті жұмыс

циклінде Н-м2,

$$CD^2 = \frac{7143(A_1 - A_2)}{n_{\max}^2 - n_{\min}^2}. \quad (5.39)$$

Әдетте соққы жүктемесі бар электр жетектері мен вулкандар үшін, әдеттегі номиналды сырғымасы бар (механикалық сипаттамасымен жұмсақ) асинхронды қозғалтқыштар пайдаланылады, бұл ұшқаны бар ұшты сәттің сәтін азайтуға мүмкіндік береді. Негізінде $5n_m = 10-15\%$, қозғалтқыштағы $5n$ жоғалтудың үлкен мәндері және оның қызып кетуі артық емес.

Жылжымалы электр жетегіне және оңтайлы параметрлері бар: қозғалтқыштың жылдамдығы n_{max} мәніне қалпына келтіріледі (5.5, с-суретті қараңыз). Қозғалтқыштың жылдамдығы қалпына келтіріледі.

Қозғалтқыштағы механикалық жүктемені тегістеуге (тегістеуге) қосымша жарыс сигналын қолдану желіден жұмсалатын ток шындарын азайтуға көмектеседі. Нәтижесінде қозғалтқыштың тұтынатын ағынын орташа квадраттық мәні тікұшақ болған кезде, орташа кернеудегі ток тұтыну шамасынан аз, бұл ұшқаны болмайды. Бұл қозғалтқыштың қуатын және қызып кету температурасын төмендетеді. Осылайша, вулканы энергияны үнемдеу құралы болып табылады. Кейбір жағдайларда, қозғалтқыштың қуатын азайту үшін, мылтықты пайдалану арқылы мүмкін болады. Велосипед әдетте ең жоғары жылдамдықпен білікке орналасқан, ішкі айналу жылдамдығы қозғалтқыштың айналу жылдамдығына тең келетін білікке арналған.

Соққы жүктемесі бар электр жетегі үшін асинхронды қозғалтқыштың қуатын есептеу кезінде номиналды мотор сәттің алдын-ала мәні анықталады:

$m_{ном} \gg 1,2M_{ср}$,

онда $M_{ср}$ суреттегі жүктеме қисығынан анықталады. 5.5, б:

$$M = M_1 + M_2 \quad M_{ср} \quad 2.$$

Қажетті номиналды қуаттылықтың, кВт,

$$P_{н<ж} = 0,105-10^{-3} M_{ном} \cdot \eta_{ср},$$

бұндағы n_{max} айналымының $n_{ном}$ жиілігі фотонды ретінде суретте көрсетілген кестеге сәйкес қабылданады. 5.5, с. Содан кейін, таңдалған сериялы асинхронды қозғалтқыштар каталогы бойынша, қозғалтқыштың көлемі $n_{ном}$ номиналды қуаттылығымен таңдалып алынады, ол P_m -ге жақын, слиптің, жылдамдықтың, кернеудің және т.б.

Сынақ сұрақтары

1. Қандай графаларда жылыту және салқындату қозғалтқыштары бар?
2. Жылыту және салқындату қозғалтқыштарының тұрақты уақыты қандай?
3. Қозғалтқыштың қандай бөліктері қызып кетуіне аса сезімтал?

4. Қорғау және салқындату әдістері бойынша қозғалтқыштың жұмыс істеу формалары қандай?
5. Қозғалтқыштың дизайны нысандарының орнату әдістерімен қандай айырмашылығы бар?
6. АИР160М4У3 қозғалтқышының тағайындауын декодтаныз
7. Қозғалтқыштың негізгі жұмыс режимдері қандай?
8. Негізгі режимдердің жүк диаграммалары туралы түсіндіріңіз.
9. Электр қозғалтқышында қолдану проблемасын шешу кезінде қозғалтқыштарды қандай тәртіпте қарастыру керек?
10. Циновка торлары индукциялық қозғалтқыштардың артықшылықтары мен кемшіліктері қандай?
11. Тұрақты ток қозғалтқыштарының артықшылықтары мен кемшіліктері қандай?
12. Кран-металлургиялық сериялы қозғалтқыштардың қолданылуы қандай?
13. Қозғалтқыш қуатын есептеудегі орташа шығындардың мәні қандай?
14. Дизайн қозғалтқышының қуаты жүктеме диаграммасының ең жүктелген кезеңінің күші ретінде анықтала алады ма?
15. Қозғалтқыштың қысқа мерзімді жұмыс істеу циклінің уақытын анықтау кезінде факторды ескеру керек?
16. Каталогта $P_B = 40\%$ кезінде 30 кВт қозғалтқыштың номиналды қуаты көрсетілген; Бұл қозғалтқыштың номиналды қуаты $P_B = 60\%$ болады?
17. Қысқа уақыт режимінде үздіксіз жұмыс істеуге арналған қозғалтқыштарды пайдаланғанда қандай кемшіліктер бар?
18. Соққы жүктемесі бар электр жетегіндегі велосипедтің мақсаты туралы түсіндіріңіз.

ЕКІНШІ БӨЛІМ ЭЛЕКТР ЖЕТЕКТЕРІН БАСҚАРУ

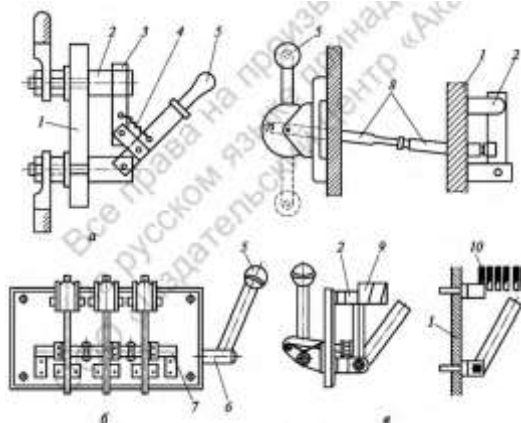
6-тарау. ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ ҚОРҒАНЫС ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫ

6.1. Контактілі коммутация құрылғылары

Коммутация - электр тізбегіндегі қосылыстардың өзгеруі: коммутациялық аппараттар, қосқыштар, ажыратқыштар, контроллерлер, релелер, контакторлар, стартерлер және т.б. арқылы қосылыстарды қосу, ажырату және қосу.

Электр желісінің кернеуіне қарай коммутациялық құрылғылар төмен (1000 В дейін) және жоғары (1000 В-тан астам) кернеулерге бөлінеді. Бұл тарауда төмен кернеуді қосу және қорғау құрылғылары қарастырылады. Ағымдық түріне байланысты олар DC және AC құрылғыларына бөлінеді; коммутациялық операцияларды жүзеге асыру жолымен - байланыс және байланыссыз. Контактілі коммутациялық құрылғыда қосылыс (өшіру) жұмысы контактілер деп аталатын екі өткізгіштің беттерін мықтап жалғау (ажырату) арқылы жүзеге

Коммутатор екі бекітілген позицияға ие: «қосулы» (тұтқаның жоғарғы позициясы) және «өшірулі» (тұтқаның төменгі позициясы). Ең бастысы - электр тогының тізбегі үзілген кезде және электр сымның ашылатын контактілер арасында пайда болған кезде коммутаторды ажырату жұмысы. Әдетте, коммутатордың әрбір полюсі пышақ қосқышының қозғалыс жылдамдығына қарамастан контактілерді жедел ажыратуды қамтамасыз ететін серіппелі пышақпен жабдықталған. Кейбір жағдайларда коммутатор доғаның шұңқырымен жабдықталған.

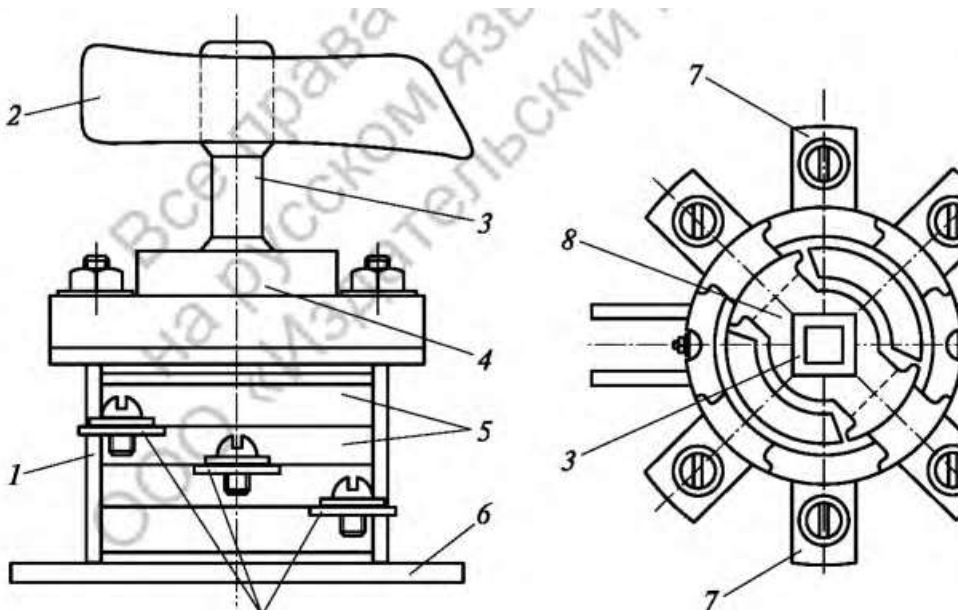


6.1. Ажыратқыштар

а - орталық тұтқасы бар; б - бүйір тұтқасы бар; в - тетігінен жетегі бар; 1 - базасы; 2 - тіркелген байланыс (стенд); 3 - уақыт пышағы; 4 - көктем; 5 - тұтқасы; 6 - білік; 7 - оқшаулайтын ролик; 8 - балық аулау жүйесі шагалар; 9 - доғасы; 10 - доғалық өрт сөндіру плиталары.

Пышақ ажыратқыштарына ұқсас ажыратқыштар бекітілген контактілердің екі жиынтығына және тиісінше, үш позицияға ие: «алға», «артқа» және бейтарап позиция «өшіру». Ажыратқыштар статор орамасын «жұлдыз»-дан «үшбұрышқа» ауыстыру арқылы асинхронды қозғалтқыштарды іске қосу кезінде және басқа жағдайларда электр сымдарының бір тізбектің элементінен ауысуына байланысты қозғалтқышты кері схемаларында пайдаланылады, мысалы, қозғалтқыштың орамасының екіншісіне немесе қолданылатын кернеудің полярлығының өзгеруімен немесе фазалардың тәртібі.

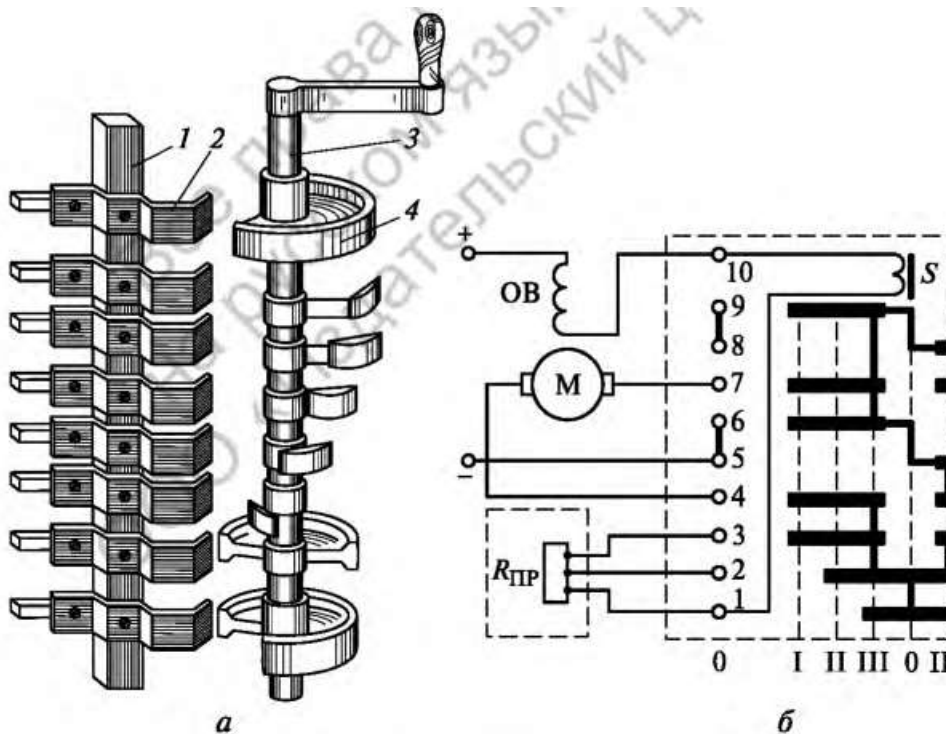
Жиынтық қосқыштар мен ажыратқыштармен бірдей, бірақ олардың ықшам және жабық құрылымы бар. Олар ток агрегатының 400 А дейін 660 В дейін кернеуге пайдаланылады. Мұндай коммутатордың элементтері электрлік доғаны өшіруге арналған қозғалмайтын және жылжымалы контактілер мен талшықтардан тұратын «пакеттер» болып табылады (6.2-сурет). Барлық қаптамалар бір-бірінен тығыздағыштарды оқшаулап, бір-бір құрылымда екі байлап қалатын корпусқа жиналып, бөлінеді. Жылжымалы контактілер пластик тұтқасы бар роликтің көмегімен жылжытылады. «Қосылған» және «өшірулі» позицияларда пакеттік коммутатордың жылжымалы бөлігі қозғалыстағы бөліктің өздігінен қозғалуына кедергі келтіретін серіппелі механизм арқылы бекітіледі.



1-гильзаларды; 2-тұтқасы; 3-жылжымалы коммутация үшін ролик дискілер; 4-тұрғын үй; 5-пакеттер; 6-базасы; 7 -сымдарды жалғауға арналған бұрандалы контактілер; 8-контактілері бар жылжымалы дискілер.

Контроллер - айнымалы ток және тұрақты ток қозғалтқыштарының жылдамдығын іске қосу, кері бұру, тежеу және басқаруға арналған көпқұрылымдық қолмен ауыстырып қосқыштар, олардың орамаларын ауыстыру немесе осы орамалардың тізбегіне резисторлар салу. Барабан контроллерінің мысалын қолданып жұмыс принципін қарастырыңыз (6.3-сурет, а). Оқшаулағыш материалдан жасалған білікке 3 әр түрлі ұзындықтағы 4 түрлі мықты сегменттер бекітіліп, әртүрлі бұрыштар бойынша бір-біріне ауысқан. Бұл сегменттер жылжымалы байланыстар ретінде жұмыс істейді, бір-біріне байланысты. Контроллердің қозғалатын бөлігі барабан деп аталады. Әрбір сегменттің керісінше - оқшаулағыш негізге бекітілген тегіс метал табақшалары 2 түріндегі бекітілген контактілер. Бұл пластиналардың әрқайсысы (саусақтар) қатаң сәйкес сегменттің деңгейінде орналасқан. Бекітілген контактілерге сыртқы басқару тізбегіндегі электр тізбегі қосылады.

Тұтқаны көмегімен білік 3 айналуы мүмкін және белгілі бір дәйектегі 4 сегменттері бір-біріне қатысты сегменттердің өзара бұрыштық ығысуына байланысты пластиналармен 2 байланыста болады немесе оны жоғалтады. Сонымен қатар сыртқы электр тізбегіндегі электр құрылғыларының элементтері осы бағдарламаға сәйкес ауысады. Бұл бағдарлама сегменттердің ұзындығы мен өзара ауыстыру бұрыштары арқылы анықталады.



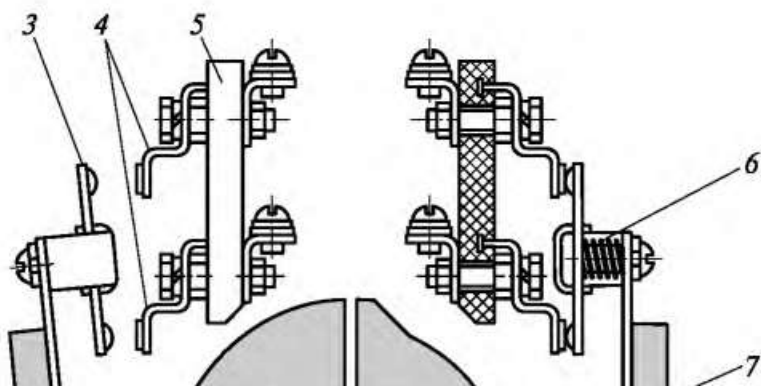
сегменттерімен ұсынылған. Барабанды сағат тіліне қарсы бұрау кезінде барабан сағат тілімен (бейтарап жағдайға қатысты) және I, II және III позицияларында айналған кезде контроллер барабанының жеті позициясы бар: бір бейтарап 0, I, II және III позициялары. Барабан бейтарап күйде болғанда, қозғалтқыш өшіріледі. I барабанының жағдайы 9 - 8 - 7 - 6 - 5, сондай-ақ 4 - 3 тіркелген контактілердің комбинациясы бар. Электр тогы «плюс» терминалынан ОВ қозғалтқыш орамасы арқылы, роторлық LPR, 3 - 4 байланыстар арқылы, арматуралық орамда және 7 - 6 - 5 тұйық терминалдар арқылы «минус» терминалына дейін. Бұл қозғалтқышты іске қосады. Қозғалтқышты іске қосу бастапқы реостаттың кедергісі төмендеуімен жалғасады. Барабанды III орынға бұрған кезде, 1 - 2 байланыстары жабылады, бастапқы реостаттың екінші сатысы шоғырланып, іске қосу процесі аяқталады және қозғалтқыш жұмыс режиміне өтеді.

Егер барабан I жағдайына ауысса, арматурадағы ток бағыты өзгереді және қозғалтқышты кері бағытта іске қосады. II позицияда «старт» жалғасады, ал III барабанның жағдайында қозғалтқыш жұмыс режиміне келеді. Егер бастапқы реостатта ұзақ уақыт ағымына арналған резисторлар көмегімен реттелетін резистор ретінде пайдаланылса, онда контроллер қозғалтқыш жылдамдығын реттеу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Барабан типті контроллердің жетіспеушілігі байланыс контактілерінің сенімділігі болып табылады. Демек, сырғымалы контактілердің орнына кәдімгі элементтер жиынтығы пайдаланылатын, камера түріндегі командалық-контроллерлерді практикалық қолдану. Суретте. 6.4-де әрқайсысы электр тізбегін ауыстыратын екі кескін элементтері көрсетілген. Контроллердің білігіне 1 дөңгелек дискілер бар, олар роликтер арқылы 7 жылжымалы контактілерде әрекет етеді.

Кескіш дискілердің белгілі бір күйінде бұл байланыстар оқшаулағыш негізде орналасқан 4 бекітілген контактілерге жабылады. 6 серіппесі арқылы контактілі қысудың қажетті күші қамтамасыз етіледі. 8 серіппелі тетікті роликпен 7 тетіктермен басады, бұл контактілердің жабылған немесе кэш дискілерінің пішіні мен орналасуына сәйкес қатаң түрде ашылғанын қамтамасыз етеді.

Контроллерлердің дискілік дискілері қажетті командалар тізбегіне реттеліп, дискінің жұмыс істеуі үшін қажетті бағдарламаны орнатады. Контроллердегі ауысу схемаларының саны 12-ге дейін болуы мүмкін.



Сурет. 6.4. Бақылау элементтері:

1 - білік; 2 - камера дискісі; 3 - жылжымалы байланыс; 4 - тіркелген байланыс; 5 - бекітілген контактілердің оқшаулағыш тактасы; 6 - бұлақ; 7 - ролик; 8 - роликті камера дискісіне басу үшін серіппелі.

Басқару түймелері электромагниттік және басқа да құрылғыларды қосу үшін электр жетектерінің басқару тізбектерінде қолданылады. Түймелерде әдетте бір немесе екі жұп байланыс бар. Түймешік итергішті басу арқылы жүзеге асырылады, ол аударымдық қозғалыс кезінде контактілерді жабады немесе ашады (6.5-сурет). Түймелер өздігінен қайтаратын итергішпен немесе өзін қайтарусыз. Соңғы жағдайда, түймешікті итергішті қайтару немесе оны тарту арқылы немесе қайта басу арқылы мүмкін болады. Басу түймесінің жұмыс істеу жолы оның өлшеміне және орнына әсер етеді. Мысалы, аяқтың түймелері еденде, пальмада және панельдегі саусақ түймелерінде немесе басқа ыңғайлы және қауіпсіз жерде болады.

Бір корпуста жиналған бірнеше түйме басу-басқару блогын («батырма түймесі») құрайды. Мұндай түймелі станциялар электр жетегінің қашықтан басқару үшін диспетчерлік консольге орнатылады.

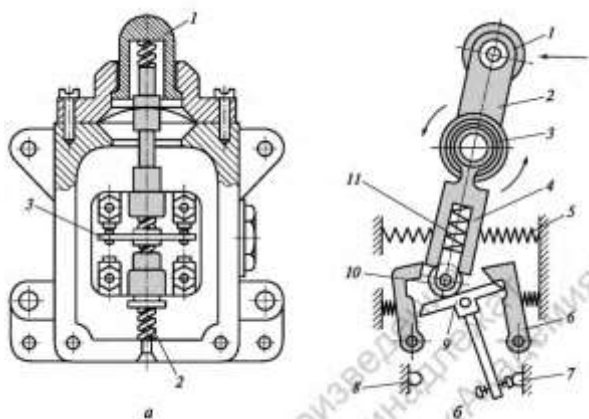
Ауыстырғыштар - кез келген механизмнің (нысанның) қозғалатын бөлігі электр жетегінің жұмыс режимін өзгертуді (тоқтату, керісінше, жылдамдықты өзгерту және т.б.) ауыстыруды қажет ететін электрлік тізбектерді ауыстыратын ажыратқыштар. Егер бұл ұстаным шекті (соңғы) болса, трек ауыстырғышы авариялық қосқыш ретінде пайдаланылады және соңы қосқыш деп аталады. Трассалардың ең көп пайдаланылуы лифтерде (едендік қосқыштарда), көпірдің қозғалысын, троллейбуты немесе тұтқаны жүктеу механизмін шектеу үшін көпір қрандарында болды.

Механикалық әсер ету әдісіне байланысты шекті қосқыштар шиелер мен тұтқыштарға бөлінеді. Суретте. 6.6 және құрылғы көрсетіледі штаттық шекті шектегіш қосқыш. Нысан 1 штангаға әсер еткенде, қозғалыстағы контактілер 3, төмен қарай қозғалады, бекітілген контактілердің бірін (жоғарғы) ашып, басқа контактілер жұбарын жабыңыз (төменгі). Штанганы объектінің механикалық әрекетінен босатылған кезде, жылжымалы контактілер көктемгі 2 бастапқы орнына қайтады.

Бағаналы түрі ажыратқыштың негізгі кемшілігі - байланыстарды қозғалыс жылдамдығы механикалық өзек әрекет ететін, бақыланатын объектінің қозғалысы жылдамдығына байланысты. Сондықтан төмен жылдамдықпен контактілер баяу ашады, бұл электр доғасының пайда болуына әкеліп соқтырады және оларды тез бұзады.

Бұл кемшілігі лифті типті шекті ажыратқыштарда жойылады, оның жұмысының жылдамдығы объектінің қозғалыс жылдамдығына байланысты болмайды (6.6, б). Ролик 1 басылса, тұтқаны 2 білікке айналады, ал 3 серіппелі серіппелер жүйесі арқылы қорғасын 4 айналады. Бұл кезде 11 серіппесін қысып тұратын ролик 9 саусағының бойымен оң жаққа қарай жылжиды және 6 табақшаны басады, ал 5 серіппелер солға қарай өздерінің үй жағдайына қарай жылжиды. Нәтижесінде, жылжымалы контакт 7 пинпен ашады және штырьмен 8 жабылады.

Лимиттік қосқыштардың басқа түрлері бар, мысалы, 3 А дейінгі токпен 380 В дейін кернеуді басқаратын тізбектерді қосу үшін қолданылатын микросвичгаторлар. Олар пластикалық қаптамада жасалады және оларды орнатуды жеңілдететін минималды өлшемдері бар. Микропроцессордың ұзындығы 1 мм-ден аспайтын кішкене батырмаға ұқсайды.



6.6. Штанганың (а) және тұтқыш (б) түрлерінің қосқыштарын қадағалаңыз

6.2. Басқару релесі

Реле - басқарушы және қорғау функцияларын орындау үшін жетекші басқару тізбектерінде қолданылатын ең көп тараған элементтер. Кез-келген релемен жұмыс істеу принципі реле сыртқы әсерді (сатылы)

көрсеткенде, бір тұрақты күйден екіншісіне ауысады, ал реле жетектегіші - байланыс тобы - жабады, электр байланысын ашады немесе ауыстырады.

Эстафета әсер ететін физикалық әсер (триггерлер) реле жұмыс принципін және атауын анықтайды. Электржетектің басқару тізбектеріндегі ең үлкен қолданба реле болды: механикалық, механикалық күшке реакция; нысанның қыздыру температурасына жылу реакциясы; электромагнитті, магнит өрісіне реакция, реле катушкаларынан өтетін электр тоғымен жасалады.

6.2.1. Механикалық реле

Механикалық реле электр жетектерінің басқару тізбектерінде механикалық әрекетке жауап беретін ажыратқыштар ретінде қолданылады. Бұл әсердің әртүрлі себептері бар. Мысалы, бақыланатын объектіні ауыстыру, қысым, жылдамдық және т.б. өзгерту. Мысал - қозғалтқыш жылдамдығына жауап беретін және асинхронды қозғалтқышқа ұқсас жұмыс істейтін жылдамдық релесі.

Білігінің білікке жалғанған тұрақты магниттері (6.7 сурет) асинхронды қозғалтқыштың роторының қысқа тұйықталу орамына ұқсас қысқа тұйықталған 2 ұяшыққа айналады және бұл ұяшықтың ағымдарына тотығын тудырады. Тоқтар магнит өрісінің айналмалы магнит өрісімен өзара әрекеттеседі және электромагниттік сәтті қалыптастырады. Бұл крутяцияның астындағы қысқа тұйықталған ұяшық айналады және тоқтату 6, 5 немесе 7 контактілеріне әсер етіп, оларды 4 немесе 8 контактілерімен (қозғалтқыш роторының айналу бағытына байланысты) жабады.

Қозғалтқыш оппозицияны тежеу кезінде (3.3 бөлімін қараңыз.) жылдамдығы реле қарастырайық. қозғалтқыш кезінде тежеу, тұрақты магнит 1 жылдамдығы азаяды, және ол номиналды қозғалтқыш айналу жылдамдығы 5 -10% мәні жеткенде, қозғалатын бөлігі жылдамдығы реле электромагниттік бұрау моменті актерлік қосылған бұлақтар әсерінен байланыстарды жабық жұп мәнге дейін төмендейді 3 немесе 9 бұрандалармен ашылады. Қозғалтқышты кері қайтару мүмкіндігін қоспағанда тежеу үрдісі тоқтайды. Релелік іске қосылады, онда жылдамдық бұрандалар серіппелерді 3 және 9-реттеу арқылы орнатуға болады.

Механикалық релелерге шектеу қосқыштарын да жатқызуға болады (6.1 қараңыз).

6.2.2. Термалды реле

Жылулық реле жұмысының принципі электр тогының жылу әсеріне негізделген. Мұндай реле сезімтал элементі ретінде әдетте әртүрлі қорытпалардың екі дәнекерленген жолақтарынан тұратын жылу сызықты кеңейту коэффициенттері бар (мысалы, болат және инвар) биметалды пластина қолданылады.

Жылытылған кезде, мұндай пластиналар жылу сызықты кеңеюдің аз коэффициенті бар металл жолаққа қарай ығысады (6.8, а). Егер жылу релесі қозғалтқышты аса жоғары қызып кетуден қорғау үшін пайдаланылса, онда биметальды плитаға сымды жарақатпен жасалған жылытқыш қолданылады.

Суретте. 6.8, б пайдаланылатын РТ типті жылу релесі құрылғысын көрсетеді қозғалтқыштарды жүктемеден қорғау үшін. Жұмыс тогы арқылы өту жылытқыш 1, биметальды пластинаны 2 қыздырып, оны бұтуіне себепші болады. 2 табақшасы 4 бекіткішінің 3 бұрандасына бекітіледі, ол қысқышты 5, бұл серіппелі 6 сағат тіліне қарсы бұрылуға мүмкіндік береді.

Алайда, биметалл ағымдағы 2 иілу рұқсат етілген мәні асатын кезде ысырмасы 4 төмендетті және реліздері сағат тіліне қарсы қосылғанына Кронштейнді 5, тіркелген байланыста 9 қатысты жылжымалы байланыс 8 көтеріп, контакторлар немесе магнит электр жетегінің, катушкалар тізбек ашу етіп үлкен (6.4 қараңыз). Нәтижесінде, қозғалтқыш желіден ажыратылған. 1-1,5 мин биметалл жолақ салқындағанда және оның алдыңғы күйіне қайтарады. Релелік байланыс қайтадан жабық болады, онда оның бастапқы күйіне Кронштейнді 5 оралу үшін 7 түймешігін басыңыз.

6.2.3. Электромагниттік реле

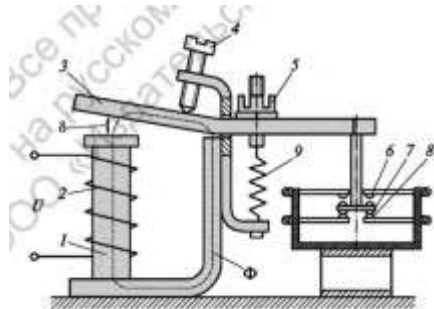
Электромагниттік реле электр жетегінің басқару құрылғыларын ауыстыру үшін қолданылатын көптеген құрылғылардың тобын құрайды. Электромагниттік реле қашықтан басқару құрылғылары болып табылады, өйткені олар электр сигналын (кернеу) олардың катушкаларына тамақтандыру арқылы айтарлықтай қашықтықтан бақылана алады.

Электромагниттік реле басқару байланыста (сур. 6.9) принципі қарастырайық. Мұндай эстафета электр және байланыс тобының тіркесімі болып табылады. электромагнит катушкалар тұрады 2, жылжымалы бөлігі негізгі 1, арматура 3 арматура 3. деп аталады және полюсті негізгі 1 байланыс тобының 5. саңылауына әуе бөлінген тіркелген байланыстар 6 және 8 және байланыс көпір ұйымдастырды жылжымалы байланыстар 7 тұрады. реле орамасының кезекпен саны - электр сигнал (кернеу) нақты катушкалар, терминалдар үшін U мәндері 2 магниттелуі күшін I_w , W жасайды осы катушкалар ағымдағы алуға қолдану арқылы. Бұл жағдайда магнит ағыны реле магниттік жүйесінде индуцирует, ал F корпусының күші қолданылған кезде, серіппеге 9 қарсыласуды еңсеру арматурасы ядроға тартылады, яғни, Арматура 3-тен ауа ағынының көлеміне механикалық қозғалысы бар. Нәтижесінде жылжымалы контактілермен 7 шығады, контактілердің 6 жабуына және контактілердің ашылуына себеп болады. Бұл процесс релелік операция

деп аталады.

Егер сигнал (кернеу) U 2 катушкаларынан жойылса, реле босатылады, ал арматура 9 серіппелі 9 әрекетімен бастапқы оралса, контактілер 8 ашылып, контактілер 6 жабылады.

Осылайша, реле екі тұрақты жағдайдың бірінде болуы мүмкін: егер белгілі бір деңгейдегі катушкалардың кернеуі бар болса, мемлекет «іске қосылады» және реле катушкаларындағы кернеу болмаған немесе оның мәні белгіленген мәннен аз болса, мемлекет «босатылады».



6.9. Сур. Электрмагниттік реле

1 - ядро; 2 - катушкалар; 3 - якорь; 4 - реттеу бұрандасы; 5 - реттелетін жаңғақ; 6 және 8 - тіркелген байланыстар; 7 - жылжымалы контактілер; 9-қайтарғыш көктем

Электромагниттік реле келесі параметрлермен сипатталады.

Релелік кернеу (ток) кернеудің ең төменгі мәні болып табылады, немесе кернеудің ядроға сенімді түрде тартылатын және оның контактілері ашық күйден жабық күйге дейін және керісінше баратын катушкалардағы немесе ең төменгі ток шамасы. Реле паспортында номиналды кернеу көрсетіледі, ол үшін катушкалардың қосылуы есептелген, ол жұмыс кернеуінен біршама жоғары. Бұл реле сенімді жұмысын қамтамасыз етеді.

Релелік босату кернеуі (ток) кернеудегі ең үлкен кернеу немесе оның ішіндегі ең үлкен ток болып табылады, онда арматурадағы тартқыш күш ядродан арматурадан сенімді түсіп кету үшін қажетті мәнге дейін азаяды, ал контактілер жабықтан ашыққа дейін және керісінше.

Қалпына келтіру коэффициенті кернеудің (ағымның) кернеудің (ағымның) кернеуіне (ағымына) қатынасы.

Релелік жұмыс уақыты - коммутациялық кернеу релелік катушкалардың контактілерін ауыстырғанша қолданылатын сәттен бастап уақыт аралығы.

Эстафетаны босату уақыты - кернеу релелік катушкалардан бастап, контактілер бастапқы орындарына оралғанша уақытша интервал.

Релелік баптау - реле реттелетін кернеу немесе ток шамасы, ол іске қосылады немесе шығарылады.

Реакция жылдамдығы жоғары ($\tau_{\text{ср}} < 50 \text{ мс}$) және қалыпты ($\tau_{\text{ср}} = 50 + 250 \text{ мс}$) бөлінеді. Жауап беру уақытын алу немесе 250 мс-тан артық босату үшін уақыт релесі деп аталатын арнайы реле қолданылады.

Релелік реттегіш элементтер - бұранда 4 және гайкамен 5. Осылайша, 9 серіппелі гайкамен 5 тартылғанда, реле жүріп бара жатқанда арматураның айналуына кері әсер ететін күш көбейтіледі, бұл жұмыс кернеуінің артуына әкеледі. Сонымен қатар 4 бұранда арқылы ауа ағынының 5 артуы әсер етеді.

Релелік катушкалар арқылы өтетін токтың түріне қарай, соңғы DC және AC релелеріне бөлінеді. Тұрақты ток реле ядросы мен арматура қатты қимасы бар электрлік болаттан жасалған.

Айнымалы ток релінде, оң жақ жарты циклдар өзгерген кезде, лездік ток мәндерінің бағыты өзгеруіне байланысты, электромагнеттің теріс ядросы жүйелі түрде магниттелуді қалпына келтіреді және оны толқынды тудыратын ағынды токтар пайда болады.

Кедергі ағындарын азайту үшін, айнымалы ток релелік ядросы біркелкі, i.e. бір-бірінен оқшауланған жұқа электрлі болат тақталардан жұмысқа қабылданады. AC реле жабық ілмектер Тағы жобалау ерекшелігі $1/3$ шаршы ұшын қамтитын өзегі (сур. 6.10) сүрлеу болуы болып табылады. Бұл бұрылыс ретінде әрекет ететін бұрылыс фиг. 6.10.

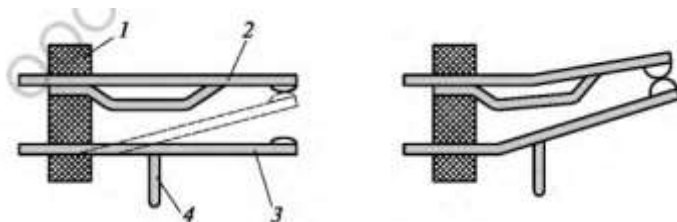
Электродты ток өткізгіштің нәтижесінде реле катушкаларындағы нөлдік ток мәндер сәтте арматура өзекке тығыз орналасқан.

DC релесі бейтарап және поляризацияланған бөлінеді. бейтарап қосқыш катушкалар токтың бағыты реле процесінің жұмысына әсер етпейді. арматура өзегі басқа жағына тартылған және, онда іске басқа топ Байланыстар катушкалар өзге ағымдағы бағыты, ал арматура катушкалар ток бір бағытта полярлық эстафета, өзегі бір жағына тартты және, онда триггер байланыстар гүр-ру аудио отыр.

Эстафета жұмысының сенімділігін негізінен электр тізбектерін ажырату, ауыстырып қосу үшін арналған және ешқандай діріл бар және электр тізбегінің осылайша байланыс кедергісі төмен қамтамасыз ету, балқыту немесе жанып жоқ қуатын анықталады құлыптау үшін қажетті қысу күші бар, олар байланыстарды, сенімділігі анықталады.

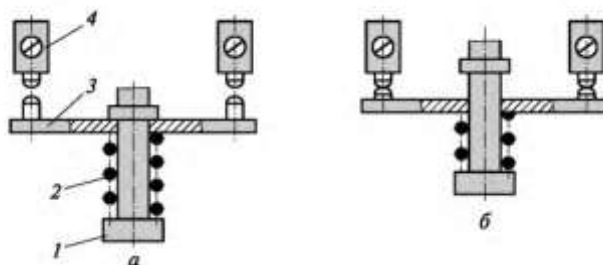
Басқару релелік контактілері әдетте контактілерді жабу кезінде соққыларды жұмсартуға мүмкіндік беретін серпімді жалпақ плиталарға бекітіледі (6.11-сурет).

Сондай-ақ, алшақтық тізбегі екі байланыстар (сур. 6.12) кезінде жүреді, онда, байланыс құрастыруды шунтталатын қолданылады.



Сурет 6.11 Рычагты байланыс торабы

1 — негізі; 2 — жылжымайтын контакт; 3 — жылжымалы байланыс; 4 — тірек

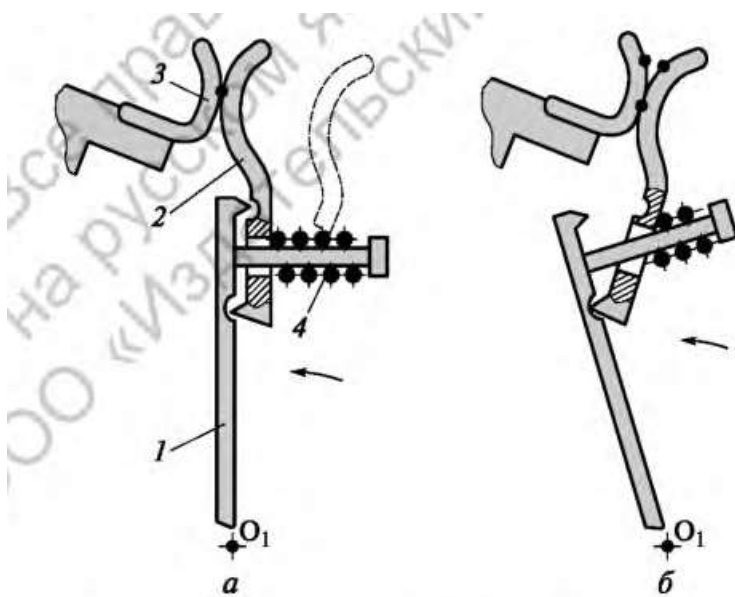


Сурет. 6.12. Көпір контакт түйіні:

а — ашық; б — жабық; 1 — тірек; 2 — контактілерді қысу көзі; 3 — жылжымалы байланыстары бар көпір; 4 — тіркелген байланыстар

влал

Жабылу кезінде осы конвейердің жылжымалы контактісі стационарлы үстіне өтеді, ол бетінің тотықты қабаттарынан тазартылуын жеңілдетеді. Контактілердің сенімділігі олар жасалатын материалдарға байланысты. Контактілер үшін әдетте механикалық беріктігі жеткілікті, жоғары балқу нүктесі, электр өткізгіштігі бар материалдар қолданылады. Төмен қуатты релелік байланыстар күмістен, платинадан, алтыннан, платина-иридиядан және басқа қорытпалардан жасалған. Бұл материалдар кішкентай контакт тұрақтылығын тудырады.



Сурет. 6.13. Жылжымалы контактілерге арналған білік:

а — ашық; б — жабық; 1 — рычаг; 2 — қозғалмалы контакт; 3 — қозғалмайтын контакт; 4 — серіппе; 01 — рычаг айналу осы

Үлкен билік релесінің байланыстары күміспен жезден, мыс, вольфрамнан және вольфрамның қорытпаларынан жасалған. Вольфрамнан және оның қорытпаларынан жасалған байланыстар механикалық беріктігі мен жоғары балқу нүктесіне ие.

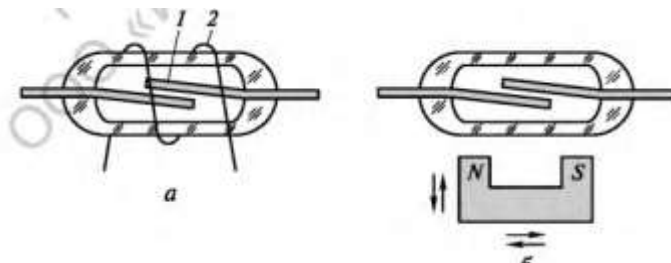
Контактілерде ұшқынның азаюы үшін контактілерге параллель қосылған конденсатор мен резистордан ұшқын-тізбектелген RC тізбектері қолданылады.

Байланыстыру беттерінің түрі бойынша (нүктеде, сызық бойымен немесе жазықтық бойымен) контактілер нүктеге, сызықты және жазықтыққа бөлінеді. Төмен қуатты тізбектер үшін контактілер бетінде тотықты пленкадан контактілердің тазалануын қамтамасыз ететін нүктелік контактілер пайдаланылады және олар контактінің тозуы біркелкі тозады. Байланыстардың ең күрделі жұмыс режимі тікелей ток тізбектерін (әсіресе жоғары қуатты) ашу болып табылады, себебі электр доғасы пайда болады және біраз уақытқа дейін байланыста болады. Айнымалы ток тізбектері ашылғанда контактілердегі доға әлдеқайда жылдам өтеді, себебі әр кезеңде айнымалы ток нөлдік мәндерден екі рет өтеді. Сондықтан, бірдей контактілерді қолданып, айнымалы ток тізбектерін ток тізбектерінің қуатынан 3-4 есе артық қуатпен үзуге болады.

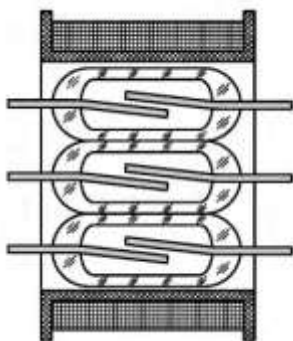
Релелік байланыстар олардың мақсаттарына бөлінеді: жабу (жабылу) - реле жүріп, контактілерді жабу кезінде және реле босатылған кезде олар ашық;

ажырату (ажырату) - реле ашылған кезде, контактілер ашық және реле босатылған кезде олар жабылады; коммутация - реле жүрген кезде контактілер басқарылатын тізбекті ауыстырып қосады, олардың әрқайсысы қосқышта үш ауысымды байланыс бар, орта және екі төтенше; ал сырттай біреудің орташа байланысы жабу болып табылады, ал екіншісіне байланысты ажыратқыш контакт.

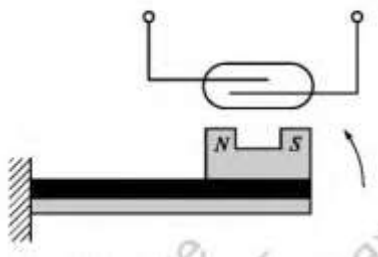
Контактілердің сенімділігін жоғарылату үшін қамыс қосқыштарындағы реле құрылды. Рездік коммутатордың контактілері майлы магнит өткізгіштігімен, жабысқақ шыны лампамен тығыздалған, өтпелі қорытпадан жасалған жазық серіппелі табақшалар (жолақтар) түрінде жасалады (6.14, а).



Сурет 6.14. Геркондық реле



Сурет. 6.15. Көп контактілі Геркондық реле



Сурет. 6.16. Геркондағы термореле

Егер қамыс коммутаторы тұрақты магниттің жанында немесе ток катушкаларының ішіне орналастырылса, бұдырдың қосқыштарының контактілері (табақшалары) арқылы өтетін магнит ағыны оларды ағынның магниттік кедергісі минималды болу үшін жабады. Нәтижесінде қамыс релесі жұмыс істейді. Егер катушка ажыратылса немесе тұрақты магнит жойылса, олардың серпімділігіне байланысты, яғни реле босатылады (6.14, б). Егер катушкада бірнеше ризттің қосқыштары орнатылса, бірнеше жұп контактілер үшін реле - көп контактілі қамытты ауыстырып қосқыш (6.15 сурет).

6.1-кесте

Басқару релесі

Басқару релесінің типі	Контактілер саны	Тұрақты номинальді кернеу, В	Контактілердегі номинальді кернеу, В	Ұза конт
ПЭ-20	4р + 4з	—	12—240	
ПЭ-23	3р + 3з	12-110	12—240	
РП-41, РП-42	8,4	12—220	—	
ЭП-41В	3—6	—	36—500	
РПМ-0	4-12	—	12—500	
МКУ-48с	2—6	12—220	24—380	

Сурет. 6.17. Аралық реле

ЭП-41:

1 - қалыпты ашық блок-контактілер; 2 - қалыпты жабық блок-байланыстар; 3 - тартылатын ядро бар электромагнит

Сурет. 6.18. Кіші реле

МКУ-48:

1 — катушка; 2 — ядро; 3 — якорь;
4 — контактiлер

Кәдімгі электромагниттік релелермен салыстырғанда, рейдтік қосқыштар жоғары жылдамдықпен және сенімді байланыспен жұмыс істейді. Қамалы релелердің негізгі жетіспеушілігі контактiлерге төмен рұқсат етілген ток жүктемесі (рұқсат етілген жүктеме асып кеткен жағдайда контактiлерді дәнекерлеу қаупі бар). Тағы бір кемшілігі - реле жүрген кезде контактiлердің «соққысы». Олардың итбалығы қамыс байланыстарының серпімділігінен туындаған.

Жабық контактiлермен оралған қосқыштардан басқа, NC байланыстарымен қамыс релесі бар. Мұндай реле, катушке қосымша, тұрақты магнитті қамтиды. Бұл ретте катушкалар сигнализациясыз болса, тұрақты магниттің магнит өрісінің әсерінен қамыс қосқыштарының контактiлері жабылады. Катушкадағы сигнал пайда болған кезде, катушаның магнит өрісі магнит өрісіне қойылып, оны әлсіретеді, ал серпімді күштер байланыстарды ашады. Қатардағы

сигналды тоқтатқан кезде магнит өрісі тұрақты магнитті қалпына келтіреді және контактілер қайтадан жабылады. Рездік қосқыштар 2 ампер дейін 300 В дейін ток үшін дайындалады. Рездік ажыратқыштарды рельс қосқыштарында пайдалану мүмкін. Бұл жағдайда бақыланатын объектіге тұрақты магнит орнатылуы керек, оның соңғысы байланыстың коммутаторына түседі. Реед қосқыштары жылу релелерінде де қолданылады. Бұл жағдайда тұрақты магнит биметалды пластинаға орналастырылады, ол қыздырылған кезде қамыс коммутаторына және оның контактілеріне жақындайды (6.16-сурет). Кестеде. 6.1 жиі пайдаланылатын электромагниттік басқару релесінің деректерін көрсетеді. RP-41, RP-42 және EP-41 типтеріндегі релелер аралық болып табылады, өйткені олар әдетте бақылау сигналдарын көбейту үшін қолданылады. контактілер санын көбейту үшін басқару схемасындағы релелік байланыстар саны жеткіліксіз болса немесе контактілерде рұқсат етілген ток тым аз болса. Көпір түріндегі EP-41 релесі байланыстары 16 А дейін есептеледі, сондықтан ол төмен қуатты қозғалтқыштарды қосу үшін тікелей пайдаланылуы мүмкін (0,6 кВт-қа дейін). МКУ-48 типті реле (6.18 сурет) қуаттың аз шығыны бар кішігірім сезімтал реле (220 В кезінде 5 мА дейін).

6.3. Уақыт релелері

Уақыт релесі (кешіктірілу релесі) бір басқару схемасының элементі екіншісіне әсер еткен кезде уақытты кідіртуге арналған. Релелік шығыршыққа бақылау сигналы қолданылған сәттен бастап, реле ашылғанға дейін реле кешігу уақыты деп аталады және реле босатылған кезде реле босатылған кезде басқару сигналы алынып тасталған сәттен бастап уақыт.

Реле жұмыс істеп, босатылған кезде баяулатуды алудың ең қарапайым жолы реледегі параллельді реледегі тұрақты ток конденсаторын қолдану арқылы жүзеге асады. Кернеу катушке қолданылған кезде, конденсатор зарядталады және кейін ғана реле басталады. Кернеу катушадан шығарылған кезде, конденсатын шығару басталады. Релелік босату кешіктіріледі және ол тек қана катушкалардағы кернеу босату кернеуінен аз болғанда орын алады. Алайда, алынған баяулау шамалы. Қатердің мөлшері оны алу әдісіне байланысты. Осыған орай, уақыт релесі релелерге бөлінеді, оның атауы баяулау әдісін білдіреді: электромагниттік баяулау, пневматикалық, анкерлік механизммен, қозғалтқышпен және т.б.

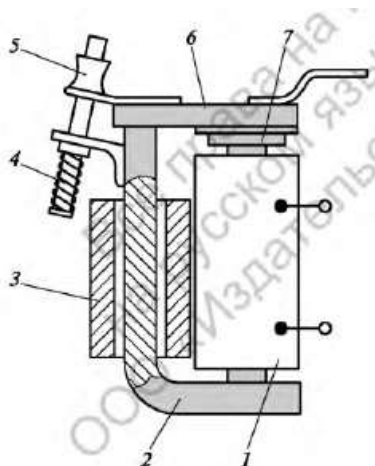
Электромагниттік баяулауы бар таймер. Электромагниттік баяулау электромагниттік процестерді бәсеңдететін элемент болып табылады. Осындай тосқауыл ретінде магниттік тізбекті 2 (сурет 6.19) немесе реле катушкаларына тікелей қойып, мыс немесе алюминий жеңімен 3 (сақина) пайдаланыңыз. Осы реледегі уақыт кешігуі оны шығару барысында пайда болады. 1 катушкасын өшіргенде, магнит ағыны Φ -дің магнит тізбегіндегі emf -дің вентиляциясында индуцирует. Ленцтің ережесіне сәйкес, осы ЭМӨ-нің қышқылында осындай ток бар, магнитті

ағыны, оның генерациялайтын магнит ағыны Φ . Бұл реле магниттік схемада ағыны бәсеңдетеді, сол себепті реле демпфер жоқ кездегі уақыттан асып кететін мәнге жетеді. Бұл магниттік ағынның азаю кестелерінде (6.20-сурет), амортизатор болмаған кезде (1-график), сондай-ақ,

(график 2). Осы кестелерді салыстыра отырып, біз релемені демпфермен босату уақыты екенін білеміз. In2 бұл реле босату уақыты жоқ қарағанда ұзағырақ. Релелік босату уақыты (6.19-суретті қараңыз) жезден қалыңдығын өзгерту арқылы реттеледі. 1 катушкасын өшіргенде, магнит ағыны Φ -дің магнит тізбегіндегі emf -дің вентилиациясында индуцирует. Ленцтің ережесіне сәйкес, осы ЭМӨ-нің қышқылында осындай ток бар, магнитті ағыны, оның генерациялайтын магнит ағыны Φ . Бұл реле магниттік схемада ағыны бәсеңдетеді, сол себепті реле демпфер жоқ кездегі уақыттан асып кететін мәнге жетеді. Бұл магнит ағынының азаю кестелерінде (6.20-сурет), амортизатор болмаған кезде (1-график) және амортизатордың қатысуымен (2-график) көрсетілген.

Осы кестелерді салыстыра отырып, біз босату уақытын көреміз бұл реле ұзақ уақыт босату уақыты бар реле зақымдалған жоқ. Релелік босату уақыты (6.19 суретін қараңыз) жезден (магниттік емес) қалыңдығын өзгерту арқылы реттеледі, 6: тығыздаудың қалыңдығының төмендеуімен, $pn2$ ұлғаяды. Бұл магнит кедергісі 5 (сурет 6.9-суретті қараңыз) ағып кетуімен азаяды және оның мәні артады, Оны реле шығарылатын Ptp мәніне дейін азайту уақыты артады.

6.19.-сурет. Электромагниттік баяулауы бар тұрақты ток релесі:

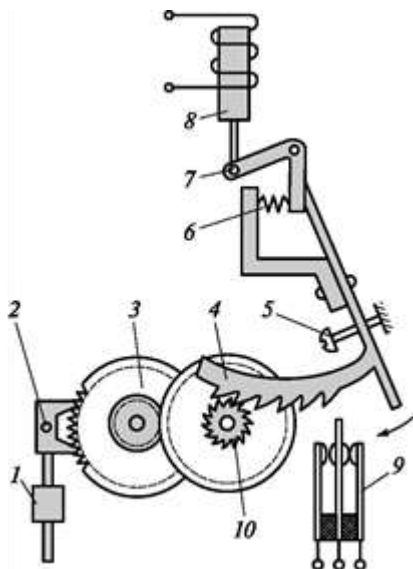


1 - катушкалар; 2 - ядро; 3 - жеңдер; 4 - қайтарылатын серіппені; 5 - реттелетін жаңғақ; 6 - якорь; 7 - магнитті емес тығыздауыш
кладка немагнитная

Электромагниттік баяулау тек DC реле үшін пайдаланылады. Сондықтан, егер бұл реле айнымалы ток тізбегінде қолданылса, релелік катушкаларды жеткізу үшін түзеткіш қажет. Электромагниттік

баяулаған REV 810 типі 0,25-ден 3,8 с дейін баяулады. Пневматикалық уақыт релесі. Бұл реле серпімді мембранамен бөлінген камера түрінде пневматикалық модераторды пайдаланады (6.21-сурет). Кернеу 2 катушкаларына қолданылғанда, электромагнетика арматурасы 1 ядросына түсіріледі. Мұнда 10 ры өз салмағының күші мен серіппелі 9 төмендейді. Бірақ бұл процесс баяу, өйткені пневматикалық камераның 8 жоғарғы бөлігі калибрлеу дроссельдің ашылуымен ауа арқылы толтырылады. 6 ротордың электромагнетиканың арматурасына түсіп жатқанда ол 3 тұтқасымен байланыстарды жабады. 12. Осылайша, реле ол іске қосылғанда баяулайды, ал кернеу электромагнит орамынан шығарылғанда, арматура 10 ротормен бірге қайтару серіппесінің 11 әрекетімен көтеріледі, яғни бастапқы орнына қайта оралады. Бұл процесс 7 клапанның ашылуына байланысты жылдам өтеді, сондықтан камерадан 8 ауа болады тек қана 6 ашу арқылы ғана емес, сонымен қатар 7 клапанының ашылуы арқылы жүзеге асырылады.

6.21-сурет. Пневматикалық уақыт релесі.



Сурет 6.22. Анкелі механизмді уақыт релесі.

Пневматикалық релемен жұмыс істеудің орнатылған уақыты дроссельдің 6 саңылауының өлшемін өзгерту арқылы 5 бұрандамен

жасалады: ашылатын кішірек болса, соғұрлым ұзақ жауап уақыты. РВП пневматикалық уақыт релесі 3 мин. дейін баяулады.

Зәкірлі (сағат) механизмі бар уақыт релесі. Соленоидтың соленоидтық катушкаларына кернеу қолданылған кезде, ядро 8 тартылған (сур. 6.22) және тетігінен (7) арқанды тісті тістермен сағат тіліне қарсы бағытта жылжытады (9). Бұл жағдайда серіппелі 6 қысылады. Тасымалдау 4 тістері бар, тісті доңғалақтардың жүйесі арқылы 10 рычаг дөңгелегімен айналысады.

6.2- кесте.

Уақыт релесі

Түрі	Баяулауы	Кернеу , В	Уақыт кешігу ауқымы,с	Байланыс көлемі зам./разм.	Байланыс арқылы өтетін ток
<i>РЭВ-810</i>	Электромагниттік	12; 24; 48; 110; 220	0,25-3,8	1,2/1,2	10
<i>E-510</i>	қозғалтқыштың реле DC	110; 220	1-360	-/4	5
<i>ЭВ-100</i>	DC анкерлі механизмі бар	24; 48; 110; 220	0,1-20	1/-	3-5
<i>ЭВ-200</i>	Акустикалық анкер механизмі	127; 220; 380	0,1-20	1/1	2,5
<i>РВ-4</i>	арқылы Айнымалы ток релесі	127; 220; 380	1-360	1/1	

Айналу жылдамдығы тісті 3 жиілігімен анықталады маятниктің тербелістерінің 1, байланған осіне 2: бір ауытқуы маятник шестерня бұрылады бір тіс. Жиілік маятниктің тербелістерінің байланысты ережелер жүктің 1: жоғары жүк, аз ұзындығы маятник және соғұрлым оның жиілігі тербелістер.Осылайша, кезінде көтерілген жүктің 1 өту рейкалар 4-тен тұйықталу байланыстарды қысқарады, ал түсіру кезінде— артады.Кернеу электромагнит орамынан алынып тасталғанда, рельс 4 серіппелердің әрекетімен бастапқы орнын береді. Бұл үрдіс бәсеңдеместен орын алады, себебі тіреуіштің және қиғаш дөңгелектің қиғаш тістері бұған кедергі жасамайды.Осылайша, анкерлік тетігі бар реле кезінде, баяулау тек активтендіру кезінде болады. Берілген реле уақытты орнату маятникте 1 жүктемені жылжыту арқылы жүзеге асырылады және рельстің қимылының мөлшерін анықтайтын 5 бұрандамен орындалады.

Егер бірнеше минут ішінде баяулату қажет болса, мотор уақытының релесін пайдаланыңыз. Бұл релеменің басты элементі - үлкен беріліс

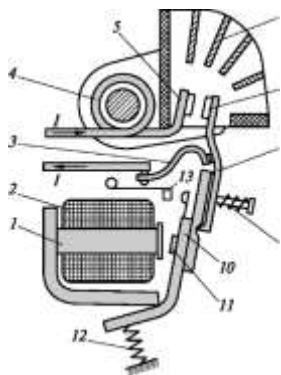
қатынасы бар тетік арқылы секторды байланыс топтарында әрекет ететін шұғыламен айналдыратын электр қозғалтқышы. Кестеде. 6.2 уақыт релесінің кейбір түрлерінің техникалық деректерін көрсетеді.

6.4. Контактторлар және магниттік стартерлер

Контактторлар - электрлік электр тізбектерін қосу және өшіруді қашықтан басқаруға арналған электромагниттік құрылғылар. Электр қозғалтқышында контактторлар ондық, жүздеген ампермен және одан да көп өлшенген электр қозғалтқыштарының немесе басқа да акустикалық тізбектердегі өлшеуіштерді қосу және ажырату үшін қашықтан басқару құралын пайдаланады.

Негізінде, контакттор электромагниттік реле болып табылады, бірақ оған күшті электр магниттері арқылы ерекшеленеді, жоғары токтарға арналған (2500 А дейін) контактілер жүйесін сенімді түрде жабу үшін жеткілікті тарту күші.

ДС контактторлары. Суретте. 6.23 тікелей ток қозғалтқыштарын қосу үшін арналған тікелей ток контактторының конструктивті тізбегін білдіреді. Контактторлар 1 арматура 10 (клапан-түрі) бұрылатын қозғалысы және катушкалар 2, күшіне және арматура қосу өзегі тартылды жинақталатын қайтару көктемгі 12, сығымдау және байланыстар 5 және 7 жабылды отыр өткізгішпен 2. бар электромагниттік тұрады. Негізгі тізбектің ағымдағы I қосулы жоғарғы сым арқылы (автобус), катушкалар, 4 өрт сөндіру доғаны, тұрақты байланыста жылжымалы байланыс 7 5,6, икемді мыс таспа («Әуе») 3 және төмен сым (автобус) өтеді. Күшті7, 8 тұтқасында орналасқан жылжымалы контактіні 7 басып, бекітілген контактіге 5 басыңыз жабу негізгі 5 және 7 илектеу орын 9. G серпімділік анықталады (қараңыз. сур. 6.13), оксидтері және күйеден бастап олардың беттерін қамтамасыз ететін. Контактторда контактторы басқару схемасында пайдаланылатын 13 біріктірілген контактілер бар. Бұл байланыстар шағын ағымдарға бөлінеді, сондықтан олар негізгі байланыстардан кішірек.



6.23-сурет. ДС контактторы

2 катушка ажыратылған кезде ағымдағыарматура 10 қайтару көктемгі 12 бастапқы күйіне қайтару және байланыстар 5 және 7 ашылды. Салдарынан олардың арасында басшылары байланыстарды ашу туралы немагнитных (үрмелі) төсеп 11. қалдық магнетизм зәкір, магнит ағынының үшін өзегі арматура «жабысуын» жою үшін электр доғалық орын пайда болады және ЭҚК сақталады, ол коммутацияланатын мотор катушкаларында кездеседі. ажыратылған тоқтатқан кезде, осы жағдайларда, контактілер арасындағы алшақтық негізгі тізбегіндегі ағымдағы ағыны айналады. Доғаның ериді және негізгі байланыстар байланыс беттерін қатты қызып. пускатель доғаның сөндіру үшін тез доға жойылып үшін жағдай жасау, екіншіден негізгі байланыстар жақын орналасқан электр доғалық контакторлар, әсерінен қорғау үшін, ең алдымен, ARC науадағы, тағайындау пайдаланылады. Аркалық камерасы электр оқшаулайтын және ыстыққа төзімді қасиеттерді біріктіретін, асбестцементтен жасалған. камерасының ішкі қуысында бірнеше бөлігіш ұйымдастырды қабырғалары оқшаулағыш әрбір жұп арасында 6-шы оқшаулағыш көлденең қабырғалары бар. Бұл бөліктер доғаны аркадан шығып кетуді жеңілдететін шағын доғалар сериясына бөледі. Бетінің жылжуы доға негізгі тұйықталу ағымдағы өтіп, онда магниттік жинақталатын катушкалар, 4 «күйіп» сөндіру камераның жоғарғы кеңістігіне ашылады. DC контакторлары бір немесе екі-полюсті; олардың магниттік жүйесі қатты қимасы бар магнитті жұмсақ электрлік болаттан жасалған. Тұрақты контакторды таңдай отырып, контактордың жұмыс кернеуі номиналды кернеудің 0,8-ден аспауы керек және негізгі контактілерде рұқсат етілген ток қозғалтқыштың немесе осы контактілермен ауыстырылған басқа құрылғының жұмыс тогының шекті мәнінен кем емес.

АС контакторлары. АС контакторлар әдетте үш негізгі емес байланыстармен көбіне өндіреді; ішінде контакторлардың кейбір түрлері, олардың саны төртке дейін көбейтіледі тіпті беске дейін. Бұл контакторлардың магниттік жүйесі төмендету мақсатында Қуатты ток шығындарын жоғалту лизэлектрлі болат. Жеткілікті алу үшін АС контакторларының арматурасында үш-Бұл жағдайда экстремалды шыбықтардың (полюстердің) қысқа тұйықталған катушкалар болып табылады (6.11-суретті қараңыз) контактор белсендірілген кезде арматура тербелістерін жояды. Бұл туралы 6.24 –суретте балама ток контакторының магниттік жүйесін клапанның түрікөрсетеді.

Кернеу магниттік катушкаларға 1 қолданылғанда, магниттік ағын магнит схемасына 2 енгізіледі, арматура трактивтік күштің әрекетімен ядросына тартылады және негізгі және ортаңғы жылжымалы контактілердің жетек білігін айналдырады.

Тракторлық күштің маңыздылығы, тартылыстың болуына байланысты якорь қатты соққымен жүреді. Кейбір конструкцияларда осындай әсердің қалаусыз салдарын болдырмау үшін, контакторлар амортизаторларға орнатылады.

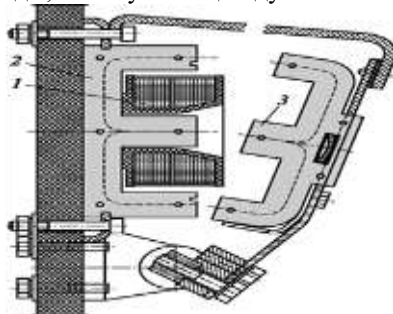
Контакторлардағы контактілерде доға сөндіру үдерісі ағымды жеңілдетілді. Бұл айнымалы токтың нөлдік мәндерінде доғаның пайда

болуымен түсіндіріледі. Келесі жарты циклде өшіріледі және қайтадан іске қосылмайды.

Төмен айнымалы ток қуатының контакторлары

Олар магнитті тікелей магниттік жүйесімен өндіріледі, олар магистральдық контакттық схемаларда екі рет үзілуді қамтамасыз ететін көпірек контактіліктермен (6.12-суретті қараңыз). Төменгі қуат пен көпір контактілерін пайдаланудың арқасында, доғалық сөндіру процесі оларды ашу кезінде негізгі байланыстарда жеңілдетілген, бұл контактордағы доға сымдарын пайдаланбауға мүмкіндік береді. Төменгі қуат пен көпір контактілерін пайдаланудың арқасында, доғалық сөндіру процесі оларды ашу кезінде негізгі байланыстарда жеңілдетілген, бұл контактордағы доға сымдарын пайдаланбауға мүмкіндік береді. Мұндай контактордың өлшемдері едәуір азайды.

Контакторлық катушкалар айналдырудың үлкен саны бар орамдық симмен жасалады және айнымалы токтың толық кедергісі $Z = r + jxL$ тек белсенді r арқылы ғана емес, индуктивті xL қарсыласуымен де анықталады. Контакторды қосудың алғашқы сәтінде электр магнитті магниттік жүйе полюстер мен арматура арасындағы ауа айырмашылығына бөлінеді, сондықтан магниттік ағын әлсіреді және катушаның индуктивті қарсылығы салыстырмалы түрде аз. Бұл қосқыш қосылған кезде контактордың катушкаларының тізбегіндегі елеулі ток ағыны түсіндіріледі. Келесі сәтте контактор активтендіріледі, магниттік жүйе жабылады, ал катушаның индуктивтік кедергісі артады.



6.24-сурет.. Ауыспалы ток
клапанының

контакторының магниттік жүйесі

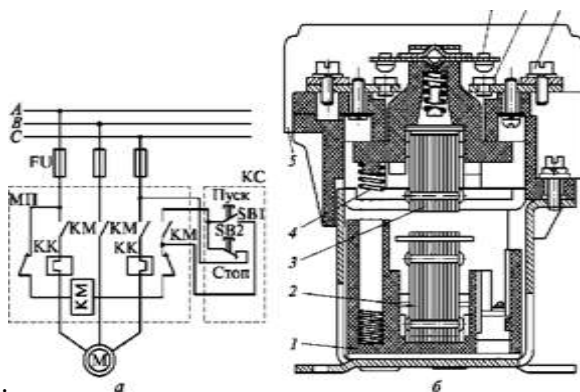
Бұл жағдайда катушкалардағы ток тұрақты күйге дейін төмендейді. Сондай-ақ айнымалы ток контакторларын DC катушкалармен жасаңыз. Мұндай контакторлар тұрақты ток тізбектерінде қолдануға арналған, бірақ олардың негізгі (қуат) контактілері айнымалы токтың айнымалы ток тізбектерін пайдаланады.

Магниттік стартерлер қашықтан басқару үшін электромагниттік құрылғылары және үш фазалы асинхронды қозғалтқыштардан қорғайтын электромагниттік құрылғылар болып табылады. Мүмкін емес магнитті стартер (6.25, а) нақты магниттік стартер мен түйме станциясынан тұрады. Шын мәнінде, магниттік стартер МР үш басты (қуат) контактімен, 1-ден 5-ке дейін блок-контактілерге және екі жылу релесімен КК-ның контакторларынан тұрады. Екі жылыту элементтері

бар бір жылу релесін пайдалануға болады. Барлық тізімделген құрылғылар жалпы тұрғын үйде орналасқан.

Жылулық релелердің қыздыру элементтері фазалардың желілік сымдарымен біріктіріледі және бұл релелердің контактілі контактары контакторлық катушкалардың тізбегіне қосылады. Осылайша, мотор көп жүктелген кезде жылу релесі белсендіріледі, олардың контактілері ашылады және СМ контакторының катушкасы өшіріледі. Бұл үш фазалы асинхронды қозғалтқыштың статор орамасының тізбегіндегі КМ қуатының байланысын ашуға әкеледі.

Магниттік стартер СМ құрылғысының түйме станциясынан басқарылады. Стартер қайтарылмайтын болса, онда стартерді басқару екі түйме арқылы жүзеге асырылады: SB1 «Старт» және SB2 «Токтату» түймесі (қызыл түс). SB1 түймесі басылғанда, СМ катушкаларының тізбегі жабылады, ол іске қосылады және қозғалтқышты қуат көздері арқылы электр желісіне қосады. Сонымен қатар, СМ контактілі блок SB1 түймесіне ауысады. Сондықтан түйме босатылған кезде, СМ контакторының катушкалар тізбегі.



6.25-сурет. АС магниттік стартер: 1 - базасы; 2 - ядро; 3 - якорь; 4 - қайтарылатын серіппені; 5 - доға камерасы; 6 - негізгі жылжымалы байланыс; 7 - негізгі стационарлық байланыс; 8 - байланыс терминалы.

Қозғалтқышты тоқтату үшін SB2 «Токтату» түймесін басыңыз. СМ контакторының катушкасының схемасы ашылып, мотор электр желісінен ажыратылады.

Айтарлықтай термиялық инерцияның арқасында КК релесі қозғалтқышты өшіруді тек жүктемелермен қамтамасыз етеді, бірақ қозғалтқышты қысқа тұйықталудан қорғайды. Бұл қорғаныс түрі үшін желінің желілік сымдарына кіретін FU сақтандырғыштарды пайдаланыңыз.

Егер магнит стартері кері болса, онда оның контактілеріндегі фазалардың реті әртүрлі болғандықтан қосылатын екі АС контактілері бар. Сонымен қатар, осы контакторларды қосуға арналған тізбектегі электрлік блоктау бар, олардың бір уақытта іске қосылуы, бұл жеткізу желісіндегі қысқа тұйықталуды тудыруы мүмкін. Кейбір стартерлердің

кері конструкцияларында механикалық блоктау пайдаланылады, егер басқа қосылса, контакторлардың біреуінің негізгі байланысын блоктайтын тұтқалар жүйесі. Стартер қайтадан тексерілсе, басқару үш түйме арқылы жүзеге асырылады: «Алға», «Артқа» және «Тоқта». Контакторлар мен стартерлерді таңдай отырып, номиналды кернеуіне, сондай-ақ номиналды және ең жоғары (қозғалтқыштың тоқтап тұрған кезде, керісінше) моторлық токтарға сәйкес келуі тиіс катуштың номиналды кернеуін ескеріңіз.

Жалпы мақсаттағы магниттік қосқыштар 36, 127, 220, 380 және 500 В кернеуінің кернеулері үшін дайындалады. Қуат байланыстары арқылы рұқсат етілген ток 1,5-ден 400 А-ге дейін. Магниттік қосқыштар номиналды жұмыс режимінде сағатына 150-ден 1200-ге дейін кірулерді береді.

6.3-кесте.

ПМЕ және ПАЕ серисындағы магниттік қосқыштар

Типоразмер	380/500 В кернеуіндегі номиналды ток	Габаритті размерлер, мм	Жылу релесінің болуы
ПМЕ-001	3/1,5	75x65x119	жоқ
ПМЕ-002	3/1,5	121x83x101	бар
ПМЕ-003	3/1,5	90x150x118	жоқ
ПМЕ-004	3/1,5	135x150x118	бар
ПМЕ-111	10/6	68x85x84	жоқ
ПМЕ-112	10/6	154x102x91	бар
ПМЕ-113	10/6	164x90x106	жоқ
ПМЕ-114*	10/6	232x90x107	бар
ПМЕ-211	25/14	102x90x118	жоқ
ПМЕ-212	25/14	195x98x126	бар
ПМЕ-213	25/14	130x205x155	жоқ
ПМЕ-214*	25/14	180x205x155	бар
ПАЕ-311	40/21	214x114x144	жоқ
ПАЕ-312	40/21	275x114x121	бар
ПАЕ-313	40/21	214x239x114	жоқ
ПАЕ-314*	40/21	264x239x121	бар
ПАЕ-411	63/35	290x183x135	жоқ
ПАЕ-412	63/35	290x183x135	бар
ПАЕ-413	63/35	275x343x135	жоқ
ПАЕ-414*	63/35	275x343x135	бар
ПАЕ-511	110/61	335x200x156	жоқ
ПАЕ-512	110/61	335x200x156	бар
ПАЕ-513	110/61	320x338x170	жоқ
ПАЕ-514*	110/61	320x338x170	бар
ПАЕ-611	146/80	380x230x190	жоқ

ПАЕ-612	146/80	380x230x190	бар
ПАЕ-613	146/80	385x435x190	жоқ
ПАЕ-614*	146/80	385x435x190	бар

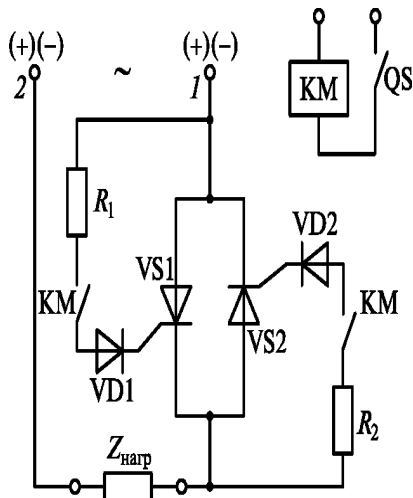
РМЕ және РАЕ сериясының магниттік стартерлері кеңінен қолданылады. Суретте. 6.25, в РМЕ сериясының магниттік стартерінің құрылғыны көрсетеді. Магнитті стартерлер осы сериялардың ашық, қорғалған және шаңға төзімді кемшіліктерін береді; қайтарылатын және қайтарылмайтын; термиялық қорғаныссыз және онсыз. Кестеде 380 және 500 В кернеумен айнымалы ток желісіне қосу үшін жасалған магниттік стартердің көрсетілген түрлерінің кейбір өлшемдеріне техникалық деректер келтірілген. 6.3.

6.5. Байланыссыз коммутациялық құрылғылар

Қарастырылған коммутациялық құрылғылардың негізгі кемшілігі контакторлар және магниттік стартерлер - негізгі (қуат) ток тізбегіндегі контактілердің болуы. Ашық күйде контактілер қоршаған ортаға химиялық шабуылға ұшырайды, бұл олардың коррозиясын тудырады.

Бұл байланыстың болуына әкеледі беттер беті оксидті пленкамен жабылады, бұл байланыс контурының электр кедергісін жоғарылатуына әкеледі. Простеролар ашық болғанда, олар ұшқындардың пайда болуымен бірге жүреді электр доғаның, эрозияға алып келеді. Арка соққы құрылғыларын және арнайы схемаларды қолдану. Ол эрозия процесін әлсіретеді, бірақ оны жоймайды. Мұның барлығы азаяды контактілі коммутациялық құрылғылардың сенімділігі және осы құрылғылар қолданылатын электр жетектерінің сенімділігі қолданылған. Көрсетілген кемшіліктерден құтылудың ықпалы байланыссыз коммутациялық құрылғыларды құруға әкелді. Байланыссыз коммутациялық құрылғылардың негізгі элементтері олар басқарылатын жартылай өткізгіш қуат құрылғылары болып табылады, әдетте олар тристорлар болып табылады, кіші режимдерде аз транзисторлар.

6.26-суретте негізгі электрлік айнымалы токтың бір фазалы тиристор контакторының контуры ұсынылды. Контакторды іске қосу үшін СМ желісінің релелік катушкасын желіге қосу қажет. Осы реле байланыстары арқылы R1, R2 резисторлары және VD1, VD2 диодтары VS1 және VS2 тиристорларының басқару тізбегінде сигналдар берілетін болады.



6.26-сурет.. Тиристор контакторының электрлік схемасы

Синусоидальды кернеулердің оң жарты толқынымен (плюс терминал 1 және минус 2-ші терминал) VS1 тиристорының анодына оң ықтимал және VS2 тиристорының теріс әлеуеті қолданылатын болады. Бұл жағдайда, VS1 тиристоры ашылады және $2n_{agr}$ жүктемеде (VS2 тиристоры жабық күйінде қалады) оң жарты толқындық ток пайда болады. Содан кейін теріс жартылай толқынның жүктемелік токі өтетін өтпелі кернеудің теріс жарты толқыны (плюс терминал 2 және минус терминал 1), онда VS1 тиристоры жабылады және VS2 тиристоры ашылады. $2n_{agr}$ жүктемесін ажырату үшін, CM релесінің катушкасын өшіру қажет, сонымен бірге, тристорлардың басқару электродтарына сигналдар тоқтайды және олар құлыпталады. Өндіріс кернеуі 380 В түріндегі ТКЕО-250/380 номиналды кернеуде 250 А номиналды ток және 100 А айнымалы ток ТКЕР-100/380 түріндегі номиналды кернеуде жүргізіледі. Сондай-ақ, 380 В кернеуде және номиналды ток 16 және 40 А. Тристорлардың тұйық күйінде жүктің ток тізбегі ашық емес (әдеттегі контакторларға ұқсас) және тристордың жабық күйдегі ағымы әдетте 10 мА-дан аспайтын осы тізбек арқылы өтетінін ескеру қажет. Тұтынушының жұмысында мұндай ток күші жоқ, бірақ техникалық қызмет көрсету персоналының электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету маңызды.

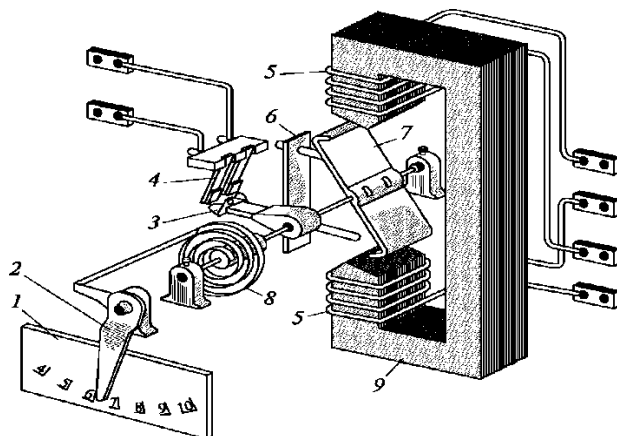
6.6. Қорғау құрылғылары

Қозғалтқыштар мен электр жетектерінің басқа элементтеріне арналған қорғаныс құрылғылары мыналардан тұрады: аса реле реле, кернеу релесі, ажыратқыштар, жылу реле және сақтандырғыштар.

6.6.1. Максималды ток релесі

Ажыратқыш реле токқа жауап береді, сондықтан оның катушкасы үлкен қиманың сымымен жасалады және басқарылатын құрылғымен қосылады. Электр тогының қозғаушы бөліктері кептеліп жатқан кезде, жұмыс істейтін машинада үрдіс қозғалғанда орын алатын артық жүктемелерден қорғау үшін, электр жетектерінде электр тогына көп реле қолданылады.

Осындай реле электромагнитті реле пайдаланылады, бұл ретте катушкалар бақыланатын тізбеге дәйекті түрде енгізіледі. Бұл жағдайда катушкалар үлкен қиманың сымының бұрылыстарының аз санына ие. Индукциялық қозғалтқыштарды шамадан тыс жүктемесінен қорғау үшін айнымалы ток тізбектерінде қолданылатын РТ-ның аса релелік сериялы релесін жобалауды қарастырыңыз (6.27-сурет).



6.27-сурет. РТ сериясының максималды ток релесі

Релелік катушкалар 5 әрқайсысы бір-біріне ұқсас екі бөліктен тұрады, олардың әрқайсысы оның полюсінде лaminationланған ядроға орналасқан. 9. 7-якорь жоғары сезімталдыққа ие релемен қамтамасыз ететін жұқа болат пластина түрінде жасалады. Өйткені катушкалар 5 өтіп бара жатқанда, осіне бекітілген арматура 7 сағат тілімен бұрылады және интеролараралық аралықтың ең аз магниттік кедергісіне сәйкес келеді. Сонымен қатар, ол спиральді серіппеге механикалық қарсылықты жеңеді.

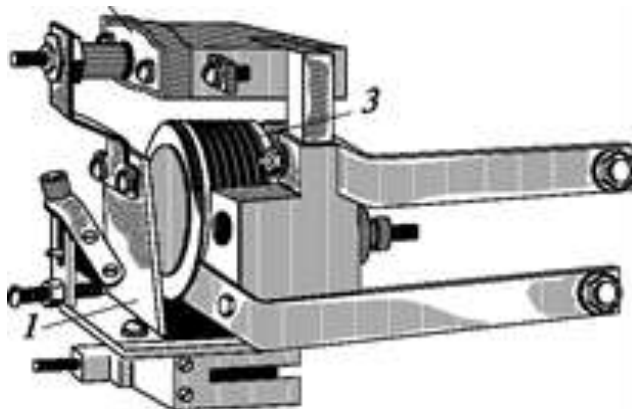
6.4. кесте.

РТ сериялы максималды ток релесінің техникалық деректері

Өлшемі	Параметрлердің шектері, А	Іске қосылған тақ*, А
РТ 40/0,2	0,05-0,2	0,05-0,1
РТ 40/0,6	0,15-0,6	0,15-0,3
РТ 40/2	0,5-2	0,5-1
РТ 40/6	1,5-6	1,5-3
РТ 40/10	2,5-10	2,5-5
РТ 40/20	5-20	5-10

PT 40/50 PT 40/100 PT 40/200	12,5-50 $\leq \infty$ 50-200	12,5-25 25-50 50-100

* Катушкалар сериясы қосылған кезде



Сурет. 6.28.
Ашық ток
релесі
сериясы RE:
1 - зәкір; 2 -
байланыстар;
3 -
катушкалар,
«қабырғадағы
» сымның
тіке-
көмір
учаскесі

Ең жоғарғы рұқсат етілген мәнге жетсе, серіппенің қарсы тұруы осымен бірге айналып, оның жылжымалы байланыстарымен 3 бекітілген контактілерді 4 ашады. Реле контактілерді ашады және желілік контакторлар тізбегінің схемасын ашады, бұл моторды өшіруге әкеледі. 7 Зәкірдің позициясы 6 пластинаның шрифттерімен шектеледі.

Тұрақты ток тізбегінде РЭ сериясының максималды ток релесі қолданылады (6.28-график).

Релелік орнату нүктесінің ағымдағы мәнін анықтаған кезде, реле аталған операцияларда жұмыс істемеуі үшін қозғалтқыштың өтпелі процесінің ең үлкен мәнін (бастау, керісінше және т.б.) білу керек. Мысалы, индукциялық қозғалтқышты қорғау кезінде аса ток релесінің параметрі:

$$I_{y.t} \text{ " (1,3 - 1,5)/пер.} \quad (6.1)$$

Тұрақты ток қозғалтқыштары үшін

$$I_{y.t} \text{ " (1,5 -2,0)/Пер,} \quad (6.2)$$

бірақ бұл параметр коммутация шарттарымен рұқсат етілген токтан аспауы керек.

6.6.2. Кернеудің релесі

Кернеу релесі желінің кернеуіне жауап береді, сондықтан олардың катушкалар үлкен бұрылыстарымен кішкене көлденең қимасы бар параллель басқарылатын құрылғыларды қосады.

Электр желісінің кернеуі рұқсат етілген мәннен асып кетсе, кернеудің ең жоғарғы релесі тексеріледі және бақыланатын құрылғыны өшіреді. Сондықтан ең жоғары кернеу релесінің жұмыс істеуі үшін белгіленген нүкте ең жоғарғы рұқсат етілген кернеу мәнінен сәл жоғары және электр желісіндегі кернеу осы мәннен аспаса, реле босатылған күйде қалады. Егер желіде кернеу реле берілген нүктеге жетсе, ең жоғарғы кернеу релесі тоқтап, қозғалтқышты өшіреді.

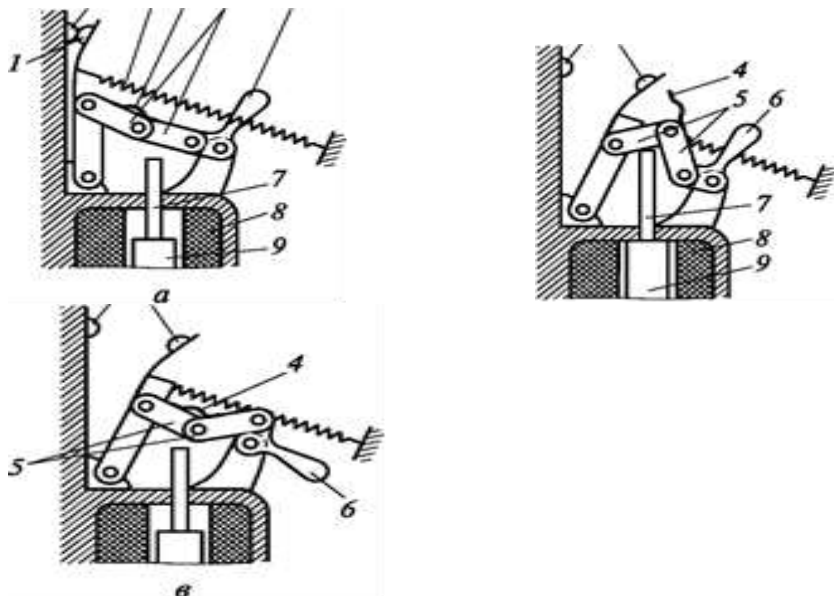
Ең төменгі кернеу релесі желінің кернеуі ең төменгі рұқсат етілген мәннен төмен болғанға дейін қосылады. Сондықтан минималды кернеу релесін орнату бұл мәннен біршама төмен. Егер электр кернеуі реле берілген нүктеге шығарылса, ол ажыратылады және оның үзіліс контактары қозғалтқыштың тоқтап қалуына әкеліп соғады.

6.6.3. Автоматты қосқыштар

Автоматты сөндіргіштер (автоматтар) тұтынушыларды желінің кернеуін рұқсат етілген мәннен төмен мәнге дейін азайтудан қысқа тұйықталудан және жүктемелерден қорғауға арналған. Олар сондай-ақ тұтынушылардың салыстырмалы түрде сирек кездесетін қосылыстарымен және ажыратуларымен коммутациялық құрылғылар ретінде пайдаланылуы мүмкін, мысалы, компрессорлардың, желдеткіштердің, сорғылардың және т.б. электр жетектеріндегі қысқа тұйықталған роторлы үш фазалы асинхронды қозғалтқыштарды қосу.

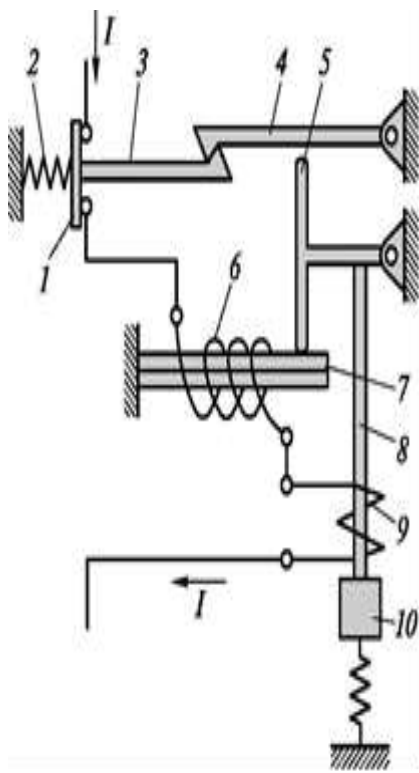
Қысқа тұйықталу немесе тұтынушыны тиеу жағдайында ажыратқыштардың ажыратылуы арнайы механизмдердің әсерінен босатылады, олар босату механизмдерін босатады. Егер автоматты ажыратқыш тұтынушыны қысқа тұйықталудан қорғау үшін пайдаланылса, онда ол тұтқалардың, серіппелердің және электр магниттің жүйесінен тұратын электромагниттік босатуды пайдаланады.

Электромагнит катушкасы сериялы машинаның негізгі байланыстарының схемасына қосылады, ал тұтынушы жұмыс істейтін ток, мысалы, қозғалтқыш арқылы өтеді. 6 тұтқасының жоғарғы жағында (6.29, а) машина іске қосылады, оның контактілері 1 және 2 жабылып, осы күйде айналмалы түрде қосылған 5 тұтқаларымен және 4 тоқтатуымен ұсталады; көктемгі 3 созылып жатыр. Электр желісіндегі немесе құрылғының негізгі түйіспелері арқылы электр энергиясын алатын құрылғыдағы қысқа тұйықталу жағдайында 8-нің катушкасы 8 арматурасының жоғары көтерілгенін және оның штангасы 7-ді көтеріп, ілмектерде «бұзу» мәніне жетеді. Серіппені 5-ші тұтқыштардан тұратын тіреуден айырылып, 1 және 2 контактілерді бұзады және ажыратады. (6.29, б). Егер катушкалар ағымы электр құралының белгіленген нүктесінен төмен мәнге дейін төмендемесе, шток 7 машинаны қосуылуына жол бермейді.



Сурет. 6.29. Электромагнитті босату механизмі

Қысқа тұйықталуды жойғаннан кейін аппаратты қосу керек. Мұны орындау үшін 6 тұтқасы төменде келтірілуі керек (Сурет 6.29, с), қолдар 5 түзілген, ал 4 тоқтауы оларды осы күйде сақтайды. Содан кейін



тұтқаны 1 және 2 контактілері жабылған және көктемгі 3 созылған жоғарғы позицияға жылжыту керек. Кейбір конструкцияларда электромагнит немесе қозғалтқыш арқылы автоматиканы қашықтан басқаруға болады. Бұл жағдайда «Бастау» және «Токтату» түймелері (қызыл) машинаны қосады және өшіреді.

Қозғалтқыштарды жоғары кернеу тоғынан туындаған қызып кетуден қорғау үшін, автоматты сөндіргіштер жылуды босатады. Осындай шығарылымның негізгі элементі - биметаллдық плита; оның жұмысы жылу релесіне ұқсас (6.2.2-ті қараңыз). Сақтандырғыштың қысқа тұйықталудан және шамадан жүктеуден қорғауды қамтамасыз

етегін аралас бірлікпен жұмыс істеуін қарастырыңыз (6.30-сурет).Ішкі контактілердің ағымдағы І 1 биметальды пластинадағы 6 жылытқышы және ядро 10 электромагнитінің 9 катушкасы арқылы дәйекті өтеді. Ажыратқыштың жұмыс күйінде ток тізбегі көпірдің контактісі 1 арқылы жабылады, ол осы күйде ұстап тұрады 3 және 4, ал серіппе созылған күйде қалады.Қысқа тұйықталу жағдайында ядро 10 электромагнит 9-шы катушаға түсіріледі және итергіш 8 Т-пішінді тұтқыш 5 арқылы көпірлерді бөледі. Босатылған 2 серіппесі 2 көпірлі қуат контактісін ашады, яғни ток тізбегін ашады.

Сурет. 6.30. Біріккен шығарылым

Түрлі типтегі автоматты машиналар полюстердің (фазалардың) санына байланысты, бірақ токтар мен кернеулердің номиналды мәндері, қорғаныс түрлері (қысқа тұйықталудан немесе жүктеуден ғана), жылдамдық.Автоматты машиналар төменгі кернеу ажыратқышпен жабдықталуы мүмкін,одан кейін желі кернеуі ең төменгі кернеу мәнінен төмен болса, құрылғы тоқтайды.Төмен кернеудің шығарылымдары электромеханикалық тип болып табылады және 0,3-тен 0,7-ке дейінгі кернеу кернеуіне реттеледі.Электр қозғалтқыштарында термиялық, электромагниттік және комбинациялы комбинаттары бар АК, АЕ, АС және АП сериялы ажыратқыштары ең көп қолданысқа ие болды.Осы сериялардың кейбір түрлеріндегі ажыратқыштардың техникалық деректері 6.5. Кестеде келтірілген.

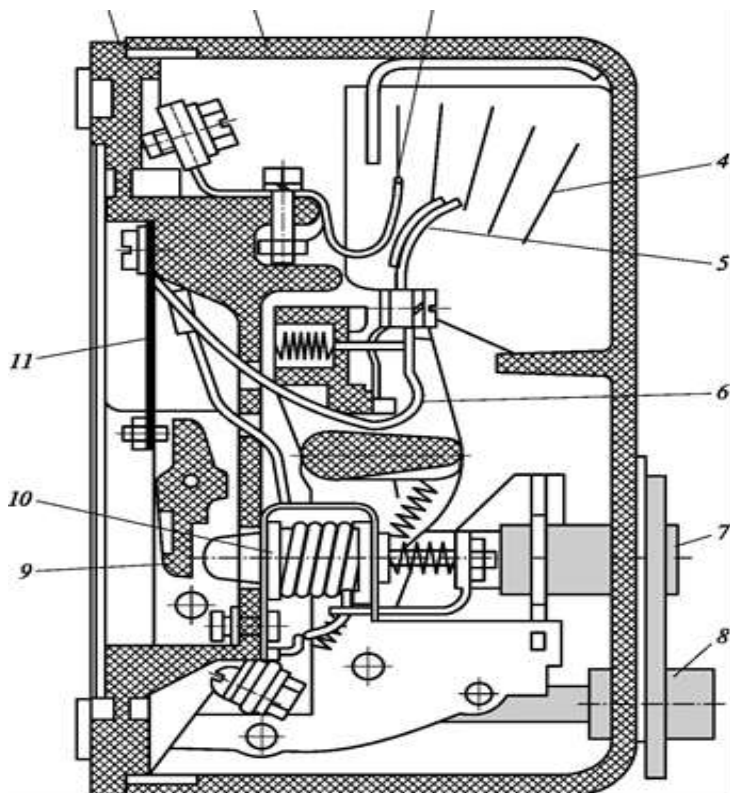
АР-50 сериялы сөндіргіштер құрылғысы мен жұмысын қарастырыңыз (6.31-сурет). Машинаның барлық бөліктері пластикалық негізге орнатылады (сүлгімен).1. Тұрақты контактілер 3, жылжымалы контактілер 5 және доға 4 тұратын негізгі коммутациялық құрылғыдан басқа, құрылғы басқару тізбектерінде қолданылатын блок контактілері бар қосымша құрылғымен жабдықталған.Икемді өткізгіштер 6 электромагниттік шығарылымдарға қосылған 10 жылу босату (биметальды пластиналар) 11 жылжымалы контактілерді қосады.Автомат коппусы 2 пластиктен жасалған, басқару элементі - батырманың түрі.Егер жүктеме немесе қысқа тұйықталу қорғаныс тізбегінің кез-келген фазасында орын алса, онда тиісті жылуды босату іске қосылады, бұл жағдайда штанг 9 бұрылады және барлық фазаларға ортақ еркін электромагниттік схеманы шығарады. Құрылғыны қосу үшін 7 түймешігін басыңыз. Бұл жағдайда автоматты өшіретін серіппе машинаны қосады және оны осы күйде ұстап тұрады.

6.5. кесте

АК, АЕ, АС және АП сериясының кейбір өлшемдеріндегі сөндіргіштердің техникалық деректері

Өлшемі	Номиналды ток, А	Номиналды кернеу В	Полюстер саны ПОЛЮСОВ	Орнату ток А	Шекті өшірілуі		ток Уа
					ПОСТОЯН	переменный	

AK-63	63	200-400	2; 3	0,63-63	5	9
AK-50	50	320-400	2; 3	2-50	4,5	9
АП-50	50	220-500	2; 3	1,6-50	1,252	0,3-2
A-63	25	110-220	1	0,63-25	2	2,5
AE-1000	25	240	1	6-25	—	1,5
AE-2000	25; 63; 100	220-500	1; 2; 3		10	16
AC-25	25	220-380	2; 3	1-20	3,2	2
ACT-2/3	25	380	2; 3	—	90	—
AE-2443		380	3	—	—	—
	16; 20; 25; 5; 31; 40; 50; 63					



Сурет. 6.31. АП-50 сериялы автомат машина құрылысы

Жылу ажыратқыш номиналды тогы номиналды мәнге қатысты 30-дан 40% -ға дейін төмендетілуі мүмкін. Автономды таңдау кезінде, электромагниттік ажырату жұмысының жиілігі 6-дан 8-ге дейін қысқа тұйықталу роторымен асинхронды қозғалтқыштың жұмыс істеп тұрған электр тогының көптігін ескеру керек. Егер бұл шарт орындалмаса, қозғалтқыштың іске қосылуы автоматты түрде өшіріледі.

АП-50 сериясының автоматты құрылғылары 500 В дейінгі кернеу үшін өтпелі токпен және 220 В дейін пайдаланылады; реліздердің номиналды тоқы 50 А дейін.

Автоматтар номиналды ток пен кернеуге сәйкес полюстардың санына сәйкес таңдалады.

Ағымдағы параметрлер әдетте төмендегідей анықталады: жылуды босату үшін (тиеуден қорғау) - қозғалтқыштың номиналды тоқына сәйкес, А.

$$/y, > (1,2-1,4)/n_0m; \quad (6.3)$$

электромагниттік босату үшін (қысқа тұйықталудан қорғаныс) кез-келген ағымдық ток / басталудың (бастау, керісінше, тежеу) ең жоғары мәніне сәйкес, А,

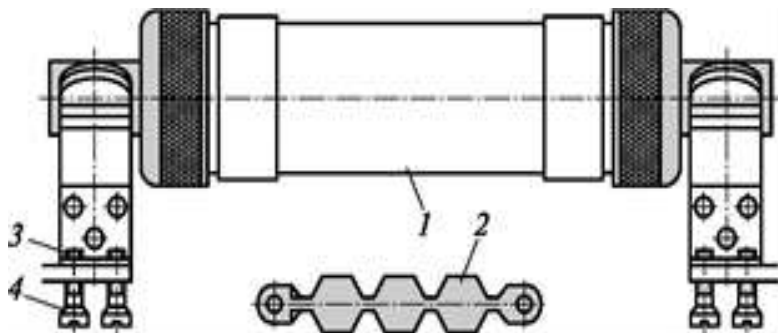
$$/y.э > (1,5-2,0)/пер. \quad (6.4)$$

6.6.4. Сақтандырғыштар

Сақтандырғыш - бұл қысқа тұйықталу кезінде электр тізбегін бұзатын қарапайым құрылғы, ал электр тогының ернеуін еріту үшін жеткілікті мәнге жетеді. Сақтандырғыштар қозғалтқыштарды немесе басқа электр жабдықтарын және желілерді қысқа тұйықталу токтарынан қорғауға арналған. Сонымен қатар, сақтандырғыштар шамадан тыс қорғаныс болып табылмайды, өйткені олар тұтынушы үшін жиі қабылданбайды, өйткені айтарлықтай уақыттан кейін шамадан тыс жүктеме арқылы іске асады. Қоспаның балқу орнында электр доғасы пайда болады. Бұл доғаны жылдам сөндіру үшін кварц құмына сақтандырғыш байланысы орналастырылған. Құммен пайда болған электр доғасы кішігірім доғалардың ішіне құйылады және тез кетеді.

Кварц құмынан, корпусы шыныдан жасалған НПН типті сақтандырғыштар типа НПН жанып кеткен кезде жөндеуге юолмайды. Оларды тек, толықтай ауыстырады.

ПР-2 типті сақтандырғыш (сурет 6.32) цилиндрлік керамикалық бұрылыс 1, төменгі балқыған металдың (әдетте мырыш) калибрленген 2 және қысқыштарға салынған екі шегеден тұрады. Жартылай өткізгіш құрылғылардың қысқа тұйықталуынан қорғау үшін ПП және ППД типтеріндегі жоғары жылдамдықты сақтандырғыштар қолданылады.



Сурет. 6.32. ПР -2 сақтандырғышы

6.6. кестесі

ПР-2 түріндегі сақтандырғыштардың техникалық деректері

Типоразмер	Номинальный ток предохранителя, А, при напряжении не более 500 В	Предельный ток отключения, А, при напряжении 500 В	Номинальные токи плавких вставок для предохранителя, А
ПР-2-60	60	3500	20; 25; 35; 45; 60
ПР-2-100	100	5000	60; 80; 100
ПР-2-200	200	10000	100; 125; 150; 200
ПР-2-350	350	11000	200; 225; 260; 300; 350
ПР-2-600	600	—	350; 430; 500; 600
ПР-2-1000	1000	20000	600; 700; 850; 1000

Сақтандырғышты (сақтандырғыш-сілтемені) таңдағанда, сақтандырғышпен қорғалған электр тізбектің берілген бөлігіндегі ең жоғары ток мәнін білу керек: қозғалтқыш қосылса, онда бұл қозғалтқыштың немесе ток кернеуінің бастапқы токін ескеру қажет. Сақтандырғышпен асинхронды қозғалтқышты қорғау үшін сақтандырғыштың номиналды ток тең деп есептеледі.

$$I_{\text{ном.пл}} = (40m)^{1/a}, \quad (6.5)$$

мұнда X - индукциялық қозғалтқыштың таңдалған стандартты өлшемі үшін каталогтан алынатын бастапқы ток жиілігі; a - бастаудың ерекшеліктерін ескеретін коэффициент: $a = 2.5$, егер басталу қысқа болса (5 с -тан артық болмаса); $a = 1.6 - 2.0$, егер бастапқы жағдайлар ауыр болса (жүктемеден бастағанда) және ол 15-20 с дейін созылады. Егер тізбектің бір бөлігінде бірнеше қозғалтқыш бар болса, онда барлық басқа қозғалтқыштар алдын ала ауыстырылғанда және басқа жүктемелер

болған кезде қозғалтқышты ең жоғары іске қосу тоғымен іске қосудың есептеуінен таңдалуы керек.

ПР-2 түріндегі кейбір сақтандырғыштардың техникалық деректері табуляцияда берілген. 6.6. Сақтандырғыштар сақтандырғыш-сымның номиналды тоқталуына сәйкес таңдалып алынады, ол жұмыс уақытында ықтимал сілкіністерді және осы сақтандырғышпен қорғалған басқа тұтынушыларды ескере отырып, тұтынушының ағымдағы жағдайына байланысты қабылданады.

6.7. Қуат резисторлары

Роторлы ток тізбектеріндегі роторлы ток тізбектерін регламенттеу немесе шектеу үшін, зәкір орамаларының тізбектерін және ток қозғалтқыштарын қоздыруды қолданамыз, сонымен қатар резисторды қолданамыз. Қуат резисторлары электронды құрылғылардың тізбектерінде пайдаланылатын резисторлардан айырмашылығы, ол елеулі ағымдарға арналғандығында.

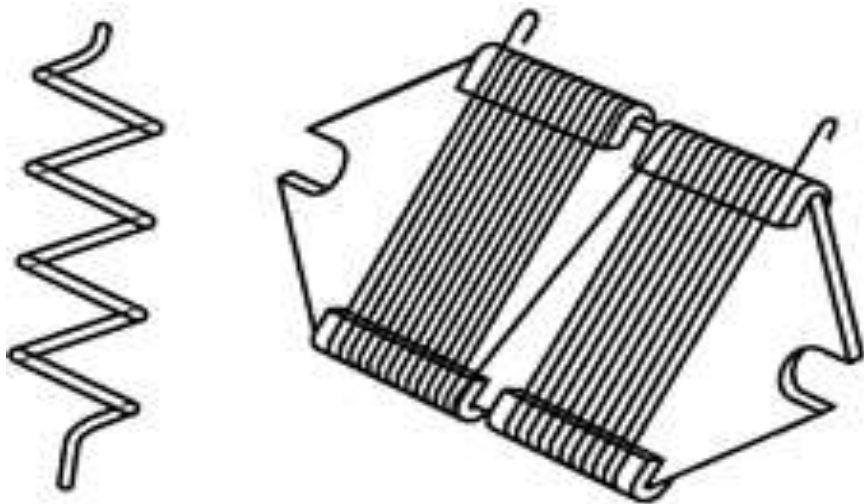
6.7.Кесте

Электрлік кедергісі жоғары қорытпалар

Қорытпа	Арнайы электр кедергісі, (Ом-м)-10 ⁻⁶ , при 20°C	Қарсылықтың температуралық коэффициенті, 1/°C	Рұқсат жұмыс темпер
Константан	0,45-0,50	5-10 ⁻⁶	300
Манганин	0,42-0,50	4 10 ⁻⁵	300
Нейзильбер	0,30-0,40	30-10 ⁻⁵	250
Нихром	1,02-1,18	0,17-10 ⁻³	1000
Фехраль	1,10-1,25	0,05-10 ⁻³	850
Чугун	0,7—0,8	-	300

Қуат резисторы резистивтік элементтерден тұрады, оларды сериялы, параллель немесе аралас қосып, қарсылық пен рұқсат етілген ток күшінің қажетті мәндерін алуға мүмкіндік береді. Көптеген жағдайларда, бұл элементтер регламенттік сым түрінде немесе қорытпалардың таспа түрінде жасалады, олар: регэндэн, нихром, манганит және т.б. (6.7-кесте). Басқа қорытпалардан айырмашылығы Constantan (55% мыс, 40% никель, окттал қоспасы) төмен температура коэффициентіне ие, сондықтан оның резисторлары тұрақты қызуға төзімді, жылудың температурасынан тәуелсіз.

Резистивті элементтер ашық жіксіз спираль түрінде сымнан немесе таспадан жасалған (6.33, а) немесе мүмкін кезекаралық жабылуды болдырмау мақсатында бұл элементтер сымнан және сымнан жасалған,



Сурет. 6.33. Резистивті элементтер:
а - спираль; б - жиек в – спираль қаңқасы

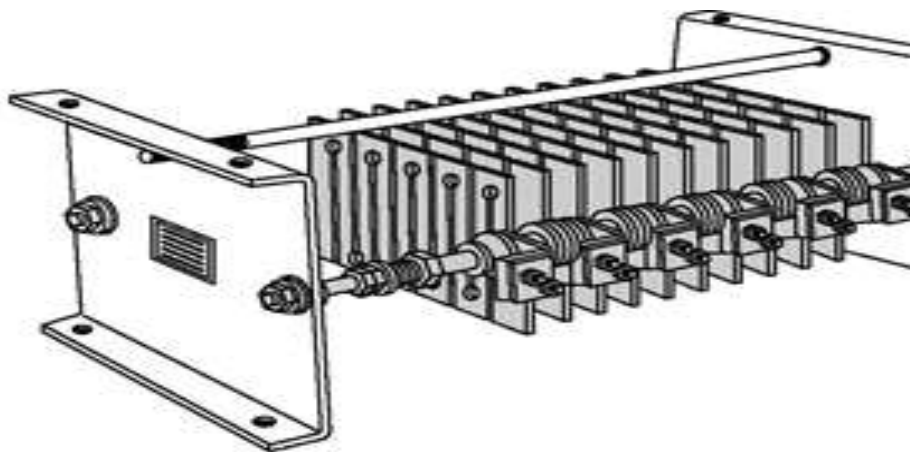


Рис. 6.34. Ящик с резистивными чутунными элем
6.34 сурет Резенке темірлі элементтер жәшігі

немесе таспа созылған күйдегі керамикалық негізге бекітіледі (6.33, б және в). Бұл жағдайда керамикалық негіз де жылытқыш ретінде қызмет етеді.

Қуатты электр қозғалтқыштарының электр тізбектерінде, зиг-заг формасының шойын тақталары (6.34-сурет) немесе электротехникалық болаттан жасалған мөртабандар элементтері резистивтік элементтер ретінде пайдаланылады.

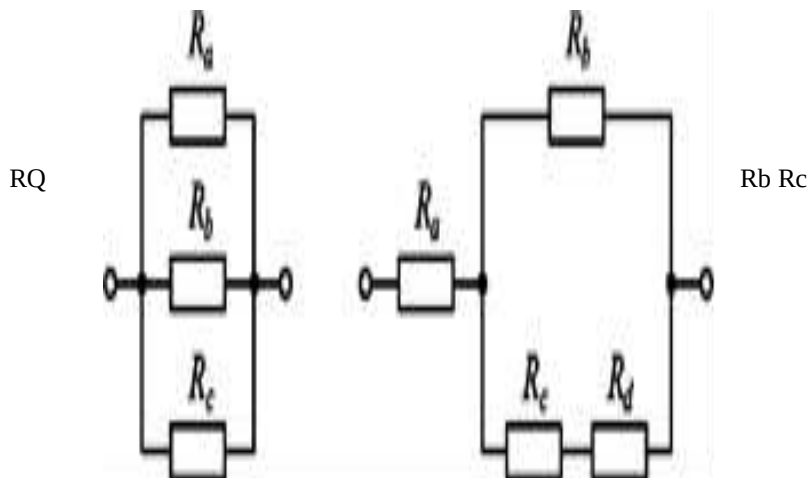
Қажетті кедергінің резисторын алу үшін резистивтік элементтер блоктарды немесе қораптарға жинақталады (6.34-суретті қараңыз), онда элементтердің жиынтығы параллельде, қатарда немесе комбинацияда электрлік түрде қосылған.

Бірқатар қосылыстармен (сурет 6.35, а) резисторлық кедергі, Ом,

$$R = R_a + R_b + R_c.$$

Қатар қосылған жағдайда (сурет. 6.35, б) $R = 1/(G_a + G_b + G_c)$,

мұндағы G_a, G_b и G_c —резисторлардың өткізгіштіктері,
 $G_a = 1/R_a$; $G_b = 1/R_b$; $G_c = 1/R_c$.



$$\angle 4ZZH = ZH = ZI - \circ$$

Сурет. 6.35. Резистивті элементтердің қосылу схемалары
 Аралас байланыспен (сурет 6.35, с), $R = R_a +$

$$1/(G_b + G_c),$$

осындағы

$$G_c.d = 1/(R + R_d).$$

Резисторлар қажетті кедергіге және қол жетімді ток күшіне сәйкес таңдалады. Резисте арқылы токтың рұқсат етілген шамасына келетін болсақ, ток резистор арқылы өтетін кезде, соңғы қызады. Бұл жағдайда жылу және салқындату кедергісі туралы заңдар электр қозғалтқыштармен бірдей, ал резистордың қызып кету температурасы рұқсат етілген мәннен аспауға тиіс. Резистерлердің негізгі жұмыс

режимдері (үздіксіз, қысқа мерзімді және қысқа мерзімді) және қозғалтқыштар үшін қарастырылған тиісті жүктеме диаграммалары да резисторлар үшін жарамды. Сондықтан, статор тізбегіндегі, prodol-zhitelnom режимінде жұмыс істейтін мотор арматура немесе ротордың, электр тогының резистора үнемі резистор қосылған кезде (мысалы, жасанды ТМД-механикалық сипаттамаларын үшін дәйекті резистора $r_{доб}$) каталог рұқсат етілген мәннен аспауы тиіс бұл резистор. Егер резистор тек іске қосу, тежеу және т.б. уақытына қосылса, қозғалтқыш жұмыс режимі ұзартылған болса да, оның жұмыс режимі қысқа мерзімге созылады. Бұл жағдайда резистордағы рұқсат етілген ток ұлғайтылуы керек. Сондықтан резисторды ағымдағы рұқсат етілген негізде таңдағанда, резисторлардың қысқа мерзімді немесе қысқа мерзімді жұмыс режимін ескеретін жүктеме коэффициенттерін пайдалану қажет. Қысқа уақыт режимінде рұқсат етілген токты анықтау үшін резистордың рұқсат етілген ток ұзақтығы $K_{кр}$ уақытын ұлғайту үшін ұзаққа созылған оттегі режиміне көбейтілуі керек:

$$I_{кр} = K_{кр} I_{прод} \quad (6.6)$$

Бұл жағдайда $K_{кр}$ коэффициентінің мәні жұмыс циклінің уақытының (slave) түрлі мәндері үшін T_n элементінің қызу уақытының тұрақты мәніне байланысты таңдалады (6.36, а).

Қысқа уақыт жұмыс істеген жағдайда резистордағы рұқсат етілген ток

$$I_{ПВ} = K_{ПВ} I_{прод} \quad (6.7)$$

$K_{ПВ}$ коэффициентін анықтау үшін (6.36, b-сурет) ПВ-де коммутацияның ұзақтығын% -бен білу керек (5.8-т қараңыз).

Қыздыру уақытының тұрақты T_n резисторлар каталогтарында берілген (кестелер 6.8 және 6.9) немесе каталогтарда олардың қосылатын уақытының әртүрлі мәндері үшін резистор ток күшінің рұқсат етілген мәндері көрсетілген.

6.8. кесте

Рамадан үздіксіз режим ағымдарының рұқсат етілген мәндері тұрақты конструкциялы сым мен таспаның резистивті элементтері

Элементтер кедергісі, Ом	Сым диаметрі немесе таспа өлшемі мм	Жылыту уақыты тұрақтығы с	Рұқсат етілген ұзақ ток ағымы, А
<i>Сым</i>			
18	1,0	132	4,4
12	1,2	145	5,4
8	1,3	152	6,6
5,8	1,4	168	7,7
4,4	1,6	203	8,9

3,5	1,8	235	10,1
2,8	2,0	282	11,2
1,95		145	13,8
1,45	Екі сым	168	15,4
1,1	бірге	203	17,7
0,9		235	19,9
0,7		282	22,3
<i>Таспа</i>			
0,64	10x0,3	100	23
0,48	10x0,4	110	27
0,40	10x0,5	132	30
0,32	10x0,6	148	33
0,26	10x0,8	180	37
0,20	10x1,0	222	42

6.9.кесте

ЯС-1 және ЯС2 түрлерінің қарсылық қораптарының техникалық деректері

Жәшіктің түрі мен саны	Жәшіктің кедергісі, Ом	Бір элементтің кедергісі, Ом	Жылыту уақыты тұрақтығы, с	Рұқсат етілген ұзақ ток ағымы, А
75	3,0	ЯС-1 0,075	532	39
105	4,2	0,105	400	33
140	5,6	0,140	520	29
200	8,0	0,200	386	24
20	0,40	ЯС-2 0,02	575	107
28	0,56	0,028	432	91
40	0,80	0,04	547	76
55	1,1	0,055	420	64
110	2,2	0,11	423	46

Мысал 6.1. Қажетті жасанды механикалық сипаттаманы алу үшін, қозғалтқыштың жұмыс режимі ұзындығы 4,7 кВт тәуелсіз қозу қозғалтқышының арматура тізбегіне = 2.4 Ом болатын кедергісі бар (2.4-суретті қараңыз), сондай-ақ зәкір номиналды ток $I_{ном} = 24, 5 \text{ А}$. Резистентті элементтердің типін және қосылу схемасын таңдау керек.

Шешім. Кестеге сәйкес. 6.8 10 x 0,4 мм көлденең қимасы бар тұрақты конвейерден резистивтік элементті, 0,48 Ω импеданс және 27 А ұзақ уақытқа созылатын токты таңдаймыз.

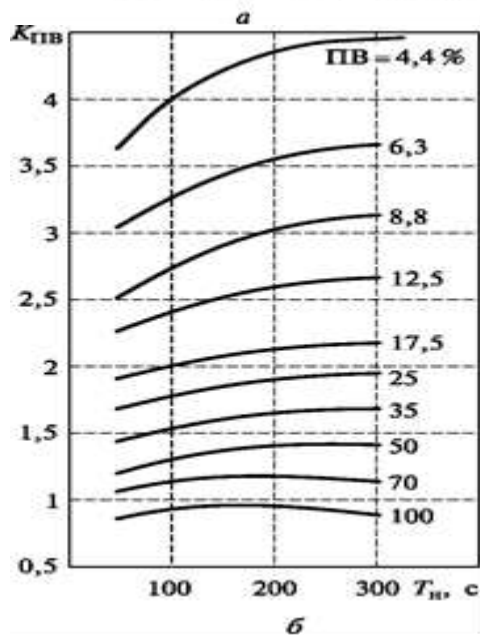
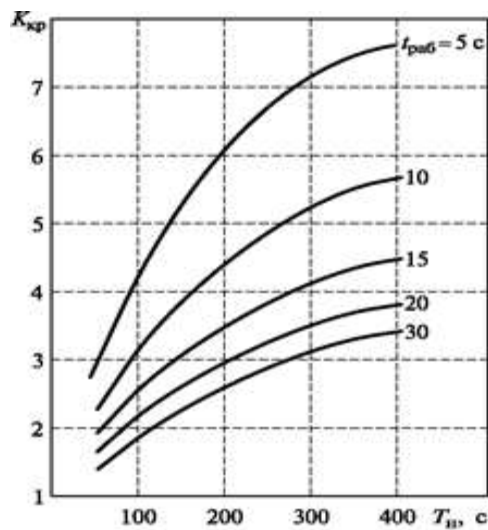
Мысал 6.2. Фазалық роторлы үшфазалы асинхронды қозғалтқыштың динамикалық тежеуі үшін ротордың тізбегіне $z_m = 0.2 \text{ Ом}$ кезінде белсенді кедергісі бар үш резисторды қосу керек (3.8, суретті қараңыз);

$I_2 = 300$ А тежеу кезінде ротордың ток; тежеу уақыты $t_{\text{роб}} = 5$ с. Резистивті элементтерді таңдау керек.

Шешім. Алдын ала резистивтік элемент ретінде, $\Gamma_n = 222$ с жылыту уақытының тұрақты және ұзындығы 42 А рұқсат етілген ток ұзақтығы 10х1.0 мм қимасы бар тұрақты диапазонды таспадан элемент аламыз (6.8 кестені қараңыз). 6.36 а, Кш, = 6. жүктеме коэффициентін анықтаңыз. Содан кейін элементтің қысқа уақытша рұқсат етілген ток (6.6).

$$I_{\text{кр}} = 6,3 \cdot 42 = 265 \text{ А.}$$

300 А тапсырмасының күйіне сәйкес қысқа мерзімді ток 265 А рұқсат етілген шамасынан асып кеткендіктен, біз басқа нұсқаны таңдаймыз: біз 10х0,5 мм қимасы бар тұрақты конвейер элементін қабылдаймыз, 0,4 Ом кедергісі, s



Сурет. 6.36. Тиеу коэффициенттерін анықтауға арналған графиктер уақыт (а) және қысқа мерзімді (б) жұмыс режимдері

жылыту уақытының тұрақты мәні $T_n = 132$ сек және 30 А ұзақ уақытқа төзімді ток.

Сур. 6.36 және $K_{kr} = 5.2$ жүктемелік коэффициентін анықтаймыз. (6.6) арқылы қысқа уақытқа рұқсат етілген токты анықтаймыз.

$$I_{кр} = 5,2 \cdot 30 = 156 \text{ А.}$$

Ротордың әр фазасында біз екі элементтің резисторын қосамыз және оларды параллель байланыстырамыз. Бұл жағдайда резистордың кедергісі

$$z_m = 0,4/2 = 0,2 \text{ Ом, а}$$

қысқа мерзімді ток

$$I_{кр} = 156/2 = 312 \text{ А.}$$

Осылайша, алты элементтен (екі фаза үшін) 10 x 0,5 мм қимасы бар, 0,4 Ом кедергісі, 156 А рұқсат етілген қысқа уақыт тоғы бар тұрақты диапазон таспасынан таңдалады. Әрбір фазада екі элементтің параллельді қосылуы және 0,2 Ом максималды ток 312 А > 300 А, бұл жағдайды қанағаттандырады.

6.8. Реостаттар

Реостат - электр қозғалтқышының кез-келген орамасының ток тізбегіндегі ток реттелетін электрлік қарсылықтың ауыспалы құралы (аппараты). Реостаттар бастапқы, реттеуші, бастапқы және кернеу реттегіштеріне бөлінеді. Конструктивті түрде реостаттар екі негізгі бөліктен тұрады: резисторлар және коммутациялық аппарат. Жұмыс кезінде реостаттар жылытылады және реостаттың қызып кетуіне жол бермеу үшін ол рұқсат етілген шектерден аспайды, ол салқындатуда қолданады. Реостаттар табиғи және мұнаймен салқындатылатынын болып екіге бөлінеді. Соңғысы мұнайды табиғи салқындататын реостаттарға бөлінеді, мұнайды ыдыстың металл қабырғалары арқылы қоршаған ортаға жылу шығарып және майды сумен салқындату арқылы. Мұнай үлкен жылу сыйымдылығына ие және резисторлардан жылуды қарқынды таңдауын қамтамасыз етеді. Ауа-райы резисторына қарағанда, мұнай резистордарының көлемі шағын болады.

Реостаттардың басталуы және реостаттардың бастапқы бөлігі қысқа уақыт режимінде жұмыс істейді. Осы реостаттардың жұмыс істеу шарттары ең ауыр, өйткені қысқа іске қосу уақытында олардан өтетін резисторларда барлық жылу резисторларды қыздырады, өйткені қысқа уақыт ішінде ешқандай жылу шығарылмайды. Бұдан басқа, электр қозғалтқышының ток номиналынан 5-10 есе жоғары бастапқы ток екенін ескеру қажет.

Реостаттың сатыларының ажыратқыштары тізбекті бұзбай, бір сатысынан басқасына біркелкі өтуді қамтамасыз етуі керек.

Қосқыш құрылғылар жазық және барабан болуы мүмкін.

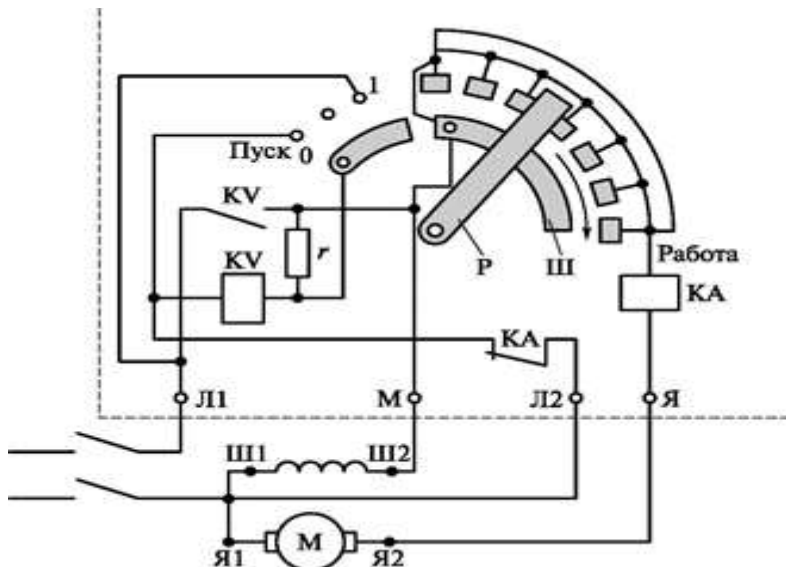
Бастапқы реостаттар, толық қорғаныс релелерін қолданады. Суретте. 6.37 ДС электр қозғалтқыштарын іске қосу үшін пайдаланылатын кіріктірілген контакторы бар іске қосу реттегішінің функционалдық диаграммасы. Р тұтқасы бар жалпақ түрдегі қадамдар қосқышы.

Қозғалтқыш іске қосылғанда, Р тұтқасы 0-ден контактқа ауысады. KV кернеу релелік қаптамасы желіге қосылады. Эстафета жұмыс істейді және оның KV байланыстары жабылады. Бұл жағдайда арматура орамдары (Я1 және Я2) және қоздыру орамдары (Ш1 және Ш2) электр желісіне қосылады және мотор арматурасы айнала бастайды. Р тұтқасын

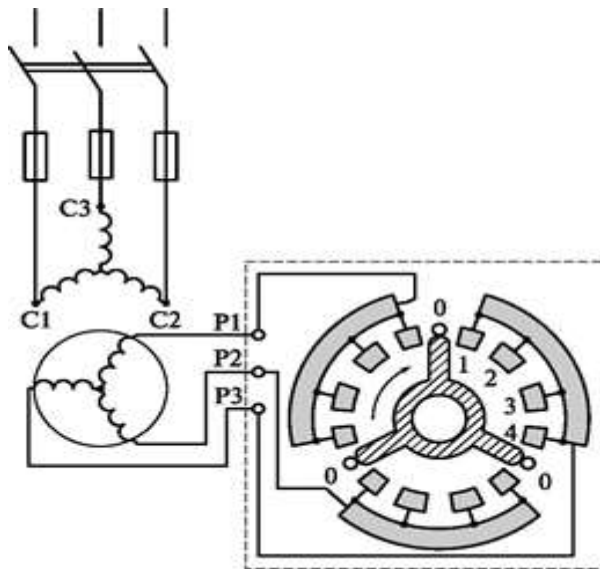
сағат тілімен қозғалып, бастапқы реостаттың кедергісі азаяды. R тұтқасы өте дұрыс күйде болғанда, реостаттың резисторлары толығымен алынып тасталады және іске қосу процесі аяқталады.

Егер қозғалтқыш жұмыс істеп тұрған кезде шамадан тыс жүктелсе, KV-ның аса ток релесі сөніп, контактілері ашық болады. Бұл KV релелік катушкасын ажыратады және қозғалтқыш өшеді.

Резистор r KV катушкаларындағы тоқты өшіру тоғынан төмен мәнге шектейді, сондықтан қозғалтқыш тек қана KV катушкаларына кернеу айналған кезде P тұтқаны 1 жылжитқанда ғана қайта резистор іске қосылуы мүмкін.



Сурет. 6.37. РЗП типіндегі реостаттың іске қосу схемасы



Сурет. 6.38. Үш фазалық бастапқы реостат

Электр қозғалтқышының орамасы тоқ көзін бастапқы реостаттың Ш шинасы арқылы алады. Осыған байланысты, қозғалтқыш өшірілгенде, қозғау орамасы реостаттың резисторларына жабылады және қозғау орамында сақталатын магнит өрісінің энергиясы ток пен жылуды қалыптастыру үшін жұмсалады.

Бастапқы реостаттарда оның қозғалысы кезінде қоздыру орамында пайда болған шина болмаса, бұл ораманың оқшаулануына себеп болуы мүмкін.

Үшфазалы асинхронды қозғалтқыштардың реостаттарын іске қосу күрделі құрылымды және үлкен өлшемдерді қамтиды. Бұл реостаттың әрбір тармақтағы 1-4 байланысымен, үш шұғылалы тұтқаны және үш байланыс жүйесі бар резисторлардың үш тармағы бар екендігіне байланысты (6.38-сурет).

Бастапқы реостаттар қысқа мерзімді коммутацияға арналған, осылайша олардың мөлшерін, салмағын және құнын төмендетеді. Сондықтан, бастапқы реостаттың күйіп қалуын болдырмау үшін, оны ауыстыру тұтқасын аралық байланыстарда ұзақ уақытқа қалдыруға болмайды.

Басқару тетіктері үздіксіз жұмыс істеуге арналған. Осыған байланысты, олардың жалпы өлшемдері бастауыш реостаттарға қарағанда үлкен.

Кестеде. 6.10 тұрақты апаттық қозғалтқыштар үшін бастапқы және балласттық реостаттардың кейбір түрлерінің техникалық деректері және үш фазалы асинхронды қозғалтқыштар үшін бастапқы реостаттар көрсетіледі.

6.10. кесте

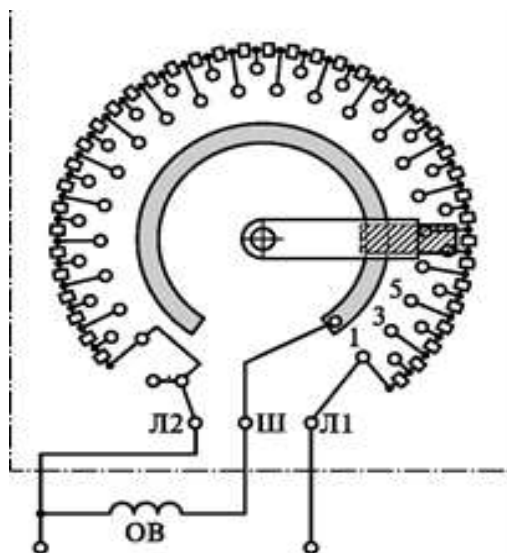
Қосу және реттегіш реостаттар

Реостат түрі	Ең рұқсат етілген ток, А	Қуаты, кВт	Кезеңдер саны басталуы / рег.
<i>Тұрақты ток</i>			
РП-2522	50	—	9/—
РП-2531	100	—	12/—
РЗП-4	200	—	12/—
РЗР-21	40	—	6/10
РЗР-31	120	—	7/15
<i>Үшфазалы айналмалы ток</i>			
РМ-1530	250	50	8
РМ-16540	400	75; 100	9
РМ-1651	500	150; 175	9

Автоматты электр қозғалтқышында резисторлар іске қосу резисторы ретінде пайдаланылады және оларды электр жетегінің басқару схемаларына қосылатын контакторлар байланыстарымен маневр жасау арқылы оларды қажетті тізбектерге қосады (3.13-суретті қараңыз).

Кернеу реттегіштері тұрақты ток қозғалтқыштарының тәуелсіз (параллель) қозғалтқыштарының тізбегіне қосылады. Бұл реостаттарда көптеген коммутациялық контактілер бар жалпақ коммутациялық жүйе бар. Тұтқыштың жылжымалы контактісі кем дегенде екі контактіні бір уақытта жабуы керек.

Бұл қозғалтқыштың бір-бірінен екіншісіне екіншісіне жылжытылған



кезде қоздыру схемасының ашылуын болдырмау үшін жасалады (6.39-сурет), бұл тәуелсіз (параллель) қоздыру орамасының сұлбасында елеулі асқын кернеу туғызуы мүмкін және қозғалтқыштың «аралықты» бұзылу қаупін тудырады. РПВ түрінің қозу реостаты кеңінен қолданылады. Мысалы, қуаты 0,9 кВт болатын РПВ -11 реостаты 10 А-ның рұқсат етілген токпен 34 сатысы бар.

Рис. 6.39. Регулятор возбуждения

Сынақ сұрақтары

1. Коммутациялық құрылғылардың түрлері қандай және олардың мағынасы қандай?
2. Техникалық қызмет көрсетудің ең қауіпсіз түрі қандай?
3. мақсаты мен құрылғының контроллері қандай?
4. Тұтқыш түріндегі қозғалыс ауыстырғыштары қалай жұмыс істейді?
5. Жылулық реледегі биметалл пластинаның рөлі қандай?
6. Электромагнитті релейдің қасиеттері қандай параметрлерді сипаттайды?
7. DC және AC релесі арасындағы айырмашылық қандай?
8. Реледегі қандай байланыстар қолданылады?
9. Аралық релелердің мақсаты қандай?
10. Уақытты ауыстырғыштың мақсатын түсіндіріңіз.
11. Электромагниттік реле ядросындағы металл сақинаның мақсатын түсіндіріңіз.
12. Уақыт релесін анкерлік механизммен түсіндіріңіз.
13. Контакттор мен басқару релесі арасындағы айырмашылық қандай?
14. Магниттік стартер мен контакттор арасындағы айырмашылық қандай?
15. Ашық ток релесінің мақсаты мен құрылысын түсіндіріңіз.
16. Еркін электромагниттік диссоциацияның механизмін түсіндіру.
17. Біріккен шығарылым қалай жұмыс істейді?
18. Біріктірілген сөндіргіш токтарының параметрлерін қалай анықтайсыз?
19. Сақтандырғыш тұтынушыны артық зарядтаудан қорғауға бола ма?
20. Қуатты резисторларда қандай резистивтік элементтер қолданылады?

7-тарау

АҚПАРАТТЫҚ ҚҰРЫЛҒЫЛАР

7.1. Негізгі ұғымдар

Технологиялық процестерді жүзеге асыратын жұмыс машиналарының электр жетектерінің жұмысы әртүрлі технологиялық параметрлерді реттеудің әртүрлі мәселелерін шешумен сөзсіз байланысты. Мұндай параметрлер болуы мүмкін: кескіш құрал жеткізу көлемі және машиналарда өңделген бұйымның қозғалыс жылдамдығы, ауа қысымының, сұйықтық деңгейінің, сымның кернеуінің, пленка қалыңдығының және т.б. көрсетілген мәндерін жасау немесе қызмет көрсету. Ең алдымен, реттелетін параметрдің нақты мәні туралы ақпарат қажет. Осы мақсатта ақпараттық жүйелер қосылған.

Ақпараттық құрылғылар электр жетегінің бір бөлігі болып табылатын объектіге және жұмыс істейтін машинаға (механикалық) жататын объектінің бақыланатын параметрлері туралы ақпарат беретін электр сигналдарын алуға арналған құрылғылар деп аталады.

Егер электржетегі автоматтандырылмаса, ақпараттық құрылғылардан күшейтілетін сигналдар жарық (сигнал) таблоға ауысады және операторға бақыланатын параметрлердің белгіленген параметрлерден ауытқуы туралы хабардар етеді, сондықтан оператор қажетті түзетулерді

орындауы тиіс. Егер электр қозғалтқышы автоматтандырылған болса, онда бұл сигналдар компараторға жіберіледі және егер олар белгіленген мәндерден ауытқып кетсе, бақылау элементтері технологиялық процестегі ауытқуларды жоятын түзетуші сигналдарды алады.

Ақпараттық құрылғы, бақыланатын параметрдің жай-күйі туралы электр сигнал беру – электрлік датчик деп аталады.

Оларды мақсаттарына сәйкес, датчиктер әртүрлі және олар көптеген сезігіш элементтерді құрайды. Егер датчиктерді әрекет принципі бойынша жіктейтін болсақ, онда олар электромагниттік, тензометриялық, пьезоэлектрлік, жартылай өткізгіш, электромагниттік, сыйымдылықты, электр электрстанциялары, электр қозғалтқыштар және т.б. электромоторларға бөлінеді.

Бұл тарауда біз тек электр жетегіндегі жүйелерде ең көп қолданылатын саналатын сенсорларды ғана қарастырамыз.

7.2. Электромашиналардың сенсорлары

Электржетек жүйелерінде электр машиналары туралы ақпарат пайдаланылады, ол ақпараттық электр машиналарының тобын құрайды. Бұл датчиктер механикалық шамаларды (айналу жиілігі, қателік бұрышы, айналу бұрышы және т.б.) электр сигналына түрлендіреді. Ақпараттық электр машиналары тобы тахогенераторларды, селсиндерді және айналмалы трансформаторларды қамтиды.

7.2.1. Тахогенераторлар

Тахогенераторлар кез келген білікті айналу жылдамдығын электр сигналына (шығыс кернеуіне) түрлендіреді.

Тахогенератордың шығу кернеуінің ротордың (арматура) айналу жиілігіне тәуелділігі шығу сипаттамасымен анықталады. Тахогенератордың мінсіз шығу сипаттамасының теңдеуі:

$$u_{\text{вых}} = C_u n, \quad (7.1)$$

мұнда C_u - тахогенератордың айналу жылдамдығының өзгеруіне, В / (айн / мин) сезімталдығын анықтайтын шығу сипаттамасының көлбеуі.

Тахогенераторлар бірқатар нақты талаптарды қанағаттандыруы керек. Тахогенератордың шығыс кернеуінің айналу жиілігіне тәуелділігі болып табылатын тахогенератордың шығу сипаттамасы мүмкіндігінше түзу сызыққа жақын болуы керек және ең үлкен қаттылыққа ие болуы керек. Сонымен қатар, сыртқы факторлар (температура, ылғалдылық, қысым және т.б.) шығу сипаттамаларының түріне әсер етпеуі керек. Тахогенератордың шығуындағы кернеу қалдықты деп аталатын $n = 0$ кезінде ең аз болуы тиіс. Кернеу симметриялы болуы керек, яғни. тахогенератор сол жиілікте айналса, бірақ әртүрлі бөліктерде тахогенератордың шығу кернеулерінің абсолюттік мәндері бірдей болуы керек. Бұл шарт бұзылған жағдайда, тахогенератордың асимметриясында қате бар.

Тахогенератордың шығу қуаты оған қосылған құрылғылардың жұмыс істеуі үшін жеткілікті болуы тиіс, ал электромагниттік процестерге

байланысты токогенератордың шығыс кернеуінің көтерілуі минималды болуы керек.

Пайдалану қағидасына және құрылғыға сәйкес, тахогенераторлар ауыспалы және тұрақты ток беретін болып екіге бөлінеді. Тұрақты токтың асинхронды тахогенераторлары автоматтандыру құрылғыларында ең үлкен қолданысқа ие.

Асинхронды тахогенератор генератор режимінде жұмыс істейтін өте төмен қуаттың екі фазалы асинхронды машинасы. Қозғалыс орамасы (ОМ) деп аталатын статор орамаларының бірі генератор (ОГ) деп аталатын басқа орамның терминалдарынан ауыспалы ток желісіне қосылады, орамның кернеуі алынып тасталады. Бұл кернеу шамасы тахогенератордың ротордың жылдамдығына пропорционалды.

Тахогенератордың қасиеттері жаңа $i_{\text{вых}} = f(n)$ шығу сипаттамасымен анықталады. Идеалды тахогенератордың шығу сипаттамасы координаттардың шығуынан бастап түзу сызық болып табылады (7.1-сурет, б, 1-сурет). Дегенмен, нақты тахогенератордың қателігі себебінен, оның шығу сипаттамасы тек басында ғана сәйкес келеді, ал айналу жиілігінің өсуі қисық сызыққа айналады (2-график). Бұл тахогенератордың амплитудалық қателігіне алып келеді:

$$L_{\Delta} = i_{\text{вых.и}} - i_{\text{вых.р}}, \quad (7.2)$$

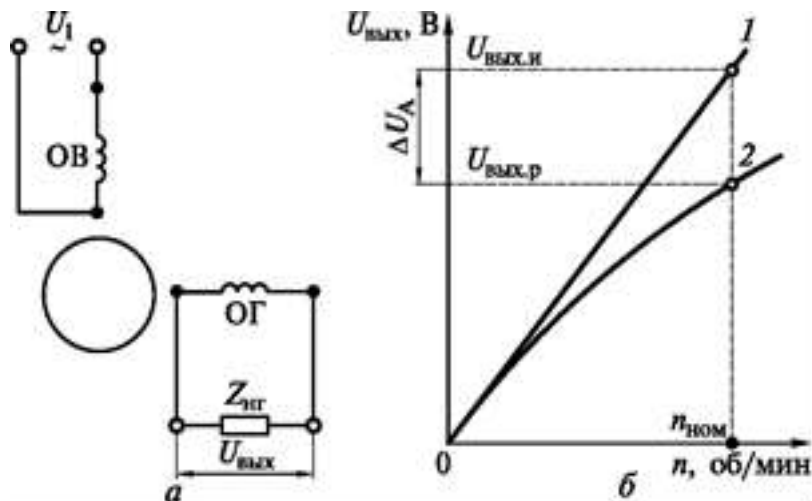
$i_{\text{вых.и}}$ және $i_{\text{вых.р}}$ – айналу жиілігінде нақты және нақты тахогенераторлардың шығуындағы кернеу.

Амплитудалық қателіктің негізгі себебі: ток кернеуі ЭДС-тан-дан айырмашылығы - генератордағы кернеудің төмендеуіне байланысты Тахогенератор $1_r Z_v$. Айналу жиілігінің көбеюі кезінде генератордағы токогенератордың тоқтығы артып, кернеудің төмендеуіне әкеледі, $1_r Z_v$ амплитудасы артады. Амплитудалық қателік айналмалы номиналды жылдамдықта мінсіз тахогенератордың шығу кернеуінің пайыздық қатынасы ретінде көрінеді

$i_{\text{вых.и}}$:

$$\text{Аид} = (L_{\Delta} / i_{\text{ВБЕ,и}}) \cdot t \quad (7.3)$$

Асинхронды тахогенератордың артықшылығы сырғу байланыстарының жоқтығы, оның жұмыс сипаттамасының сенімділігі мен тұрақтылығын қамтамасыз етеді.



Сурет. 7.1. Асинхронды тахогенератор:
а - электр схемасы; б - шығу сипаттамалары

7.1. кесте

Асинхронды тахогенераторлардың техникалық деректері

Өлшемі	Максималды айналу жиілігі, об/мин	Ток жиілігі, Гц	Шығу сипаттамасы көлбеу, $\Delta U_n(\%)$	Uв, В	4 А	А и _д , %
ТГ-4	6000	400	0,0100	115	0,30	2,5
ТГ-5А	9000	400	0,1100	110	0,06	2,5
ТД-1	2400	50	0,0080	110	0,15	1,5
ТД-2	2400	50	0,0080	127	0,13	1,5

Кемшіліктері - шығыс сипаттамасының сызықтығы, демек, амплитудалық қателіктің жоғарылауы, төмен шығыс қуаты, өлшемдердің жоғарылауы (тер терісінің токохенераторларына қарағанда 2-ден 3 есе жоғары). Аталған кемшіліктерге қарамастан, асинхронды тахогенераторлар электр жетегіндегі жүйелерде пайдаланылады, бұл олардың жоғары сенімділігін қамтамасыз етеді. Кестеде. 7.1 асинхронды тахогенераторлардың кейбір түрлерінің техникалық деректерін көрсетеді.

Тұрақты ток тахогенераторы – генераторлық режимде, магниттермен тәуелсіз қоздыру немесе қозғаумен тұрақты жұмыс істейтін ток машинасы. Дизайнерлік дизайн бойынша Дизайны жағына баса машиналардан кішігірім өлшемдермен ерекшеленеді.

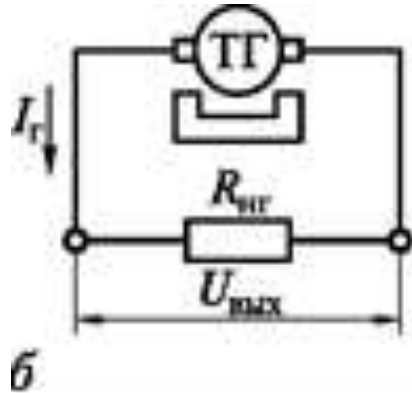
Суретте. 7.2 электромагниттік қозғаумен тұрақты ток тотықтырғыштарының схемалық диаграммаларын көрсетеді (7.2-сурет, а) тұрақты магниттермен қозғалады (сурет 7.2, б). Электр энергиясына

қатысты, троганниттік қозу, қоздыру орамасы тікелей ток көзіне қосылған.

Тахогенератор қозғалады, егер оның арматура айналуына айналса, онда оның шығу кернеуі, В:

$$U = \frac{C \Phi}{1 + (r_a / R_{\text{нп}})} - C_{\text{иП}}, \text{ Ди}$$

мұнда r_a - арматура орамасының кедергісі, Ом; $R_{\text{нп}}$ - арматура орамасының шығыс терминалдарына қосылған, Ом, құрылғы болып табылатын жүктемеге төзімді тахогенератор; және - тахо зәкір айналу жиілігі, айн / мин; $C_{\text{и}}$ - тахогенератордың шығу сипаттамасының бұрышы, V / (айн / мин)



Сурет. 7.2 Ток генераторларын

тұрақты токқа қосу принциптері

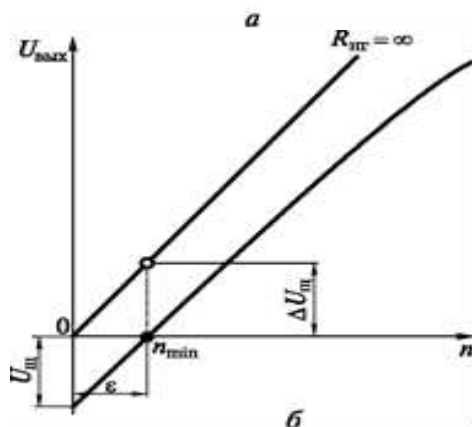
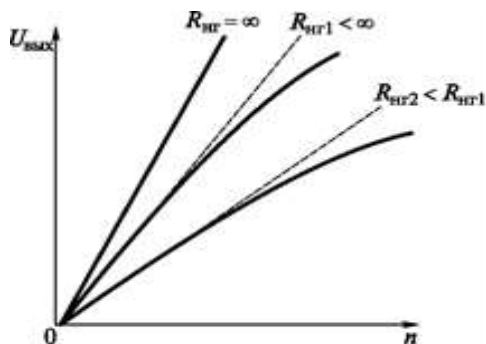
$$C_{\text{и}} = \frac{C \Phi}{1 + (r_a / R_{\text{нп}})}$$

Өрнек (7.4) - тахогенератордың шығу сипаттамасының теңдеуі. Оның (7.5) өрнегінен шығатын $R_{\text{нп}}$ кедергісі неғұрлым көп болса, $C_{\text{и}}$ шығу сипаттамасының соғұрлым көп болуы. Шығу сипаттамасының максималды қаттылығы, арматураның орамасы ашық болғанда, тахогенератордың бос режиміне сәйкес келеді ($R_{\text{нп}} < \infty$). I_2 жүктемесінің артуымен ($R_{\text{нп}}$ кедергісін азайту арқылы) шығыс сипаттамасының көлбеуі азаяды (7.3а-сурет). Тұрақты токтың қазіргі заманғы тахогенераторларында $C_{\text{и}}$ шығу сипаттамасының асинхронды тахогенераторлардан гөрі көп

Токогенератордың тікелей токтарының шығу сипаттамасы [қараңыз (7.4)] - бұл түзу сызық. Дегенмен, тәжірибе көрсеткендей, шығу сипаттамасы бастапқы бөлікте (төмен айналымдық жиілікте) түзу сызық болып табылады, ал жылдамдығының өсуі қисық сызыққа айналады (7.3-сурет, а). Қисық сызықты сипаттама $R_{\text{нп}}$ жүктемесіне кедергі келтіргенде және айналу жылдамдығы n ұлғайған кезде күшейтіледі, бұл тахогенератордағы зәкір реакциясының демагнетизациялық әрекетімен түсіндіріледі.

Шығу сипаттамасының қисық сызығын азайту үшін, токогенераторды шектеулі айналымды жиілікте пайдалану және жүктеме ретінде төмен ішкі кедергісі бар құрылғыларды пайдалану қажет емес.

Тікелей ток тахогенераторларының қателігіне әкелетін тағы бір себеп - бұл $d_{\text{и}}$ щеткамен байланысына кернеудің төмендеуі. Осы себепті сипаттамалар координат осінің шыққан жерінен шықпайды, ал шығу тегінің $e = n_{\text{мин}}$ (7.3, б) саны бар нүктесінен шығады.



Сурет. 7.3. Тохогенераторларының тікелей сипаттамалары

7.2. кесте

Тұрақты тоқты тахогенераторларының техникалық деректері

Өлшемі	Максималды айналу жиілігі, об/мин	Крутизна ха- рактеристики, В/(об/мин)	Қозу кернеуі, В	генера- торлық орамасында ғы ток, А	Салмағы, кг
ТГ-3	4000	0,015	27	0,1	0,5
ТД-201	1100	0,13	110	0,2	—
ТД-103ПМ	1000	0,10	—	0,1	—
ТД-201ПМ	1000	0,20	—	0,2	—

Тахогенераторлардың **артықшылығы** - салмағы, өлшемі шағын және маңызды шығу қуаты бар; Тұрақты магниттерді қоздыруға шақыру мүмкіндігі бар, бұл қозғау үшін қуат көзімен таратуға мүмкіндік береді.

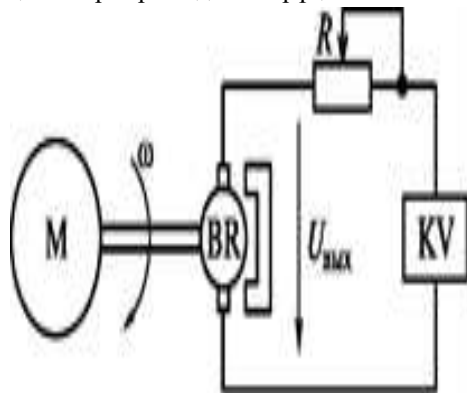
Кемшіліктері - жылжымалы қылшық-коллекторлық контактінің болуы операциялық сенімділікті төмендетеді және қосымша қатені енгізеді, арматураның магниттік асимметриясынан (әр түрлі осьтер бойынша

магистральдық ядроның магниттік қарсылық бірдей емес) байланысты шығыс кернеуінің көтерілуі және коммутация процесі. Тахогенератор кернеуінің жарқылын түзету үшін RC және RLC сүзгілері қолданылады. Аталған кемшіліктерге қарамастан, тұрақты ток магистралі, әсіресе тұрақты магнитпен қозғалғанда, электр жетегіне кеңінен қолданылды.

Кестеде. 7.2 Тұрақты ток беретін тахогенераторлардың кейбір түрлерінің техникалық сипаттамалары.

Электр жетектегі тахогенераторлар жылдамдық сенсорлары ретінде қолданылады. Кейбір электр қозғалтқыштары кіріктірілген тахогенераторлармен аяқталады. Бұл реттеуді автоматтандыруды немесе осы қозғалтқыштардың жылдамдығын тұрақтандыруды жеңілдетеді.

Тахогенераторлар өте жоғары жылдамдық сенсоры ретінде өте рұқсат етілген мәннің жылдамдығын арттырумен байланысты авариялық режимді болдырмау үшін қолданылады. Егер бақыланатын объектінің жылдамдығы, мысалы, M қозғалтқышы (сурет 7.4) рұқсат етілген мәннен асып кетсе, онда жаңа тахогенератор BR кернеуі KV кернеу релесінің жұмысы үшін жеткілікті мәнге жетеді.



7.4 Сурет

Жылдамдық релесі

Контактілермен бұл реле бақылауға және әрекет етеді

төтенше жағдайды тоқтатады немесе операторға сигнал береді. Р

рестостатының көмегімен реле орнату нүктесін кернеу релесінің KV кернеуінің жылдамдығына орнатыңыз.

Қозғалтқыштың кері қозғалуына жол бермеу үшін (2.6 тармақты қараңыз) қозғалтқыштың кері кетуіне жол бермеу үшін қолданылады: қозғалтқыш нөлге жақын жылдамдыққа жеткенде, реле контакторлар катушкаларының тізбегін ашатын контактілер арқылы ажыратылады.

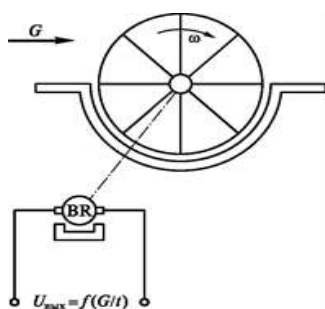


Рис. 7.5. Расходомер

7.5 сурет. Шығын өлшеуіші

Тахогенераторды пайдаланудың тағы бір мысалы - газ құбыры, өтімділік, көлемдік материал арқылы жеткізілетін жұмыс затының шығынын өлшеу үшін әзірленген дөңгелегі бар шығын өлшеуіш. Құбырдағы жұмыс затының өту жолында дөңгелекті орнатыңыз -

пышақпен доңғалақ (сурет 7.5). Пышақтарға түсетін жұмысшы зат дөңгелекті бұрады. Құбырдағы заттардың жылдамдығы соғұрлым жоғары, демек, оның ағыны неғұрлым жоғары болса, дөңгелектің айналу жылдамдығы соғұрлым көп болады. Бұл дөңгелектің айналдыру білігі BR сериялы BR тахогенераторына қосылады, оның шығуын дөңгелектің айналу жылдамдығының функциясы болып табылатын жаңадан электр сигналы; құбырдағы заттар ағымының жылдамдығы және $i_{\text{вых}} = f(G/t)$ Газ құбырының диаметрін білу, ағымның G жылдамдығын белгілі бір уақыт ішінде анықтайды, мысалы ауысым немесе күн үшін. Тахогенераторлар жылдамдықты кері байланыс сенсорлары ретінде электр жетегінің жабық автоматты жүйелерінде қолданылады (11.2 қара).

7.2.2. Сельсиндер

Сельсиндер бір мезгілде айналуы немесе бірнеше механикалық байланыстырылмаған біліктерді бір уақытта айналдыруды қамтамасыз ететін синхронды байланыс элементтері болып табылады.

Сельсин фазалық роторлы асинхронды машинаны сындарлы түрде ұсынады. Орамалардың бірі статорда, ал екіншісі - роторға және байланыс сақиналары мен қылшықтары арқылы сыртқы тізбекке қосылған. Егер орамалардың бірі бірфазалы болса, онда Сельсин бірфазалы деп аталады.

Екі фазалы сельсиндерден тұратын синхронды байланыс индикаторлық жүйесінің жұмысын қарастырайық: сельсен-датчик СД және сельсин - қабылдағыш СП (7.6-сурет). Бұл жағдайда бір фазалы орамалар ауыспалы ток желісіне қосылады және қоздыру орамалары болып табылады және синхрондау орамалары деп аталатын үш фазалы орамалар байланыс желісі арқылы бір-бірімен байланысып, синхрондау тізбегін қалыптастырады.

Қабылдау орамдарының айнымалы тоғы сельсин ЭДС синхрондау орамаларында: сенсорлық- $E_{\text{АЯ}}$, $E_{\text{ВД}}$ және $E_{\text{С}}$ -те қабылдағыш- $E_{\text{Л}}$ д, $E_{\text{Вп}}$ және $E_{\text{С}}$ -па ны синтездеуге әкелетін сельсиндердегі $\Phi_{\text{ПД}}$ және $\Phi_{\text{ИП}}$ қозғалыстарының магниттік ағындарына әкеледі. Синхрондау орамасының фазасындағы ЭДС шамасы оның қозғау орамасына қатысты кеңістіктік орналасуына байланысты.

Егер датчиктің және қабылдағыштың үндестіру орамдарының фазалары тиісті өріс орамаларына қатысты бірдей болса, онда $i_{\text{ад}} = a$, содан кейін байланыс сызығымен байланысқан синхрондау орамдарының фазаларында бірдей және кері пропагандты эмфлар пайда болады. Бұл ЭДС бір-бірін теңестіреді және синхронды орамасының тізбегінде ток жоқ. Сельсин роторларының бұл ережесі келісілген деп аталады.

Егер сенсордың роторы келісілген позициядан шығу үшін белгілі бір бұрыштық жарнамамен бұрылса, синхрондау орамдарының фазаларында пайда болатын ЭДС тепе-теңдігі бұзылады. Бұл жағдайда үндестіру орамдары мен байланыс желісінде теңдестіретін токтар пайда болады. Бұл токтардың селин-қабылдағыштың қозу ағыны ағынымен өзара әрекеттесуінің нәтижесінде, қабылдағыштың роторын сенсордың

роторымен үйлесімді күйге жеткенше айналатын (синхрондау) моменті пайда болады, яғни, Ротор бұрышпен айнамайды $\alpha_n \sim \alpha_d$. Берілген бұрыштың нақты бұрышын сельсиндік қабылдағыштың нақты жұмыс істеуі подшипниктердегі фрикциялық күштермен және байланыс сақиналарымен қиындатады. Сенсорда анықталған тозақтың бұрышын жаңғыртудағы қателік қатенің бұрышы арқылы анықталады

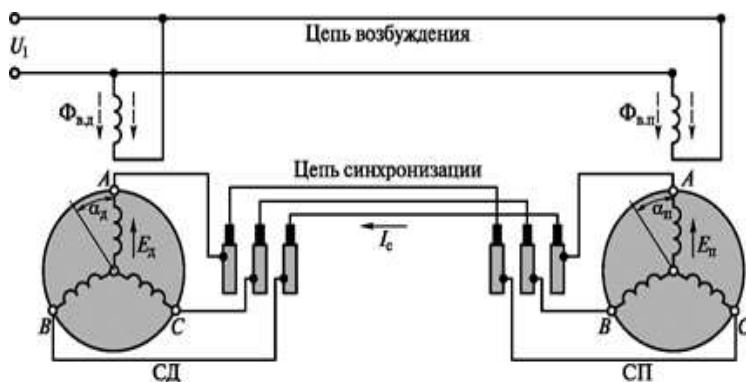


Рис. 7.6. Индикаторная схема синхронной связи

7.6. Сурет. Синхронды байланыс индикаторының тізбегі

$$\theta = \alpha_d - \alpha_p.$$

7.6)

Осылайша, егер сельсин сенсорының роторы бұрыла берсе, сельсин-қабылдағыш роторы датчиктің роторына бағынады, бірақ қатенің қателігі сақталады.

Индикаторлық жүйенің бұрыштық жылжуын берудің дәлдігі өздігінен сельсиндердің қателігіне, байланыс желісінің ұзындығына және сельсин-қабылдағыш білігінің жүктемесіне байланысты. Нақты Selsyn қабылдағыштарының сәйкессіздігінің қателігі дәлдік класына байланысты $\pm 1,5$ -ден $\pm 2,5^\circ$ дейін болуы мүмкін. Бір сельсин-сенсордан бірнеше сельсин-қабылдағыштардың жұмысы мүмкін. Сонымен қатар, бұрыштық репродукцияның дәлдігі бір сенсордан жұмыс істейтін сельсин-қабылдағыштардың санына қарай азаяды.

Бұрыштың қашықтықтан берілуінің индикаторлық жүйесінің жұмысының кейбір ерекшеліктері:

- синхронды орамасының фазаларына қосылған кез-келген сымдарды жұптасаңыз, онда берілген бұрыштың өңделуі кезінде қабылдағыштың ротордың айналу бағыты керісінше болады, яғни бұрыш сенсорын сағат тіліне қарсы бағытта орнатсаңыз, ол сағат тіліне қарсы бағытта қабылдағыш-сельсинмен ойнатылған;
- егер сельсиндердің бірінде, мысалы, ресиверде, қозғау орамасына қосылған сымдардың орнын орналастыру үшін, онда осы орамдағы ток фазасы 180° өзгереді; нәтижесінде жүйе

сенсордың және қабылдағыштың ротордың орналасу орны арасындағы 180° -қа дейінгі тұрақты сәйкессіздікпен жұмыс істейді, яғни жүйенің үйлесімді күйі $0 = 180^\circ$ қателік бұрышына сәйкес келеді.

Индикаторлық жүйенің көмегімен сельсин-қабылдағышы сельсин-қабылдағышымен анықталған айналу бұрышын ғана жаза алады. Бірақ жұмыс механизмінің білігін сельсин-сенсорға орнатылған бұрышпен бұру үшін, индикатор жүйесі қолайсыз, себебі ресивердегі ротордың сәті өте аз.

7.3. кесте

Сельсиндердің негізгі параметрлері

Өлшемі	U ₁ , В	/1, Гц	-Mmax, Я ^м	Салмағы, кг	Сельсиннің конструкциясы
CC440	110	50	0,021	0,8	Контактный
CC410	55	50	0,021	0,8	»
CC501	110	50	0,172	2,8	»
BC405A	110	50	0,023	1,25	Бесконтактный
BC501A	110	50	0,172	4,0	»

Осы мақсат үшін бұрыштық қашықтықты беру үшін **трансформаторлық жүйе** қолданылады (11.5 қара).

Сельсиндер конструкциясы бойынша контакт пен байланыссыз болып бөлінеді. Соңғысы байланыс сақиналары мен щеткалары жоқ, бірақ байланыс селлиндерімен салыстырғанда, олар әлдеқайда ауыр және қымбат.

Кестеде. 7.3 сельсиндердің кейбір түрлерінің негізгі параметрлерін көрсетеді.

7.2.3. Айналмалы трансформаторлар

Айналмалы (айналмалы) трансформаторлар ВТ ротордың айналу бұрышына функционалды түрде тәуелді айнымалы кернеу алу үшін жасалған. Белгілеу бойынша ВТ ақпараттық электр машиналарына жатады және автоматтық басқару жүйелерінде екі бұрылыс осі арасындағы сәйкессіздікті өлшеу үшін элементтер ретінде (бұрыштық сенсорлар) қолданылады. Айналмалы трансформатор

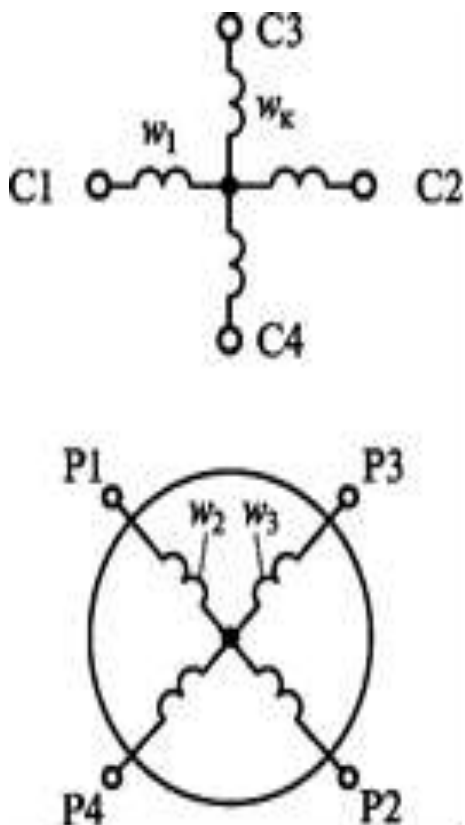
Қозғалтқыш - төмен қуаттың индуктивті типті электр машинасы. Ең көп пайдалану екі бағытта бір-бірімен өзара перпендикуляр орамалы екі жұп БТ-нан жасалған: статорда w_1 және w_K (C1-C2 және C3-C4) орамдары орналасқан; ротордың w_2 және w_3 (P1 - P2 және P3 - P4) орамдары (7.7 сурет).

Қозғалтқыш орамасы (C1-C2) AC желісіне қосылған, C3-C4 өтемдік орамасы резисторға немесе қысқа тұйықталады.

Ротордағы орамалар қайталама деп аталады: синус P1 - P2 және косинус P3 - P4. Ротор орамдары бар электрлік контакт контактілі сақиналар мен щеткалар (контактілі селсиндерге ұқсас) немесе спиральды серіппелер арқылы жүзеге асырылады. Соңғы жағдайда ротордың бұрылу бұрышы бұрандалы серіппелердің барынша бұралу бұрышымен

шектеледі. Айналмалы трансформаторлардың жұмыс принципі өзара индукциялық - статор мен ротордың орамдарына байланысты, ротордың айналу бұрышына белгілі бір функционалдық тәуелділікте болады. Роторлы орамдағы магниттік козу ағыны пульсирленген электр қозғалтқыш күштері бұл тәуелділікті қатаң түрде қадағалайды.

Сурет. 7.7. Айналмалы трансформатордың схемасы



Егер ВТ өлшеуіш элемент ретінде пайдаланылса, ротор бұрышты ВТ корпусына біріктірілген немесе ВТ-ден бөлек және оның білігіне қосылған жоғары дәлдіктегі беріліс механизмі арқылы айналады. Егер ВТ белгілі бір бұрышта ротордың айналу режимінде жұмыс істеуге арналған болса, онда статор орамалары өріс және қоздыру орамдары, ал ротор орамдары қосымша ретінде пайдаланылады.

Егер БТ ротордың үздіксіз айналу режимінде жұмыс істейтін болса, әдетте орамалардың «кері» қолданылуы әдетте пайдаланылады: ротордың орамдары қоздыру орамдары және өтемақы ретінде пайдаланылады, ал статор орамалары қайталама орамал ретінде қолданылады. Егер компенсация орамасы қысқа тұйықталса, онда роторға орамдарды «кері» пайдалану арқылы тек қана контактілі контактілер пайдаланылады, бұл дизайнды жеңілдетеді, VT сенімділігі мен дәлдігін арттырады.

Ротордың айналу бұрышына екінші ретгі орауыштың ЭДС функционалдық тәуелділігінің графигіне қарай, айналмалы трансформаторлар мынадай түрлерге бөлінеді:

синусты-косинусты айналдыру трансформаторы(СКАТ)- ротордың айналу бұрышына синусын тәуелділіктегі және ротордың айналу

бұрышына косиналық тәуелділіктегі ω_3 -нің шығуындағы U_3 кернеуінде ω_2 орамасының шығуында U_2 кернеуі бар;

желілік айналдыру трансформаторы (ЖАТ) - оның шығу кернеуі U_2 бұрышына түзу сызық тәуелді болады;

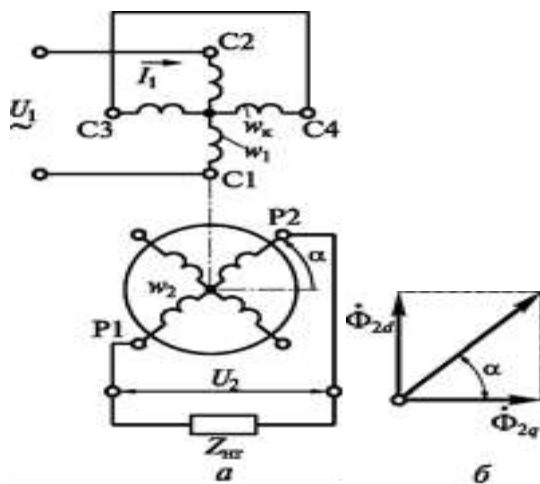
Айналмалы трансформаторлық-құрылысы (АТҚ) геометриялық мәселелерді шешуге арналған.

Сонымен қатар, айналмалы трансформаторлар **автоматты құрылғыларды**, фазалық жылжытқыштардың, қашықтықтан бұрыштық трансформаторлық жүйелердегі **электрлік синхронды машиналардың** жеке каскадтарының кернеулеріне сәйкестендіру үшін **ауқымды трансформаторлар** (МВТ) ретінде пайдаланылуы мүмкін.

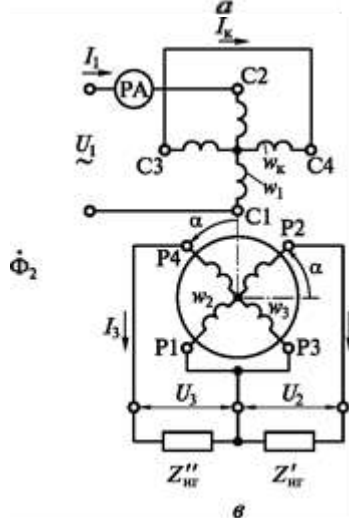
Синуустық режимдегі синусты-косинусты айналдыру трансформаторлары. Бұл режимде тек ротордың ω_2 синусоиндалуы пайдаланылады (7.8, а). Қозғалыс ω_1 -ні орамдаған кезде ондағы ток I_1 пайда болады, бұл магниттік қозу ағыны Φ_B жасайды.

Екінші орамаға ω_2 қосылысы, онда Φ_B ағыны инерттейді, оның шамасы ротордың айналу бұрышына байланысты ЭДС E_2 . Бос жұмыс режимінде ($I_2 = 0$), синусоидты орамның шығуындағы кернеу

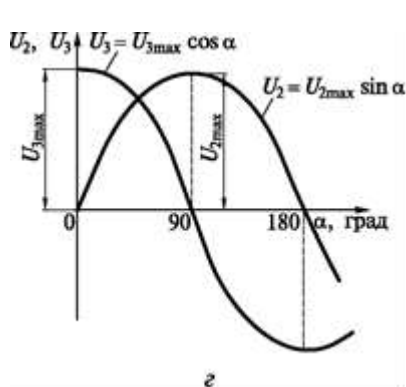
$$U_2 = U_2^{\max} \sin \alpha, \quad (7.7)$$



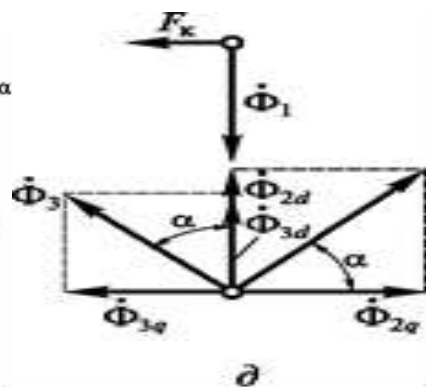
б



в



г



д

Сурет. 7.8 Синусо-косинусты айналмалы трансформатордың (а, 5) (в, г, д) синус режимдерінде диаграммалары

мұнда $U_{2\max}$ — синусоидты орамдағы кернеудің максималды тиімді мәні, ротордың айналу бұрышына сәйкес $= 90^\circ$.

Егер жүктеме $2 \wedge r$ синусоиналдың $P_1 - P_2$ терминалдарына жалғанса, оның тізбегінде ток I_2 пайда болады.

магниттік ток ағынының әсерінен Φ_2 компоненттерге ыдырауы мүмкін: тік ось бойымен қозғалыс ағынына $\Phi_m = \Phi^{\wedge} a$ қарсы бағытталған және көлденең осьтің Φ_2 бойымен бағытталған. $\Phi_2? = \Phi_2 \cos a$, бұл магниттік қозғау ағынының бұрмалануына әкеледі (7.8б-сурет).

Φ_m -ның бойлық осі бойынша ағым компонентінің демагнетизациялық әсері қозғау орамасындағы ағымның артуымен өтеледі I_1 .

Ағынның $<b2q$ ағынының әрекет етуімен туындаған магниттік қозу ағынының бұрмалануы ротордың айналу бұрышына w_2 кернеуінің U_2 -нің синусоидалық тәуелділігін бұзады және жүктеме ток $/_2$ -нің жоғарылауымен жоғарылайтын СКВТ жұмысында қатені енгізеді. Бұл зиянды құбылысты жою айналмалы трансформаторды теңдестіру арқылы жүзеге асырылады.

СКВТ жұмысының синусоидальды режимінде, тек бір қайталама орам пайдаланған кезде, компенсациялық ораманы w_k -ны қолдануға негізделген негізгі теңдестіру қолданылады. Осы мақсатта орамдағы кедергісі арқылы резисторға қысқарады

$$Z_k = Z_i + Z_{np} \quad (7.8)$$

$Z_h Z_{np}$ тиісінше, айнымалы ток көзінің ішкі қарсылығын және ораманы осы көзге қосатын сымдардың қарсылығын анықтайды.

Әдетте сымдардың кедергісі $Z^{\wedge} = 0$, ал $Z_E = Z_i$. Көптеген жағдайларда, w_1 желісі бірнеше тұтынушыны қуаттандыруға арналған жоғары қуат көзіне қосылған.

Бұл жағдайда кедергі көзі $Z \sim 0$ қарсылық және бастапқы симметрия СКВТ орау $w^{\wedge}$ қысқа тұйықталуды орындайды. Ротордың магнит ағынының компоненті көлденең ось бойынша $<b2q$, өтемдік орамаға сүйене отырып, оған ЭДС- E_k қосады. Орам жабылғандықтан, ЭДС ондағы ағымдағы E_k ток жасайды, ол Ленц ережесіне сәйкес, $<b2q$ (ағыны $<b2q$ - ЭДС E_k және МДС P_k пайда болуының себебі болып табылады). Нәтижесінде көлденең осьтің $<b2q$ бойындағы ағыны әлсірейді, және СКВТ жүктемесіне байланысты қате азаяды.

Синусо-косинус режимінде синусо-косинусты айналмалы трансформаторы. Бұл режимде бір-біріне 90° -да салыстырмалы кеңістікте ауыстырылған w_2 және w_3 қайталама орамдары пайдаланылады (7.8-сурет, с). Ротордың айналу бұрышында w_2 кернеуінің U_2 кернеуіне тәуелділігі (7.7) формула бойынша анықталады және w_3 -нің шығуына кернеу тәуелділігі осы ораманың 90° орамына қатысты ораманың бұрыштық ауыстыруын ескере отырып:

$$U = U_{3\max} \sin(90 + a) = i3_{\max}^{\wedge} a, \quad (7.9)$$

осындағы $U_{3\max}$ — w_3 қозғау орамасы бар коаксиалды күйде w_3 -дегі кернеудің максималды тиімді мәні. Оның (7.7) және (7.9) тармақтарында СКВТ шығуында екі кернеу алынып, олардың біреуі $\sin a$, a , ал екіншісі — $\cos a$ болып табылады (7.8, c).

w_2 және w_3 орамдарының параметрлері бірдей, сондықтан осы орамалардағы максималды қолданаастағы кернеу де тең болады:

$$U_{2\max} = U_{3\max} = (w_2/w_3)U_1 \quad (7-1^0)$$

мұндағы U_1 — кіріс кернеуі СКВТ, яғни, ораманың қозуы w_1 .

Осылайша, (7.10), (7.7) және (7.9) өрнектеріндегі тәуелділікті ескере отырып, біз мына нысанда жазамыз:

$$U_2 = (w_2/w_3)U_1 \sin a; \quad U_3 = (w_2/w_3)U_1 \cos a. \quad (7.11)$$

Синусты w_2 және косинусты w_3 орамдары бұрылыстар мен орамның сымдарының диаметріне тең болады, сондықтан бұл орамалардың бірдей параметрлері бар.

Егер жүктемелердің кедергісі Z тең емес болса, синус және косинус орамдары 12 және 13 токтарының теңсіз магниттік ағындарын Φ_2 және Φ_3 шығарады (7.8, d). $\Phi_{24} - \Phi_2 \cos a$ и $\Phi_{3q} - \Phi_3 \sin a$ ағындарының көлденең компоненттері кері бағытталады және ішінара өзара өтеледі.

Жалпы өзара өтемақы МДС көлденең ось бойынша бойымен синусоидалды және косинус орамаларына тең болған жағдайда ғана болады, яғни егер жүктемелер $Z \propto r$ және ZnG -ге тең болса.

Бұл өтемақы екінші симметрия деп аталады. Алайда, егер көрсетілген жүктемелер тең болмаса, онда екінші симметрия толық түрде алынбайды.

Алынған магнит ағыны көлденең ось бойымен $\Phi_4 - \Phi_{24} - \Phi_{34}$ электр қозғалтқыш күшін индуцирует ВТ, пропорционалды $\cos 2a$ және косинус орамасында - $\sin 2a$ пропорционалды. Бұл құбылыс БТ жұмысында қосымша қатені енгізеді.

Көлденең ось бойында пайда болған магниттік ағын БТ - $\Phi_4 - \Phi_{24} - \Phi_{34}$ синустық орамаға ВТ электр қозғалтқыш күшін алып келеді, бұл $\cos 2a$ пропорционалды, ал косинус орамасына - $\sin 2a$ пропорционалды. Бұл құбылыс БТ жұмысына қосымша қатені енгізеді. Толық қайталама симметрияландыру амперметр әдісі арқылы жүзеге асырылады, онда амперметрдің РА орамасының тізбегіне w_1 қосылады (суретті қараңыз 7.8, c) және жүктеме кедергісі Z және Z «ротордың кез келген бағытта айналуы кезінде таңдалады, сондықтан амперметрдің РА көрсеткіштері өзгермейді.

Қосымша симметриялауда неғұрлым дәл, нақты әдіс – **вольтметр әдісі**. Толық қайталама симметрия болған жағдайда, синус пен косинусты орамалардың ағындарының көлденең компоненттері өзара теңестіріледі, олар компенсациялық орамаларында ЭДС тудырмайды. Демек, жүктеме кедергісі Z және Z таңдалады, осылайша, вольтметрдің оқылуы, ашық қосалқы өтемдік $C_3 - C_4$ орамдарына қосылған, ротордың кез келген орнында нөлге тең болады.

Айналмалы трансформатордың дәлдігі СКВТ режимінде мынадай көрсеткіштермен анықталады: синусалды және косинусалды тәуелділіктің көбею қателігі; нөлдік нүктелердің асимметриялары; компенсациялық ораманың электр қозғалтқыш күші; қалдық ЭДС; қозғау орамасы мен қайталама орамалар арасындағы өзгеру коэффициенттерінің айырмашылығы.

Синустық (косинустық) байланысына қарай орындау қателіктері, %:

$$\varepsilon_{\text{СКВТ}} = A^U \cdot 100/U \cdot \text{та}^x, \quad (7.12)$$

осындағы A^U — шығыс кернеуінің толық ротордың революциясымен сағат тіліне қарсы бағытта A^U1 және сағат тіліне қарсы бағытта A^U2 : есептелген синусоидалық (косин) заңнан СКВТ шығуындағы кернеудің ең үлкен орташа ауытқуы:

$$AU = 0,5(AU_1 + AU_2). \quad (7.13)$$

Бастапқы орамалардың әрқайсысынан СКВТ беру кезінде **нөлдік нүктелердің асимметриялары**:

$$Aa_0 = 0,5(Aa_x + Aa_2), \quad (7.14)$$

мұндағы Aa_x және Aa_2 СКВТ роторының E_2 және E_3 қайталама орамдарының ең аз ЭДС мәндеріне сәйкес 90° көбейткіштері болып табылатын оң және теріс ауытқулары болып табылады.

Компенсациялық ораманың электр қозғалтқыш күші, % номиналды қоздыру кернеуі U_1 :

$$\varepsilon_{\text{к}} = \text{ЕК} \cdot 100/U_j, \quad (7.15)$$

осындағы ЕК — ЭДС компенсациялық орама, $C_3 - C_4$ қорытындысында өлшенгін номиналды кернеу U .

Максималды белсенді шығу кернеуінен % ЭДС қалдық нөлдік нүктелері U_{max} :

$$\varepsilon_{\text{ост}}^E = E_{\text{ост}} \cdot 100/U_{\text{max}}, \quad (7.16)$$

$E_{\text{ост}}$ — қалдық (минималды) ЭДС, ротордың позицияларында қайталама орамның шығуына нөлдік нүктелерде өлшенеді,

7.6 кесте

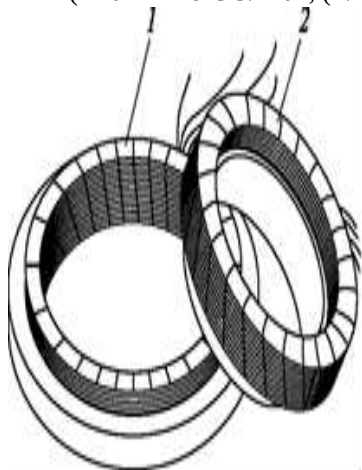
СКВТ дәлдік класы және түрлердің сәйкес мәндері дәлсіздіктері

Дәлсіздіктер түрі	Нақтылық класы					
	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2

ε СКВТ, %						
Аа ₀ , с	+0,005 ± 10	+0,01	± 0,02	+0,05	+0,1	± 0,02 ±
ε _к , %, не более ε _{ост} ,	0,04 0,003	+20 0,08	+40 0,12	+100 0,3	+200	400 1,2
%, не более А _к %, не	0,005	0,006	0,01	0,025	0,6 0,05	0,10 0,2
более		0,001	0,02	0,05	0,1	

Трансформация коэффициенттеріндегі айырмашылық синусоидальды және косиналық орамалардың СКВТ параметрлеріндегі ауытқуларды анықтайды, %:

$$A_k = (k_{\max} - k_{\min}) / k_{\max}, (7.17)$$



осындағы $k_{\max}$ и $k_{\min}$ – трансформация коэффициенттерінің арасындағы ең үлкен және ең кіші мәндер орамалар. Кестеде келтірілген, рұқсат етілген мәндермен сипатталатын СКВТ-ның 6 дәлдік түрі бар. Құрылғыларда екі полюстық ВТ-мен бірге көпөлшемді айналмалы трансформаторлар қолданылады. Олар әдетте дәл есептеуіш құрылғыларда, сондай-ақ бұрылу бұрышы аз тізбектерде қолданылады. Мұндай ВТ-лар жалпак, және үлкен диаметрлі (7.9-сурет) түрде орындалады, бұл олардағы полюстердің үлкен саны бар орамдарды пайдалануға мүмкіндік береді. Олардың кішігірім өлшемдері мен арнайы дизайнына байланысты, бұл ВТ-лер тікелей өлшеу қондырғысына салынған. Бұл жағдайда көпсалалы ВТ статоры 1 және ротор 2 құрылғының бөліктерінде бекітеді, олардың салыстырмалы бұрыштық жылжуы тіркеледі.

Сурет. 7.9. 1-статор

және ротор 2 -

орнатылған

айналмалы

трансформатор

Сызықтық айналмалы трансформатор (САТ). Ротордың айналмалы бұрышына желілік айналмалы трансформатордың U_2 шығыс кернеуіне тәуелді.

$$U_1 \sin a$$

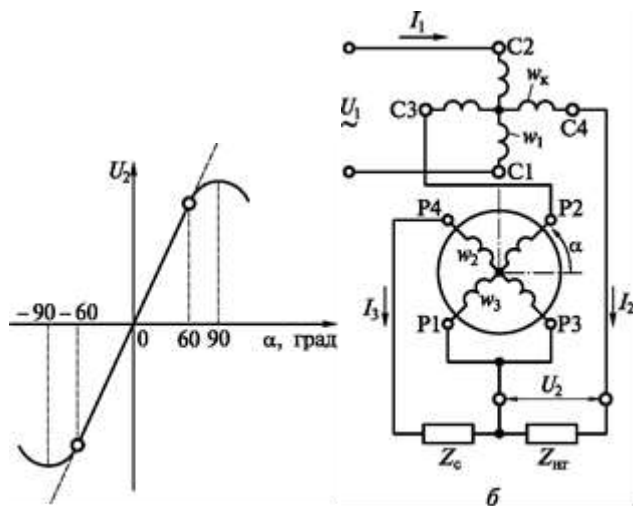
$$1 + m \cos \alpha$$

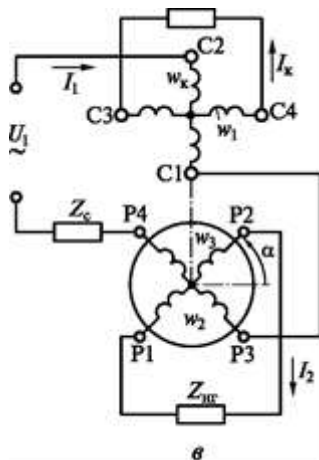
Мұндағы, m — тұрақты өлшем, СВТ магниттік және электрлік параметрлері бойынша анықталады.

Егер $m \sim 0.54$ болса, онда $U_2 = f(\alpha)$ тәуелділігі 0 -ден $\pm 60^\circ$ аралығында ротордың айналым ауқымында 1% -дан аспайтын қателіктермен желілік болады (7.10-сурет, а). Бұл тәуелділікті алу үшін, суретте көрсетілгендей, ЛВТ орамаларын қосу тізбегін 7.10, б. колданады. Берілген толық симметриялы қайталама ЛВТ-ның Z_n кедергісін қамтамасыз ету үшін, косинус орамасы тізбегіндегі Z_c таңдалып алынады

$$Z_c = 2(Z_2 + Z_k + Z_m) - Z_3. \quad (7.19)$$

Дегенмен, ЛВТ орамдарының толық қайталама симметриялануы тұрақты жүктеме кезінде мүмкін болады $Z_{hi} = \text{const}$. Айнымалы жүктеме жағдайында, қоздыру орамасының косинус орамасымен және Z_c кедергісімен дәйектілікпен қосылған және бастапқы қалпына келтіру орамасының кедергісі Z_1 арқылы жабылған бастапқы симметриялау схемасы пайдаланылады (7.10, с).





Сурет. 7.10. Сызықтық айналмалы трансформатор:

а - тәуелділік $U_2 = f(a)$; қайталама симметриялы сызықты айналмалы трансформатордың б-тізбегі; бастапқыда теңгерімділікке ие

Z_c және $2k$ кедергілері Φ_k орамасының магниттік ағындары мен көлденең ось F_{34} бойымен косинус орамасының ротордың айналу бұрышының кез келген мәніне өзара өтетін етіп таңдалады. ЛВТ дәлдігі ротордың айналу бұрышында $\pm 60^\circ$ ауқымында шығыс кернеуінің сызықтық тәуелділігін жаңғырту қателігімен анықталады. Сызықтық функциясын көбейту қатесі, %

$$\epsilon_d = AU \cdot 100 / U_{\max}, \quad (7.20)$$

мұнда ЛВТ роторын сағат тілімен және сағат тіліне қарсы бағытта бұру кезінде есептелген шығыс кернеуінің ең жоғарғы оң U_1 және төменгі U_2 ауытқуларының орташа мәні тең

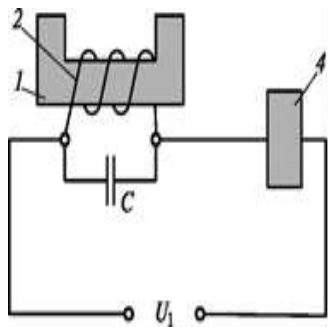
$$AU = 0,5(AU_1 + AU_2).$$

Сызықтық айналмалы трансформаторлар үш дәлдікке бөлінеді:

Класс дәлдігі	0,05	0,1	0,2
Шығару қателігі			
сызықтық функция ϵ_d , %	+ 0,05	+ 0,1	+ 0,2
Қалдық ЭДС $\epsilon_{ост}$, %	0,025	0,05	0,1

Өнеркәсіп айналымы ток жиілігі 400 және 1000 Гц айналмалы трансформаторларын шығарады.

7.3. Электромагнитті датчиктер



Электромагниттік датчиктер электрлік емес мөлшердің түрлендіргіштері (желілік өлшемдер, қысым, сұйық немесе сұйық материалдардың деңгейі, температура және т.б.) электр параметріне: электрлік индуктивті кедергісі немесе Индуктивтік сенсорлардан объектінің қозғалысы мен өнімнің мөлшерін бақылау үшін жақындықты сенсорлар ретінде қолдануға болады. Бақыланатын объектіні жылжытуға арналған қарапайым сенсор - байланыс топтарының болуы және бақыланатын объектінің механикалық әсері тікелей шекті қосқышқа байланысты шектеулі сенімділік болып табылатын негізгі кемшіліктері болып табылады (6.1 қараңыз). Барлық индуктивті датчиктер ауыспалы токпен жұмыс жасайды, сондықтан шығындарды азайту үшін олардың магниттік жүйесі толығымен жасалады. Қағидасы

Индуктивті датчиктердің әрекеті олардың негізгі параметрінің өзгеруіне негізделеді - катушаның индуктивті қарсылығы арматураның кеңістіктік ауыстыруымен (7.11 сурет). Осы себепті олар параметрлік сенсорлардың санатына жатады. Индуктивтілік сенсор 4 ядросы бар, сезімтал реле 4 қосылып тұратын

Сурет. 7.11. Индуктивті (бір) датчик бірқатар бұрылыстармен 2 катушқадан тұрады. Егер арматура 3 ядродан алыс болса, онда магнит ағыны магниттік кедергі мен ядро полюстері арасындағы ауаның әсерінен әлсірейді. Осы жағдайларда, катушқалардың 2 индуктивті қарсылығы азаяды, тізбектегі ток ең үлкен мәнге ие болады, және 4 релесі іске қосылады. Алайда, егер арматура 3 ядро 1-ден жоғары орналасқан болса, онда ядрода магнит ағыны көбейеді және 2 катушқасының индуктивті қарсылығы артады:

$$xL = 2nf1LK = (2^m \times Mo^c) / (25), \quad (7.21)$$

мұнда $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн / м}$ - ауаның магнит өткізгіштігі; $\mathcal{L}_c$ - ядраның тіректерінің көлденең қимасы, м^2 ; 5 - якорь мен ядро полюсі арасындағы ауа ағыны, м.

W_u катушқаларымен қатар C сыйымдылығы қосылған, сыйымдылығы болуы тиіс, мкФ:

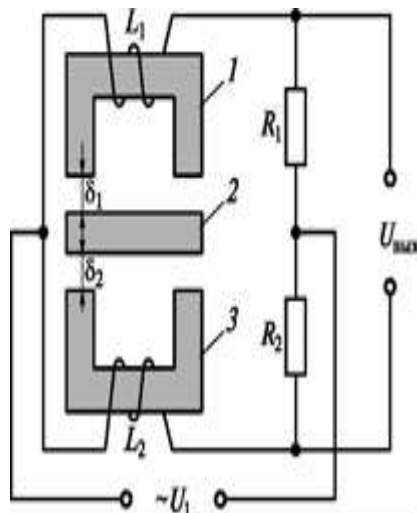
$$C = 10^6 / (2\pi f \times XL). \quad (7.22)$$

Демек, арматура тізбектегі ядроға сәйкес келетін кезде, реледегі ток тізбегі күрт төмендейді, реле босатылады және контактілермен басқару схемасын жауып тастайды.

Қарастырылған индуктивті сенсор жалғыз деп аталады.

Негізінде бұл сенсор электромагнит болып табылады, ол ядроға якорьде маңызды күш жасайды, ол датчиктің жұмысында қатені енгізе алады. Осы себепті, бұл конструкцияның датчиктерінің үлкен коммутациялық күші бар (объектінің сенсорлық зәкірін тарту күшінен тыс теңдестірілмейтін) қадағалау объектілері үшін трассалық және контактасыз қосқыштар ретінде пайдалану ұсынылады. Мысалы, мұндай сенсорлар крандарда

сенсор кері
яғни зәкір
өзгерту
шығу



элеваторларда,
және

т.б. қолданылады.
Қарастырылған
қайтарылмайды,
қозғалыс бағытын
кезінде датчиктің
параметрі

өзгермейді. Аталған кемшіліктер дифференциалдық индуктивті сенсорда жоқ. Мұндай сенсор орамалы және бір зәкірі бар екі бірдей ядролардан тұрады (7.12-сурет). Зәкірге әрекет ететін магнитті тарту күштері осы сенсорда өзара өтеледі.

Сурет. 7.12. Дифференциалдық индуктивті сенсор

Зәкірдің бейтарап (орта) күйінде 2 корпустың полюсі арасындағы айырмашылық бірдей болады ($S_1 = S_2$), сондықтан екі ядраның орамасының индуктивті кедергісі бірдей.

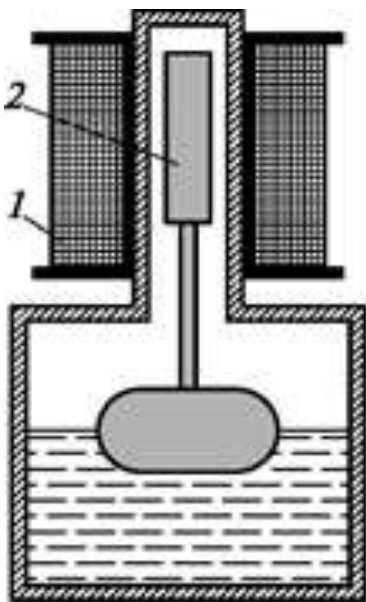
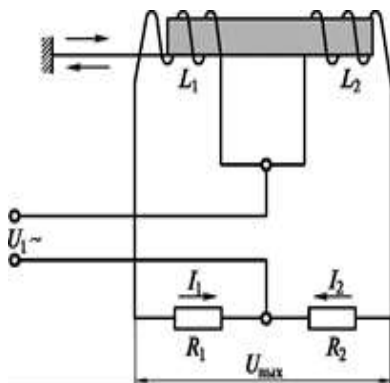
Осы жағдайларда R_1 және R_2 резисторларындағы токтар бір-біріне тең болады және әр жарты кезеңде кері бағытта және өзара өтеледі, сондықтан датчиктің кернеуі $u_{вых} = 0$.

Бірақ, егер зәкір жылжытылса, мысалы, жоғары, S_1 ара қашықтық азаяды, ал аралық S_2 артады. Бұл жағдайда индуктивтілік L_1 және ядро катушкасының индуктивті қарсылығы 1 жоғарылайды және индуктивтілік L_2 және ядро катушкаларының 3 индуктивті қарсылығы төмендейді.

Бұл резисторлардағы токтардың теңсіздігіне әкеледі: $I_1 \neq I_2$. R_1 және R_2 резисторларындағы кернеудің төмендеуі тең емес, ал кернеу шығысы датчиктің шығысында пайда болады. Бұл кернеу неғұрлым көп болса, әзір бейтарап позициясынан жоғарырақ болады. Егер де әзір 2 бейтарап қалыптан төмен түссе, онда индуктивтілік L_2 жоғарылайды және индуктивтілік L_1 төмендейді. Бұл жағдайда ток кернеуі датчиктің шығуына пайда болады, бірақ кернеудің фазасы оған қарама-қарсы болады. Сондықтан фазалық сезімтал түзеткіш датчикті шығару кезінде қосылса, осы түзеткіштің шығуындағы терминалдардың полярлығы әзірдің қозғалыс бағытына байланысты болады. Бұл жағдайда сенсор қайтымды болады және қозғалыстың ауқымы туралы ғана емес, оның бағыты туралы да ақпарат береді. Дифференциалдық индуктивтілік сенсорларда олардың дәлдігі кернеудің ауытқуына әсер етпейді. Индуктивті сенсорлардың плунжерлі түрін қолданғанда, онда бақыланатын объекті механикалық түрде қосылған болат тәрізді түрдегі ядро, екі симметриялық катушкалар ішінде қозғалуы мүмкін (7.13-сурет). L_1 және L_2 катушкаларының индуктивтері ядроның (пленка) күйіне байланысты: егер де плунжерлер катушкалардың дәл ортасында болса, онда катушкалардың индуктивтіктері, R_1 және R_2 резисторлардағы ток датчиктің шығысында да бірдей болады.

Сурет. 7.13. Плунжерлі индуктивтік датчик

Әзір солға немесе оңға



жылжытылғанда, сенсордың шығуына кернеу пайда болады, оның ауқымы және фазасы әзір қозғалысының шамасына және бағытына байланысты. Поршеньдік типті сенсорды қолдануға арналған мысал - қалытқы деңгей көрсеткішінің көмегімен контейнердегі сұйықтық деңгейін бақылау (7.14 сурет).

Бұл жағдайда сұйықтық химиялық түрде агрессивті болса және контейнер герметикалық жабық болса, онда сұйықтық деңгейін бақылауға контейнердің ішіне орналастырылған поршень 2 және контейнердің сыртында орналасқан катушкалар 1. басқаруға болады. Өңделген (бақыланатын) өнімнің мөлшерін басқару үшін индуктивті сенсорларды

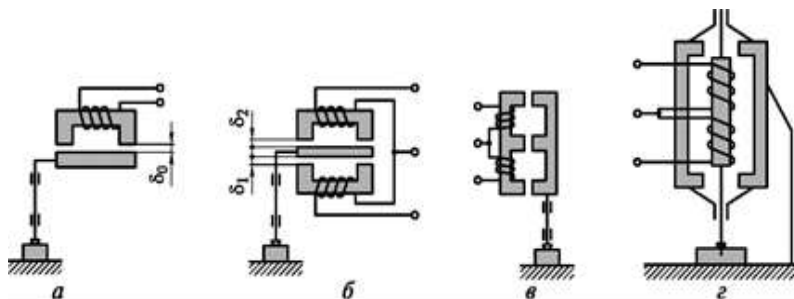
қолдану мүмкіндігі суреттегі диаграммалармен суреттеледі.

Сурет. 7.14. Сұйықтық деңгейін өлшеу

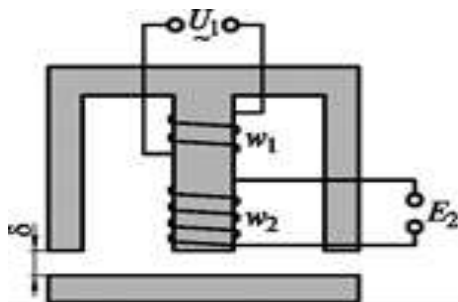
Осы құрылғылардың конструкцияларында бақыланатын бұйымның сызықтық өлшемін өлшеу дифференциалдық индуктивті қабылдау сенсорындағы 50 (сурет 7.15, а) немесе 50 және 52 аралығындағы өлшемдерді өлшеу үшін алынады (7.15, б). Кең ауқымға байланысты өзгертін сызықтық айнымалыны өлшегенде индуктивті дифференциалды пленкалы түрдегі сенсоры бар құрылғыны қолдану ұсынылады.

Трансформаторлық сенсорлар қолданылды, олардың жұмыс принципі бір ядроға катушкалардың өзара индуктивтілігін өзгертуге негізделген (7.16-сурет).

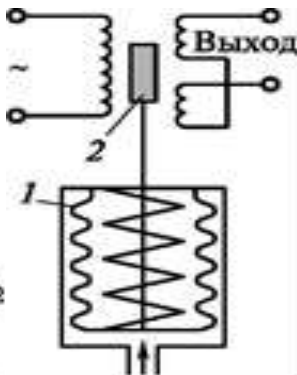
Зәкірді жылжытқанда, яғни, аралық 5 өзгергенде, бір фазалы трансформатор орамалары болып табылатын w_1 және w_2 катушкаларының өзара индуктивтілігі өзгереді. Нәтижесінде қайталама катушкалардың кернеуі өзгереді. Әтижесінде қайталама катушкалардың кернеуі өзгереді. Индуктивтілік және трансформаторлық сенсорлардың конструкциялары өте ұқсас. Дегенмен индуктивті сенсордың параметрлік болып табылатындығын, ал трансформаторлық - генераторлы екенін есте ұстау керек.



Сурет. 7.15. Өнім мөлшерін бақылау үшін индуктивті сенсорларды пайдалану



Сур. 7.16. Трансформаторлық датчик
Пневмоэлектрикалық ауыстырғыш



Сур. 7.17.

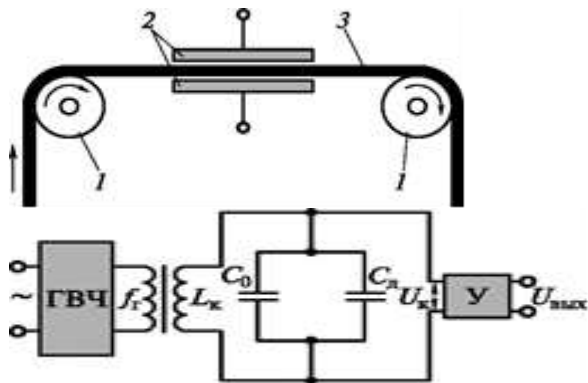
Трансформатор сенсорын пайдаланудың мысалында газ қысымын электр сигналына түрлендіруге арналған ППЭ типті пневмоэлектрлік түрлендіргішке арналған құрылғы қарастырылған (7.17-сурет). Газ қысымының әсеріне сәйкес, дифференциалдық плунжерлі типті трансформатор сенсорынан жылжымалы қабырға 1 және оған қосылған поршень жылжытылады. Бұл қайталама екі секциялы ораманың шығуындағы кернеудің өзгеруіне әкеледі. Поршеньдік инсульт 5 мм, айналдыру қатесі $\pm 1\%$. Индуктивті және трансформаторлық сенсорлар кері байланыс сенсорларының сапасы бойынша электр жетегінің жабық автоматты жүйелерінде кеңінен қолданылады. Басқа әрекет принципі бойынша деректермен салыстырғанда, бұл сенсорлар қарапайымдылығымен және сенімділігімен ерекшеленеді.

24. Ыдыстық сенсорлар

Өртүрлі материалдар мен қаптамалардың қалыңдығын автоматты түрде өндіру үшін олар өндіріс процесінде қолданылады, сыйымдылық сенсорлары қолданылады. Осындай сенсор жұмысының принципі конденсатордың сыйымдылығының өзгеруіне негізделеді. S ұяшығының екі бөлігінің екі қарапайым табақшасының ең қарапайым конденсаторының электр сыйымдылығы, d аралығымен бөлінген, Ф:

$$C = \epsilon \epsilon_0 S / d, \quad (7.23)$$

мұнда ϵ - пластиналар арасындағы ортаны салыстырмалы өткізгіштігі, мысалы, ауа; $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ - диэлектрлік тұрақтылық. Диэлектрик таспаның қалыңдығын өлшеуге арналған сыйымдылық сенсоры **сурет. 7.18.** конвейер 2 пластиналарының арасында роликтер 1 арқылы бақыланатын таспа 3 шығарылады. Осылайша, сенсор ауадан тұратын екі қабатты диэлектрлі және рұқсат етілген электромагнитті материалдан тұратын тегіс конденсатор.



Сурет. 7.18. Таспаның қалыңдығын
Ыдыстық сенсорды қосу
схемасы

Сурет. 7.19.
басқаруға арналған сыйымдылық

сенсоры

Сенсордың сыйымдылығы

80S

C =

(7.24)

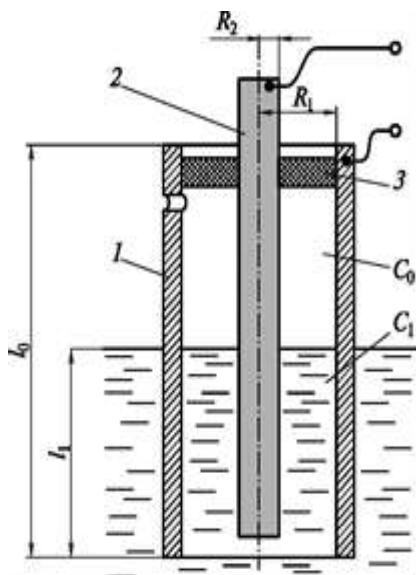
$$d - (1 - 1/8\lambda)5'$$

мұнда S — конденсаторлық пластинаның ауданы, м²; 5 — бақыланатын таспаның қалыңдығы, м.

Пластиналар арасындағы ауа ағыны азаяды, яғни. бақыланатын материалмен жұмыс істейтін тақталар арасындағы кеңістік неғұрлым көп болса, сенсордың сезімталдығы жоғарырақ болады.

Ыдыстық сенсорлар айнымалы токтың жиілігінде жұмыс істейді және жоғары жиілікті генератордан қуат алады.

Сенсорды қосу схемасы, сурет 7.19.



Мұндай схема резонансты деп аталады және жоғары сезімталдықты қамтамасыз етеді, демек, бұл - бақылаудың жоғары дәлдігі.

Қарастырылып отырған C_d сенсорының сыйымдылығынан басқа конденсаторы Q бар. Бұл конденсатор көмегімен индуктивтіліктің b_k мен екі сыйымдылықтан (Q және C_q) тұратын тізбек генератордың жиілігіне жақын жиілікке тең болады. Датчиктің шығуынан алынған сигнал күшейткішке (V), содан кейін электр жетегі арқылы

автоматты басқару жүйесіне қолданылады. Сұйық немесе сұйық өткізбейтін материалдардың деңгейін өлшеу үшін сыйымдылық сенсоры қолданылады.

Сурет. 7.20 Сұйық немесе сұйық өткізбейтін материалдардың деңгейін өлшеу үшін құрылғы

Металл электродты 2 жылжымалы цилиндрге 1 оқшаулағыш сақина арқылы қатаң түрде қосылған. Цилиндр 1 диэлектрлік қасиеті бар сұйықтықпен толтырылған. Датчиктің құрылымын талдай отырып, оның C1 және C0 екі параллель конденсаторларынан тұратындығын көріп отырмыз. C1 конденсаторы электродтың төменгі бөлігімен 2, сұйықтық деңгейінен төмен цилиндр қабырғаларының 1 қабырғалары мен олардың арасындағы диэлектрлік кеңістікті толтырады - сұйықтық деңгейі бақыланады. C0 конденсаторы сұйықтыққа түсірілмеген электродтың жоғарғы бөлігінен, сұйықтықтың 1 қабырғасынан сұйықтықтың үстіңгі қабырғалары мен олардың арасындағы ауаны толтырады.

Берілген сенсордың сыйымдылығы

$$C = C_1 + C_0 = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln 2} \left[\frac{1}{l_0} + \frac{1}{l_1} \right]$$

осындағы ϵ_0 и ϵ_1 — тиісінше, сұйық пен ауа өткізгіштігі; l_1 , l_0 , R_1 и R_2 —7.20. суретте көрсетілген датчик өлшемі.

7.5. Температура сенсорлары

Температура датчиктері кез-келген нысандағы температураның функциясы болып табылатын электр сигналын қабылдау және беру үшін жасалған, яғни. Қашықтан температураны өлшеу үшін. Температура сенсорларының екі түрі қолданылады: термисторлар (параметрлік датчиктер) және термопары (генератор сенсорлары).

Терморезисторлар металл және жартылай өткізгіш болып табылады. Термисторлар (мыс, платина) ретінде пайдаланылатын таза металдардың тұрақтылығының температуралық коэффициенті оң болып табылады, сондықтан температура жоғарылағанда осындай сенсордың электр кедергісі артады.

Сенсор (7.21-сурет) слюда пластинасында жіңішке мыс немесе платина сымының түрінде 1 сезгіштің элементі (шын мәнінде термистор) тұрады. Сенсорлық элемент 1 сымдары 2 терминалдарға 5 жалғанған. Барлық аталған элементтер корпуста 3 металлдық түтікке орналастырылады және оның қабырғасынан фарфор оқшаулауымен оқшауланады.

Температураны өлшеу (басқару) үшін, дене 3 процесс объектісіне оның қабырғасына штуцер арқылы енгізіледі және бекітіледі.

Сурет. 7.21. Терморезистор

Сенсорлық терминалдарға жалғанған сымдар фитингтер арқылы өтеді. Осындай сенсордың ұзындығы (монтаж ұзындығы) 80-ден 3150 мм-ге дейін болуы мүмкін. Температураны өлшеу шектері: платиналық терморезисторлар - 200-тен

+ 700 ° С дейін; Мыс термисторлары - -50-ден +180 ° С-ға дейін.

Жартылай өткізгіш термисторлар (термисторлар) қарсылықтың теріс температура коэффициентіне ие, сондықтан олардың температурасы көбейгенде, олардың қарсылықтары төмендейді. Температураның өзгеруіне сезімталдығы - таза металдардан қарағанда жоғары.

Мыс- марганец (ММТ) және кобальт-марганец (КМТ) термисторлары. Олар моншақтар, дискілер, шыбықтар түрінде жасалады (7.22-сурет). Термисторлар температураны -70 пен +250 ° С аралығында өлшеуге арналған.

Термистор арқылы өтетін ток оны термистордың қарсыласуын азайтуға әкеліп соғады, және, тиісінше, ағымды одан әрі ұлғайтуға әкеледі. Бұл феноменді алып тастау үшін термисторлы сериялы резистор қосылады, оның қарсылығы температураға байланысты емес.

Тержұп бір жағынан дәнекерленген екі түрлі өткізгіштерден тұрады. Осы өткізгіштердің басқа ұштары өлшеу тізбегі арқылы қосылады.

Жалғанған ұштарының температурасы бақыланатын ортада орналасады. Егер тораптың температурасында және өлшеу тізбегіне қосылған ұштарда айырмашылық болса, термо-температура айырмашылығына байланысты функционалды тәуелділікте болады ЭДС: температура айырмашылығы неғұрлым көп болса, термо ЭДС соғұрлым көп болады.

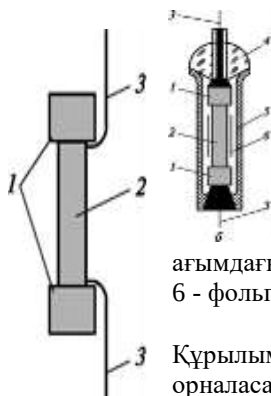
Сурет.

1 -

3 -

мұқаба;

бірдей



7.22. Термисторлар:

платина қақпақтары; 2 - жартылай өткізгіш;

ағымдағы жолдар; 4 - шыны оқшаулағыш; 5 - фольга

Құрылымдық түрде термостермен орналасады (7.21-суретті қараңыз).

Өлшенген температура диапазоны термостердің түріне байланысты. Ең көп қолданылатын термостер түрлері: ТХА (хромель-алюмель), диапазоны -20-ден +1000 ° С-ге дейін өлшенген температура; ТЛС (хромель-копель) - -50-ден + 600 ° С дейін; ТРР (платина-родий-платина) - -20-ден +1800 ° С-ға дейін.

Температураны өлшеу үшін термостерлерді пайдаланудың ерекшелігі термостердің суық ұштарының температурасын өтеу қажеттілігін білдіреді, яғни, термо-ЭДС өлшеу контурына немесе өлшеу қондырғысының орналасқан жеріне енгізіледі. Шындығында, термостерді калибрлеу суық түйісу температурасына байланысты

(құрылғының орналасқан жері) $02 = 0^{\circ} \text{C}$. Нақты жағдайда бұл температура 0°C -қа тең емес.

Егер суық түйіннің температурасы белгілі болса, онда ол өлшенген терможұптың температурасына немесе термо-ЭДС-тің мәніне қосылады, калибрлеу қисығынан алынатын суық аралас температурада тиісті термо-ЭДС-ке түзетілуі керек.

Егер термо-ЭДС өлшеу контурына енгізілсе, онда схема конфигурацияланған кезде түзету есепке алынады.

Егер термо-ЭДС өлшеу құралына енгізілсе, онда осы құрылғыны термопаркқа қосу арнайы аралық сымдармен жүзеге асырылады.

7.6. Байланыс датчигінің қысы мен дискретті деңгейдегі әрекет

Қарастырылып отырған сенсорлардың ерекшелігі өлшенген параметрдің тек экстремалды мәндерін ғана белгілейді, әдетте ең аз және ең жоғарғы рұқсат етіледі, яғни олар дискретті (реле) әрекет етеді. Қысым сенсорлары қысымға байланысты автоматты түрде қосу-өшіру үшін компрессорлық және сорғы қондырғылар қолданылады. Мұндай сенсор сезімтал бөліктен тұрады, яғни, бақыланатын параметрге - газ немесе сұйық қысымға, сондай-ақ атқарушы байланыс бөліміне жауап береді.

Суретте. 7.23 Манометрлік типті қысымды өлшеу қондырғысын көрсетіген. Датчиктің сезімтал бөлігі түтікшелі манометрден ерекшеленбейді және құбырлы бір айналымға арналған серіппелі 1 негізінде жасалады, ол арқылы төменгі ұшы - газ немесе сұйықтық жұмыс затын алады. Екінші ұшы дәнекерленеді, сондықтан газ құбыры немесе сұйықтық қысымы осы құбырлы көктемде көтерілсе, серпімді

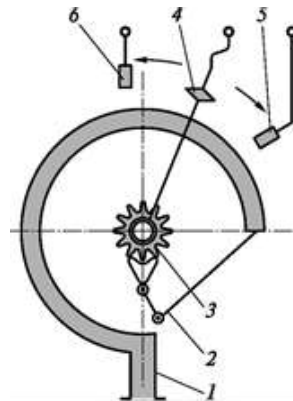
Сурет. 7.23 Манометрлік қысым датчигі

деформация пайда болады және ол босатылады. Бұл жағдайда түтікшенің еркін соңы 2-ші тетігінің бойымен жылжиды және трансфер тетігі 3 жылжымалы контактіні қозғалысқа түсіреді.

Датчиктің контактілі жүйесі ең жоғары рұқсат етілген қысымнан асып бара жатқан кезде, жылжымалы 4 және бекітілген контактілер 5 жабылады, бұл компрессорды немесе гидравликалық сорғыларды өшіруге әкеледі.

Қысым ең төменгі рұқсат етілген мәнге дейін төмендеген кезде жылжымалы байланыс 4 контактімен 6 жабылады, бұл себеп компрессордың немесе гидравликалық сорғының белсендірілуінен.

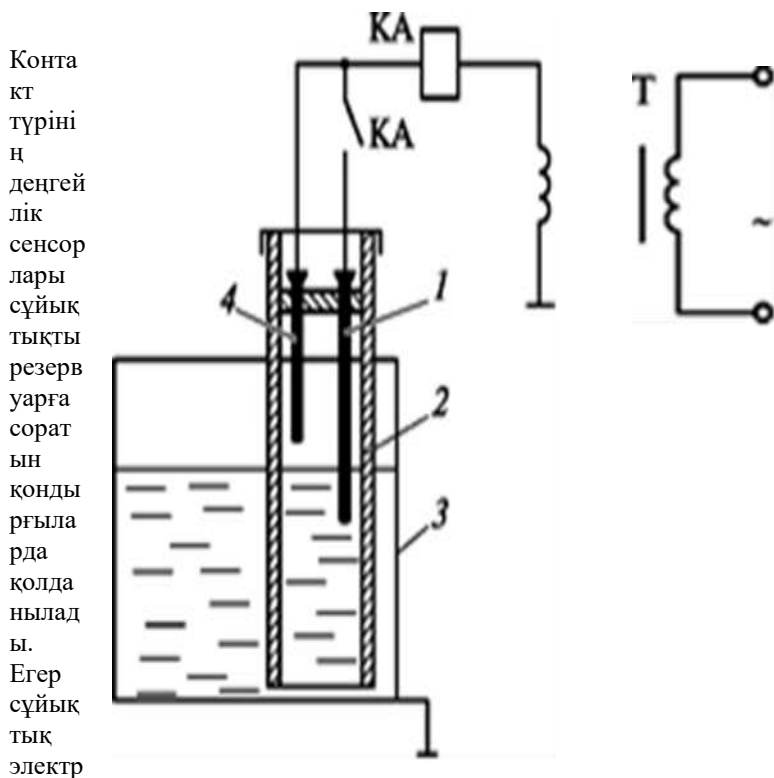
Поршеньдік типтегі қысым датчигі (7.24-сурет) пайдаланылады, онда датчикке кіретін жұмыс элементі поршеньді 1 қысқышы арқылы жоғары қарай жылжытады, қайтару серіппесін 2 қысқартып жібереді. Шекті рұқсат етілгеннен асатын қысым кезінде 4 контактілер жабылып, дискінің қозғалысына себеп болады. Қысым төмендегенде, серіппелі 2 әрекетінің астындағы поршень төмендейді және қысым ең төменгі



рұқсат етілген мәнге жеткенде, 3 контактілері жабылып, электр жетегі қосылады.

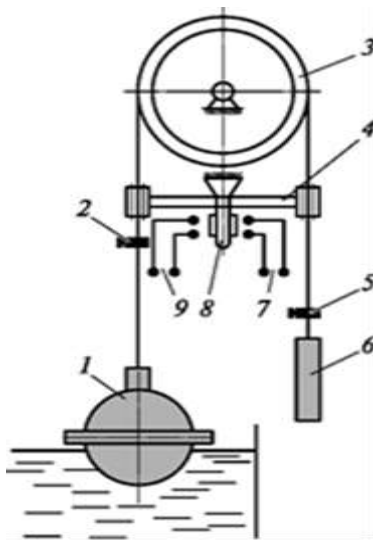
Қысым датчигі де пайдаланылады, мұнда сильфондар сезімтал элемент болып табылады (7.17-суретті қараңыз).

Сурет.7.24. Поршенді қысым датчигі



лік өткізгіш (мысалы, тұзды ерітінді) болса, резервуарға батырылған электрод сенсорының деңгейін қолдануға болады (7.25-сурет). Сұйықтық деңгейі максималды рұқсат етілген мәннен асатын мәнге жеткенде, 4, 2, сұйықтыққа батырылады және ток трансформатордың екінші тізбегінде пайда болады. КА релесінің орамынан өтіп, бұл ток іске қосылады.

Сурет. 7.25. Өткізгіш сұйықтықтың деңгей көрсеткіші



көрсеткіштері

КА релесінің орамынан өтіп, бұл ток іске қосылады. Осы реле байланыстарының бірі (суретте көрсетілмеген) жүргізушінің жабылуына және ғарыш аппаратының басқа байланыстарының ұзаққа созылған электрод арқылы берілуін қамтамасыз етеді. Сондықтан, сұйықтық деңгейі төмендеген кезде, SC релесі қосулы болады. Сұйықтық деңгейі ең төменгі рұқсат етілгеннен аз болғаннан кейін ғана және электрод 1 сұйықтықпен байланыс жоғалтады, ток тізбегі ашылады, реле босатылып, оның контактілері ашылады. Егер

Сурет. 7.26. Қалытқы деңгей

резервуарға құйылған сұйықтық электр өткізгіш болмаса және резервуарда ашық құрылым болса, сұйықтық деңгейін бақылау үшін қалытқы реле қолданылады (7.26-сурет). Эстафетаның сезімтал элементі - бұл кабельге арналған дөңгелекті 3 дөңгелектеу арқылы икемді кабельге іліп қойылған қалтқылар. Кабельдің қарама-қарсы шетінде бекітілген тоқтау сақинасында 2 және 5. 6 қалқымалы қалытқы теңестіру жүргізіледі.

Қалытқының деңгейі 1 көтеріліп, ең жоғарғы рұқсат етілген мәнге жеткен кезде, 2-сақиналы «қозғалмалы деңгейдің» сол жағын көтереді. Қозғалмалы контактілер 8 контактілерді 9 жауып, электржетекті өшіру туралы бұйрық жібереді. Деңгейді ең төменгі шекке дейін төмендетіп, 5 сақинаны 4 сағат тіліне қарсы бұрады және сорғы қозғалтқышын қосу командасымен бірге жүретін контактілерді жауып тастайды.

7.7. Электромагниттік құрылғылар

7.7.1. Атқарушы электромагниттер

Кез келген реттеуші элементтерді басқаруға немесе күш қолдануға арналған электромагниттер атқарушы деп аталады. Мысалы, атқарушы электр магниттері құбырдың фланецтерін жылжытуға, клапанды айналдыруға, беріліс қорабындағы берілісті жылжытуға және т.б. Осылайша, электромагнит электр энергиясын механикалық энергияға айналдыруды жүзеге асырады, және, демек, электр қозғалтқышы сияқты, электромеханикалық энергия түрлендіргіші болып табылады.

Электр қозғалтқыштардан айырмашылығы, электромагниттер дискретті (релелі) әрекеттердің құрылғылары болып табылады, өйткені

олардың мобильді бөлігін тек екі тұрақты жағдайдың бірінде орналастыруға болады: тартылған немесе босатылған.

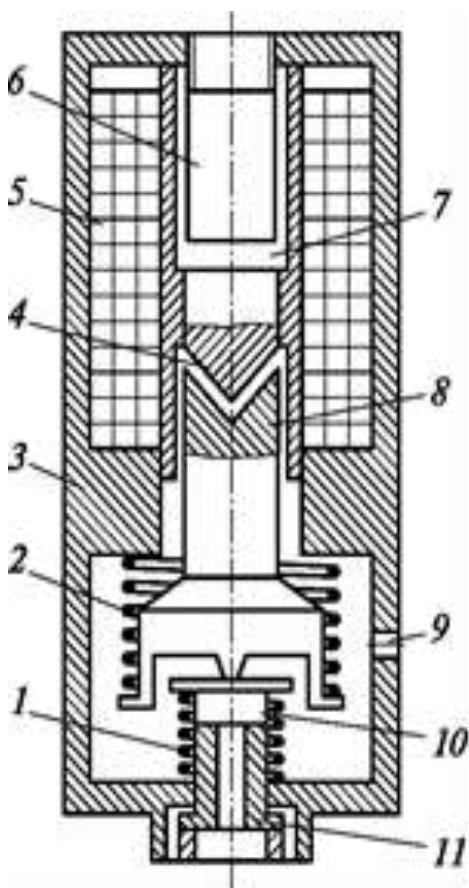
Электродтар магнитуда ток түріне байланысты тұрақты және ауыспалы ток электр магниттеріне бөлінеді; якорь - алға және клапанның қозғалыс түріне қарай; магниттік тізбектің нысаны - U-тәрізді, S-тәрізді және цилиндрлік якорьмен; арматуралық инсульту жағдайында - қысқа инсульт (арматуралық инсульт 10 мм-нен көп емес) және ұзақтыққа келтіру (150 мм-ге дейін арматура соққысы).

Тұрақты ток электр магниттерінің магнит ядролары монолитті магнитті-жұмсақ болаттан жасалған. Айнымалы электр магниттерінің магнитті негіздері парағының электротехникалық болаттан жасалады, бұл құйынды токтардан шығындарды азайтуға мүмкіндік береді. Зәкір тербелістерінен құтылу үшін зәкір электромагниталарында қысқа тұйықталған катушка орналасқан (6.10 суретті қараңыз).

Электромагнетаның негізгі параметрлері зәкірлік тарту күші мен қозғалысы болып табылады. Электр магниттерімен бірдей өлшемдері бар ауыспалы ток тұрақты токқа қарағанда электромагниттік қуаты екі есе аз.

Атқарушы электр магниттерінің белгілі бір түрлерінің құрылысын және жұмысын қарастырып көрейік.

Электромагнитті жайпақ клапан (сур. 7.27) сұйықтық ағынын бақылау үшін пайдаланылады.

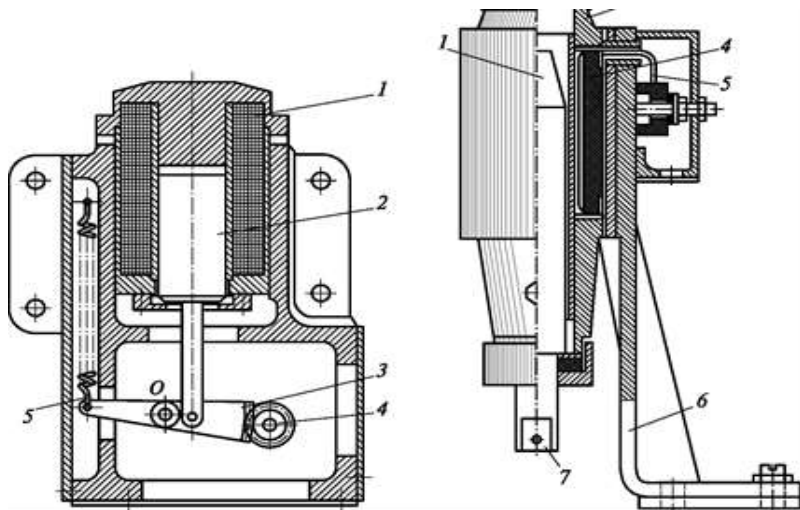


Ол конустық токпен және жалпы корпуста орналасқан құлыптау құрылғысы бар тікелей ағымды ток электромагнитінен тұрады. Ол конустық токпен және ортақ қаптамада орналасқан құлыптау құрылғысымен тікелей ток электромагнитінен тұрады. 3. Электр магнитті катушка ажыратылғанда қысқыш серіппелер 2 әрекетімен 11 саптамаға қарсы басылады және сұйықтық ағыны бұғатталады. Кернеу орамаға 5 қолданылғанда, арматура 8 босатылады, 2-ші серіппені шығарады және 10-шы пластинаны босатады, ол 1-ші серіппенің әрекетімен және сұйықтықтың қысымымен көтеріліп, саптаманы ашады. Сұйықтық клапанның қуысын толтырады және тесік арқылы шығады. Клапанды жабу үшін

электромагнита катушкасын ажырату керек.

Клапанның импульс мөлшерін магниттік емес қашықтықта 7 реттеу үшін, конустық табанын 4 орналасуын реттейтін бұрандаларды пайдаланыңыз.

Сурет. 7.27. Электромагниттік клапан



Сурет. 7.28. Қозғалыс түрлендірілген ұзын қозғалысты электромагнит

Сурет. 7.29. Электромагнит

Қозғалыс трансформациясы бар электр магниттер

Қажет болған жағдайда электромагнета электр қозғалтқышының шектеулі бұрышында айналмалы қозғалыстың тісті беріліс механизмі 3-тен 4-ге дейінгі аралық тетігі бар (сурет 7.28). Мұнда цилиндрлік пішіндегі ядросы бар тегіс тоқтауы бар тікелей ток электромагниті қолданылады.

Кернеу 1 катушкаларына қолданылғанда, арматура 2 тартылып, серіппені басып, 5 серіппе қарсыласуын еңсеріп, О осі айналасында 3 секторын айналдырады. 4-бөлік тісті дөңгелекті 4-ке қосқанда, оны зәкір қозғалысы 2 бұрышпен анықтайды. Бұл жағдайда серіппе 5 созылады. 1-ші серіппе 5 серіппесінің әрекеті арқылы өшірілгенде, сектор 3 өз орнына қайта оралады, дөңгелекті тағы 4 айналдырады, ал қазір кері

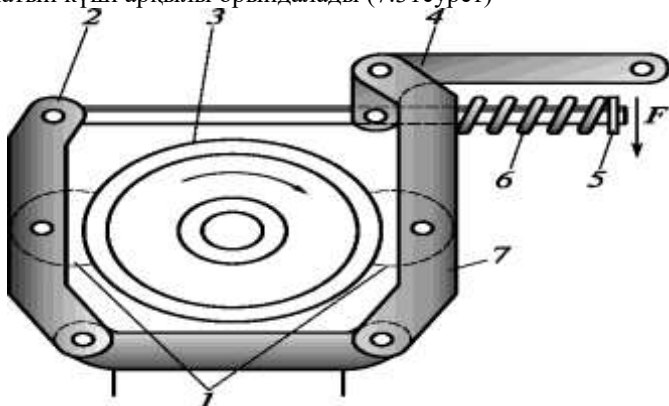
бағытта. Қарастырылған электромагнетиктер қысқа қозғалысты болып табылады. Суретте. 7.29 Лифт білігінің есіктерін ашу үшін қолданылатын тікелей токтың ұзақ уақытқа созылған электромагнитінің жобасын көрсетеді. 4 Катушкасы қосылған кезде, зәкір 1 тартпаға бекітілген құрылғымен жылжиды. 7. Соққыға арналған абсорбер 2 жоғарғы қабатқа қарсы зәкір әсерін жұмсартады. 6 Кронштейні электр магнитті орнату орнату үшін қызмет етеді.

4 катушкалар қосылған кезде, зәкірдің 1 тартқышты бекітетін құрылғымен бірге тартылатын күштің әрекетімен қозғалады. Амортизациялық алаң 2 жұмсартадызәкірді жоғарғы қақпаққа әсер етеді 3. 5 катушкалардың жолақтары орналасқантерминал тақтасында. 6 кронштейні электрқозғалтқышты түзету үшін қызмет етеді,магнит орнатыңыз.

7.7.2 Электромагнитті тежегіш

Өздігінен айналуды тоқтату үшін (қозғалыс) электр жетектің барлық кейбір элементтері,қозғалтқыш, сондай-ақ еркін жүгіруді шектеу механикалық қалыптың тежегіштері пайдаланылады.Бұл біріншікөтергіш құрылғылар, мысалы көпір сияқты сілтемекрандар, элеваторлар және т.б. сияқты осы тетіктерде қолдануға боладытоқтатылған жүктің ауырлығы өздігінен жүру мүмкін.

Ең үлкен пайдалану қалып тежегішінен жасалған тежеу, қалып тежеуішке,білікке бекітілген ролик (барабан), өздігіненоның айналуына жол бермеу керек. Тежегіш қапсырмасына 3 қалып 1 қысылған серіппемен жабдықталған. Кеңейту үшін осы пружина 2 және 7 позицияларын қысып тұрады, олар тежегіш қалыптары (сурет 7.30). Мұндай тежегішті қалыпты тұйықталған тежегіш қалыбы деп атайды. Жетек қозғалтқышын қосқан кезде,ол үшін 6 серіппесін қысып, тежегіш қалыптарды босатыңыз. Осы тежегіш құрылғыда бұл үшін F күші 4 тұтқасына(Суретті қараңыз). Бұл жағдайда 7 баған арасында серіппелі болады5 жуу дөңгелегі және 1-тежегіш шкивті 3 босатыңыз. F күші қатты тежейтін себептен, тежеуіштер электромагниттілеу, гидравликалық, пневматикалық болып табылады. Электр жетегінде негізінен электромагниттік тежегіштер зәкірдің 5 электромагниті 4 тартылатын күші арқылы орындалады (7.31сурет)



Сурет 7.30 Тежегіш қалыптардың құрылғысы

Сондықтан электр қозғалтқышын қосумен бір мезгілде электромагнит орамы қосылып, оның арматурасындағы тарту күшітіректер 3 босатылады,

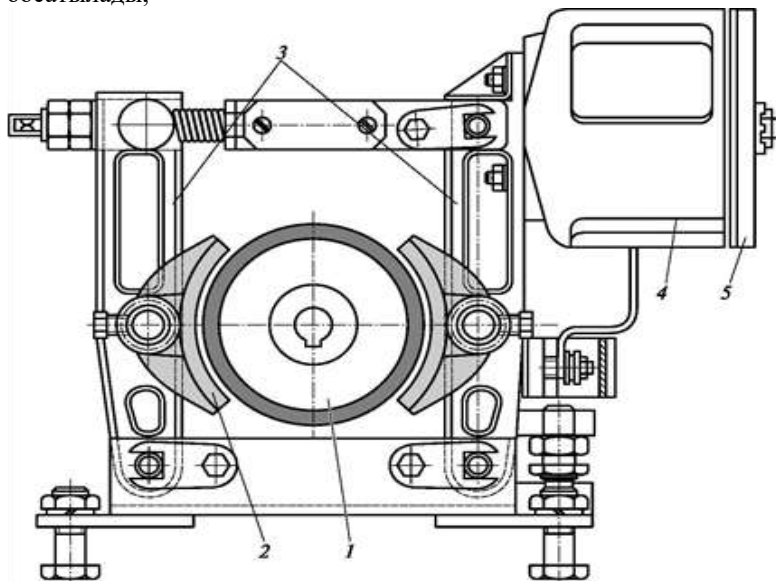


Рис. 7.31. Электромагнитный тормоз

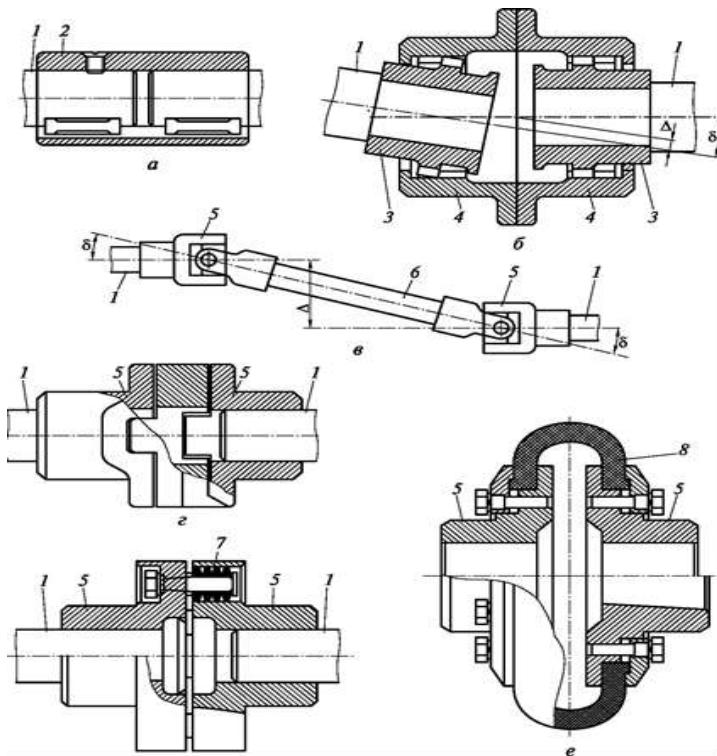
7.31. Сурет Электромагнитті тежегіш

2 тартқыштан босату 1. Тежегіштерде тұрақты электр магниттерді (ТКР тежегіштер сериясы) және ауыспалы тоқты (тех-никалық тежегіштер ТКТ) колданылады.

7.8. Электр жетектерінің муфталары

7.8.1. Механикалық қосылыстар

Электр жетектерінің муфталары айналмалы немесе тежеуіш кезінде бір білікше екіншісіне ауыстыру үшін біліктерді механикалық қосу үшін арналған. Муфталар жинау, электр қозғалтқышты орнату немесе электр жетекті пайдалану кезінде орын алған қателерді өтеу үшін пайдаланылады, мысалы, біліктердің сәйкессіздігі, дірілдің пайда болуы ж.т.б. Кейде муфталар қандай да бір параметрді бұзған жағдайда қозғалысты беруді тоқтату үшін қауіпсіздік элементтері ретінде пайдаланылады, мысалы, шекті рұқсат етілген шаманың тыс асып кетуі немесе жетек білігінің айналу жиілігін ұлғайтуға жол берілмейді.

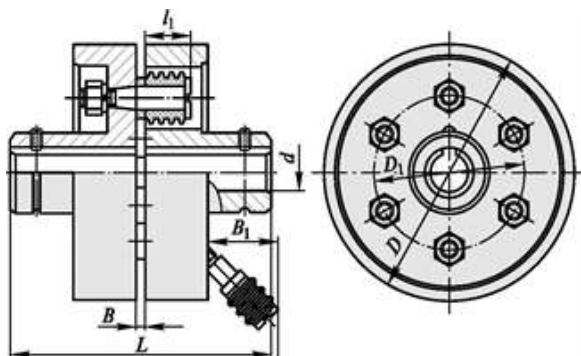


Сурет. 7.32. Электржетектерге арналған механикалық муфталар:

1 - байланыстырушы біліктер; 2 - муфталардың жеңі; 3 - сыртқы тістері бар втулкалар; 4 - ішкі тістері бар ұстаушылар; 5 - жарты муфталар; 6 - аралық білік; 7 - резеңке бұрау; 8 - тороидальды қабық; 4 - біліктердің көлденең жылжуы; 8 - біліктердің бұрыштық жылжуы

Ең қарапайым механикалық муфта бұталық муфта болып табылады, (Сурет 7.32, а), жетекші және басқарылатын біліктермен негізгі жолдар байланыстары бар металл қаптамасынан тұратын. Бұл муфта электр жетегіндегі шектеулі қолданысқа ие, себебі ол ықтимал орнату қателерін өтемейді, ол дірілдерді әлсіретеді. Күшті, жылжымалы тісті берілісі (7.32, б) бұталардан бөлек, белгілі бір бұрышқа бекітілген біліктерді орналастыруға мүмкіндік береді. Аралық муфтамен бекітілген муфталар әртүрлі деңгейлерде орналасқан біркелкі емес муфталармен айналу ауыстыруға мүмкіндік береді (Сурет 7.32, с). Бұл муфта негізінен көліктік механизмдердің электр жетектерінде, сондай-ақ қозғалысты орамаларға ауыстыру үшін шпиндель сапасы ретінде илектеу станоктарын жүргізуде қолданылады. Қозғалмалы орта бөліктің арқасында қалқымалы камера дискісінің муфтасы (7.32, d) саңылаулардың біліктерінің кейбір сәйкессіздіктерін өтейді.

Серпімді муфталар мен саусақты бұталар

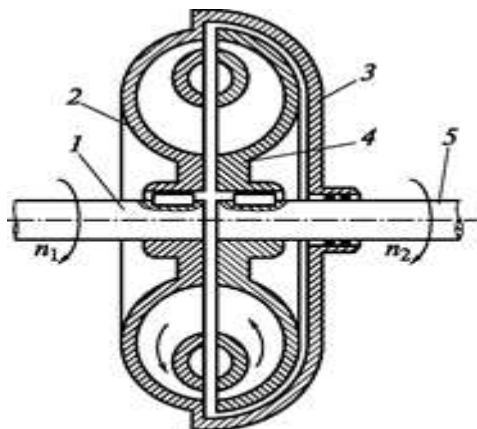


Типтік өлшемі	d, мм	D, мм	I, мм	B, мм	B\, мм	l\, мм	$\wedge_{\max} >$ об/мин	M, Н
МУВП1-22	22	100	104	1-4	28	25	5600	5
МУВП1-28	28	120	125	1-5	42	32	4750	1
МУВП1-32	32	140	165	1-5	42	32	4000	2
МУВП1-38	38	140	165	1-5	42	32	4000	2
МУВП1-42	42	170	226	2-6	55	42	3350	4
МУВП1-45	45	170	226	2-6	55	42	3350	4
МУВП1-48	48	190	226	2-6	55	42	3000	6
МУВП1-55	55	190	226	2-6	55	42	3000	6
МУВП1-60	60	220	286	2-6	55	42	2650	10
МУВП1-65	65	220	286	2-6	55	42	2650	10
МУВП1-70	70	250	288	2-8	70	58	2240	15
МУВП1-75	75	250	288	2-8	70	58	2240	15
МУВП1-80	80	320	350	2-10	85	75	1700	30

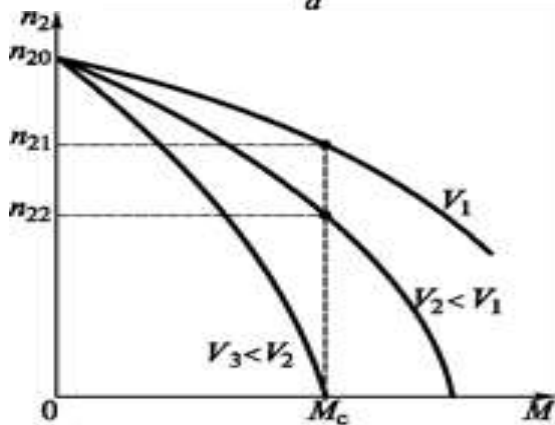
Муфтаның серпімді саусақты-бұтасымен айнарудың берілісі серпімді резеңке бұталар арқылы өтеді (7.32-сурет, д). Бұндай мынадай муфта өтемдік қасиеттерге ие: біліктердің шағын сәйкессіздік салдарын болдырмайды, өз массасының әсерінен ауыр біліктерді орнату және бұру қателіктерінен туындайды, негізгі білігінің дірілін басқаруға жібермейді. Электр жетегі механикалық муфталарынан бастап, бұл муфтань ең көп қолдануға ие болды. (7.5-кесте).

7.8.2. Гидродинамикалық муфталар

Электр жетегіне гидродинамикалық муфта пайдаланылды, онда (7.33, а) айналған сәтте жетекші білікке 1-ден бастап 5-ке қысыммен сұйықтық (әдетте май) арқылы беріледі. Қозғалтқыштың 2 типті жетегі гидравликалық сорғы, жетекші білікке бекітілген 1, 3 бекітілген корпусты құрайды, айналмалы доңғалақты дөңгелекті 4 бекітіп, негізгі білікке бекітілген 5. Екі дөңгелекті әрқайсысының жүздері пішіні жартылай шеңберлер жакын. Бұл дөңгелектерде пайда болған тороидальді қуыс (сілекей) жетекші және басқарылатын бөліктерге тән, маймен толтырылады. Негізгі дөңгелегі 2 n_1 жиілігінде айналғанда, мұнайды центрифугалық күштердің қысымы кезінде шеткі жерге жібереді, ол айналымға бастайтын жеткілікті үлкен айналу жиілігінде (көрсеткіде көрсетілгендей), және 4-ге орнатылған дөңгелекті қысыммен, оны n_2 жиілігімен айналдыруға мәжбүр етеді.



а



б

Сонымен қатар, басқарылатын дөңгелектің айналу жылдамдығы қозғалтқыш жиілігінен бұрынғыдан азырақ. Сонымен қатар, басқарылатын дөңгелектің айналу жылдамдығы қозғалтқыш жиілігінен бұрынғыдан азырақ. Жетекшіден басқарылатын дөңгелектің ауыспалы лағы гидродинамикалық байланыстың принциптік жұмыс принципінен туындайды. Екі дөңгелектің де бірдей түрде айналатындығын болжай отырып, май бөлшектерінің үйкеліс дөңгелектің қабырғасына қарсы үйкелуі тоқтайды. Бұл жетекші дөңгелектің жетекші желдеткішке әсерін жояды және соңғысы артта қалады. Нәтижесінде жетекші дөңгелектен құлға айналдыру сәтін ауыстыру қалпына келтіріледі.

Гидродинамикалық қосылыс қалаған білікке біркелкі үдеуді қамтамасыз етеді, өйткені муфталар арасындағы муфта «серпінді» болады. Сонымен қатар, төмен жылдамдықта қозғалтқыш дөңгелегі қозғалыстағы дөңгелекті қозғамай, жұмыс істемей тұра алады және тек жеткілікті жылдамдыққа жеткеннен кейін (май жеткілікті қысым жасай отырып), жетекші импульс айналу сәтте уақытты жібереді. Мәселен, осы байланысы бар қуат шығыны бар:

$$AP = 0,105(M_1 n_1 - M_2 n_2),$$

алайда, жетекші M_1 және M_2 біліктеріндегі сәттер бірдей болғандықтан, АТ шығындары тек айналмалы жиіліктердегі айырмашылыққа байланысты және слипке (асинхронды қозғалтқыштың роторындағы шығындарға ұқсас) байланысты:

$$AP = 0,105 M_1 (n_1 - n_2) = 0,105 M_1 n_{15m} = P_{x5m}, \quad (7.26)$$

мұнда P_1 - жетек білігіне қуат; $5m$ - муфталар сырғу.

Демек, гидродинамикалық қосылыстардағы, сондай-ақ асинхронды қозғалтқыш роторында шығындар сырғыма пропорционалды. Әдетте, қосылыс тиімділігі 95-98% құрайды.

Гидродинамикалық ілініс жетек білігінің айналу жылдамдығының қозғалтқыш білігінің айналу жылдамдығының реттелуіне мүмкіндік береді. Реттеуші параметр - бұл жұмыс сұйығының көлемі, ол муфттың қуысын толтырады. V_1 байланысының қуысы толығымен толтырылған кезде, белгілі бір статикалық жүктеме моменті үшін басқарылатын біліктің айналдыру жиілігі M_{cN21} -ге тең (сурет 7.33, б). $V_2 < V_1$ толтыру көлемінің төмендеуімен басқарылатын біліктің жылдамдығы n_{22} шамасына дейін төмендейді.

7.8.3. Өздігінен әрекет ететін муфталар

Бұл муфталар параметрлерді белгілі бір мәнге жеткен кезде, біліктерді қосу немесе ажыратуды орындайды: ең жоғары немесе ең төменгі жылдамдық, өзгеріс айналу бағыты, тоқтату механизмі және т.б.

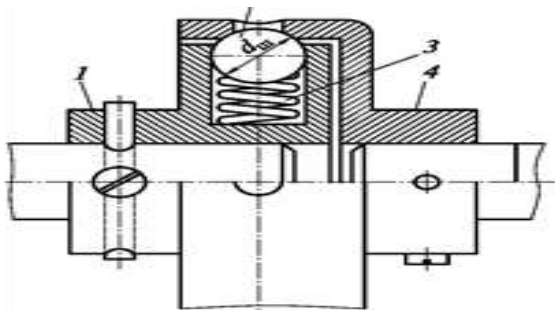
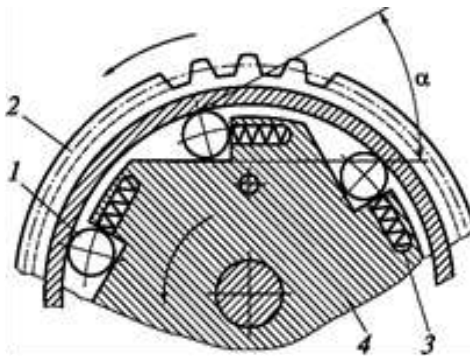


Рис. 7.34. Предохранительная муфта

7.34 Сурет. Сактандырғыш муфта

Сактандырғыш муфта егер де жүктеме ең жоғарғы рұқсат етілген мәннен асып кетсе, айналмалы сәттен беріктігі бар білікке беруді тоқтатады. Бұл серіппелі металл шарлармен байланысты, бұл жартылай біріктірілген жармадағы тесіктерді ішінара бұзады, осылайша 1 және жетекші 4 жартылай муфталар арасындағы механикалық байланысты қамтамасыз етеді (7.34-сурет). Шарлардың қажетті күші серіппелердің қаттылығын таңдау арқылы анықталады. Егер басқарылатын жартылай қосылымдағы статикалық сәт рұқсат етілген ең жоғары мәннен асып кетсе, шарлар мен сырғытылған жартылай муфталар бекітіледі. Жүктеме рұқсат етілген мәнге дейін төмендеген кезде, шарлар қайтадан түседі, саңылаулар мен айналу сәттіне беруқайта жаңартылды. 3 статикалық жүктеме сәтінің шектік мәні серіппелердің икемділігі артады.

Центрифугандық муфтанегізгі білігінің берілген жылдамдығынан жоғары айналмалы сәтте қамтамасыз етеді. Осындай муфталарда айналмалы сәттің берілуі 1 серіппелер арқылы жүзеге асырылады, ол 2 серіппесі арқылы қолданады (сурет 7.35, а). Төмен жылдамдықта электродтар жылжытады, өйткені басқыш табактардың күші серіппелі арқалықтың цилиндр бөлігінің ішкі бетіне жеткіліксіз. Бұл жағдайда қозғалысқа келтірілген қосылыс жартысына 3 жылжымайды. Қозғалтқыштың жартылай жылдамдығы жылдамдығының артуы арқасында центрифугалардың күші 1, күшейткішті және электродтар F серіппелерін басу күшімен жиналса, ЕСs қалыптарында орталықтан тепкіш күштердің рұқсат етілген ең төменгі жылдамдығымен осы кілттерді айналмалы сәттің аудару үшін жеткілікті қосылыстың жартысы бар жабыстырғышпен қамтамасыз етіңіз.



Сурет 7/36 Басыңқы муфта

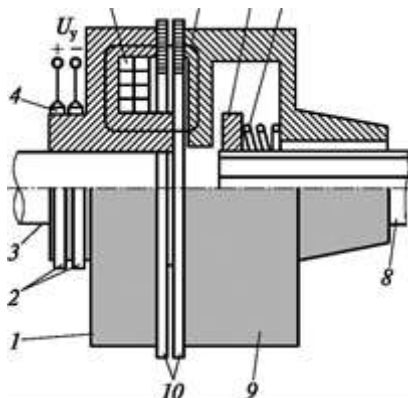
Құрылғы көрсетіліп тұрған қосылыс 7.35, 6 суретте, айналдыруды білікті білікке көрсетілген мәннен аспайтын жылдамдықта ғана жібереді. Мұнда орталықтандырылған күштер ЕЦ.с. серіппелер шығарған F күштеріне бағытталған. Осылайша, айналу жиілігі максималды рұқсат етілгеннен асып кетсе, қалыптардың басу күші ($F - / Ts.s$) төмендейді, бұл электродтар жылжытады және айналған сәтте бекітілген байланыстыруды тоқтатады. Рұқсат етілген мәнге жылдамдық азайтылғанда, аяқтың басу күші артып, айналмалы қозғалысты басқарылатын білікке ауыстыру қайта іске қосылады.

Басыңқы муфта тек бір бағытта айналу қамтамасыз етеді. Суретте көрсетілгендей. 7.36 егер жетекші жартылай муфта 2 сағат тіліне қарсы бұрылса, және олар арқылы қозғалысты басқаратын жарты муфтаға және шарлар (роликтер) бұрыштық бос орындардағы 1 кептеліске беріледі. 4. Егер байланыстың 2 жетекші жартысы сағат тілімен бұрыла бастаса, 3 серіппелердің қарсылығын бұзатын 1 шарлар (роликтер) бұрыштық бос орындардан шығып, қосалқы бөліктер арасындағы механикалық қосылыс жоғалып кетеді. Басыңқы муфтаның дұрыс жұмыс істеуі үшін, $\alpha = 7 + 10^\circ$ бұрмалау бұрышы қажет. 3 – ші пружинаның жылдамдықтың алдыңғы бағытына ауысқан кезде муфтың жылдамдығын қамтамасыз етеді. Өздігінен жүретін муфталар негізінен төмен қуаттың электр жетектерінде қолданылады.

7.8.4 Электромагниттік муфталар

Электромагниттік муфталардың негізгі сипаты - электр етектерін автоматты және қашықтан басқару мүмкіндігі. Төменде электромагниттік муфтілердің үш түрі қарастырылған, автоматтанған электр жетегінде көп қолданылатындар: үйкеліс байланысқан және байланыспаған), ұнтақ және асинхронды (жылжу муфтасы). Байланысқан электромагниттік үйкеліс муфтасында айналған кезде қорабының жетекші қосылыстардың жартысына байланысты үйкеліс

күші артқанда, үйкеліс дискілерінің байланыстырушы беттерінің бірі, олардың біреуі жетекші жартылай қосылымда, ал екіншісі - басқарылатын жартысында орналасқан. Бұл дискілер жоғары үйкеліс коэффициенті бар материалдан жасалған. Электромагниттік үйкеліс муфтасының құрылысы мына **суретте 7.37**



Сурет. 7.37. Электромагнитті фрикционды муфта

Байланыстыру сақиналары 2 және щетка 4 арқылы муфтаны басқару и, кернеуі шарғы (катушка) қолданылады. 5. Катушкада пайда болатын ток, ілінісудің магниттік жүйесіндегі ағымды тудырады, оның рөлі жетекші жартылай муфталармен ойнатылған арматура арқылы жабылады, бұл ағым оған тартушы күш шығарады. Білекке (жетекші жарты байланыстыру) білікке аздаған осьтік қозғалыс жасауға мүмкіндік береді. Нәтижесінде серіппелі 7-ке қарсылықты жеңіп, сақина 6-ға созылған арматура 1 ядросына (жетекші жарты біріктіру) тартылады және үйкеліс дискілерінің 10 беті құлап кетеді. Бұл жағдайда жетекші білікке 8 айналу үйкеліс дискілер арасындағы үйкеліс күштеріне байланысты басқарылатын білікке беріледі. Байланысты ажырату қажет болса, кернеуді щеткалардан алыңыз. Бұл жағдайда 7 зәкірдің әрекетінің арқасында арматура оңға қарай ауысады, үйкеліс дискілерінің беттері ашылып, жетек білігінің айналуы тоқтайды. Берілетін айналысты ұлғайту үшін кейбір конструкцияларда үйкеліс дискілерінің бірнеше жұбы қолданылады. Қарастырылған қосылыстың басты кемшілігі - бұл «щеткалар - контактілі сақиналар» сырғыма байланысының болуы, бұл муфтің сенімділігін төмендетеді.

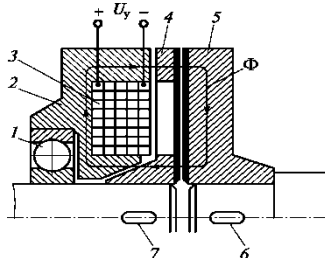
Байланысты емес электромагниттік үйкеліс муфтасы үш негізгі элементтен тұрады (7.38-сурет). Қозғалмайтын элемент 2 катушкаларымен 3 білікке арналған білікке салынған (шарикоподшипникке) шарлы мойынтірекке орнатылады. 1. Бұл конструкцияның арқасында айналу білігінің жетекші білікке берілуіне байланысты муфтың бұл бөлігі қозғалмайтын күйде қалады, бұл конвейердің 3 желілік контактілерге тікелей жалғануына жол бермейді,

бұл байланыс үйкеліс муфтасы (7.37-суретті қараңыз)Элемент 5 - жетекші жартылай қосқыш,кілт арқылы білікке орналастырылған.

Бұл элементтің конструкциясы жетекші жартылай біріктіруге ұқсас жанасатын ілінісу, яғни оның мүмкіндігі баршағын осьтік қозғалыс, қарсылықты жеңусеріппені қайтарады.(7.38 суретте ол көрсетілмеген). Муфтының 4-тармағы аралық болып келеді ,7 пернесінің арқасында айналуды басқарылатын білікке ауыстыру мүмкін, яғни, бұл элемент - бұл қосылыс жартысы. Магнитті жүйенің 3 катушкалары қосылған кезде үш элементтен тұратын Φ магниттік ағыны ашылады, ол Φ контур бойымен матасады (замыкает) және жетекші қосалқы жартысында 5 тартатын күш электромагниттік зәкір

7.38 суретте Байланыссыз электромагниттік үйкеліс муфтасы

шығарады, осы жартылай қосылысты жетекші білікке қарай солға жылжытады. Үйкеліс дискілері жабық және айналдыру сәті білікше жетек білігіне беріледі., 3 цилиндрлі катушканы периметрі бойынша



«терезелері» бар муфтының жұмысын бұзбау үшін, магнит ағыны 4 аралық элементте тұрып матаспау үшін, 3 катушканың қысымын азайту үшін қысу күші жоғалады, қайтару серіппесі әрекет етеді(суретте көрсетілмеген), элемент 5 оң жаққа жылжиды бұл үйкеліс дискілері .

Магниттік ысыраптарды азайту үшін контактілі емес қосылыстардың айналмалы бөліктерінде бұл бөліктер кейде байланыстырылады. Контактілі электромагниттік муфталар контактілі муфталардан гөрі күрделірек және қымбатырақ, бірақ сырғанайтын контактінің болмауы оны сенімдірек етеді.

Өнеркәсіп E1TM сериясындағы электромагнитті фрикционды муфталар шығарады. Осы серияның электромагниттік қосылыстарының толық номенклатурасы бірнеше конструктивті модификацияда 10 өлшемді (0,5-тен 14-ге дейін) қамтиды: контактілі ток E1TM ... 2; контактісіз қорғағыш ток E1TM ... 4; E1TM ... 4P мойынтіректеріне контактсіз ток беруі бар. Муфталар 24-вольтты тұрақты токты қамтуға арналған және IP00 қорғауы бар.E1TM сериясындағы үш модификациядағы электромагниттік муфталардың техникалық деректері Кестеде келтірілген. 7.6, онда Мном - берілетін крутящий; Көбік - номиналды жылдамдығы; nmax –

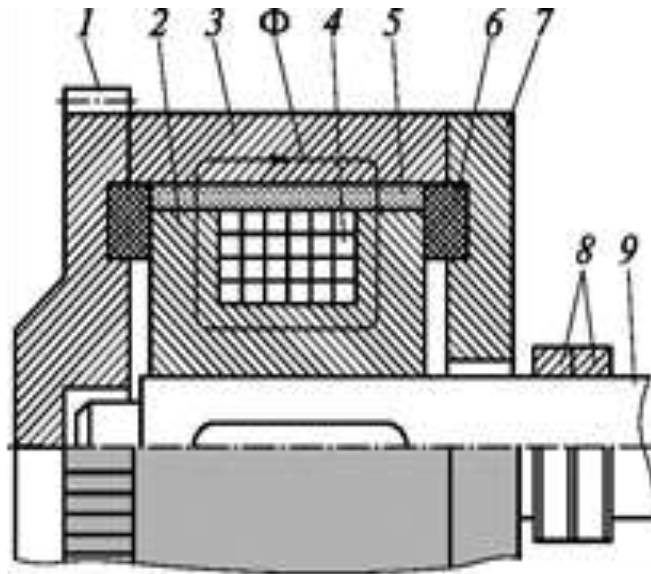
Кесте 7.6

Электромагнитті муфт Э1TMсериясының техникалық деректері

Өлшемі	м ном Нм	P>0, Вт Э1ТМ...2	P>0, Вт Э1ТМ...4	P>0, Вт Э1ТМ...4П	об
05	16	11,6	14,3	22,2	
06	25	13,5	20,4	21,5	
07	40	17,6	24,0	29,0	
08	63	17,0	21,9	44,3	
09	100	30,0	42,9	47,1	
10	160	39,0	43,9	60,1	
11	250	41,0	55,4	70,6	
12	400	56,0	83,5	96,5	
13	630	68,5	89,0	122,3	
14	1000	86,4	122,4	140,0	

айналудың рұқсат етілген ең жоғары жылдамдығы; P20 - қуат, Суық күйі бар электромагнит қаптамасы (кезде температурасы 20 ° С). Кестеде келтірілген қуат мәндерінен P20 біз байланыссыз муфталармен тұтынылатын қуатты көріп отырмыз. Контакттілі ілінісуден гөрі, бұл екеуінің қатысуымен түсіндіріледі байланыссыз қапсырмалардағы ауа ақаулары (7.38-суретті қараңыз).

Электромагниттік ұнтақ муфтасының әрекетінің принципі магнит өрісінің әсерінен сұйық немесе ұнтақты ферромагниттік зат (муфта толтырғыштан) мүлкіне Nova арттыруға өз тұтқырлығы және берік магниттелген элементтерін қабырғаларға ұстануға тиіс. Негізінде, ұнтақ муфтасы үйкеліс болып табылады. Алайда, соңғы қарағанда, ұнтақ муфталар жетегі муфтаға қозғаушы тарапынан айналдыру аудару сығылған беттерді үйкеліс күштерінің байланысты емес, сондай-толтырғыш ферромагниттік муфталар тұтқырлығы арттыру жолымен.



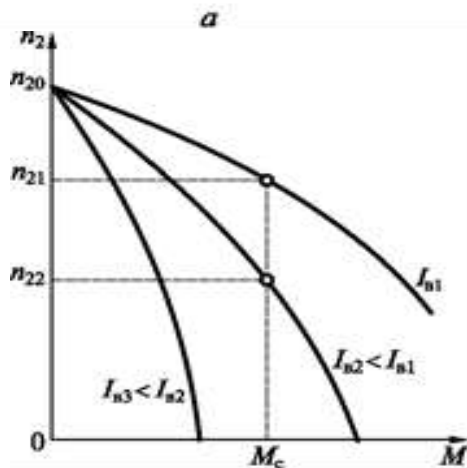
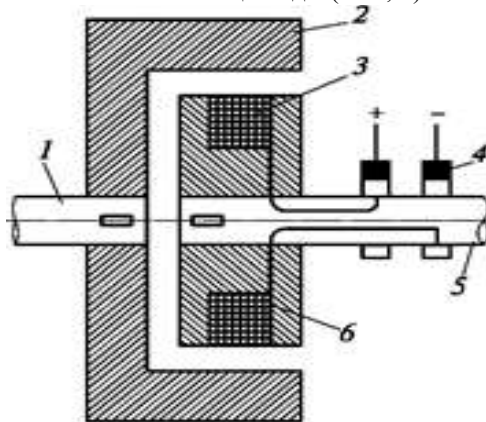
Сурет 7.39 Электромагниттік ұнтақ муфтасы

Суретте. 7.39 байланыс ұнтақ құрылғы муфтаны көрсетеді. Муфталардың басты бөлігін тістеуік дөңгелектер -1, ферромагнитті болат цилиндрі 3 және қақпақ 7 тұрады. Байланыстың басқарылатын бөлігі 9-шы, орамдағы ферромагниттік ядро-2 қатаң бекітілген катушка – 4.

Бұрандалы қуат 8 контактілі сақиналар мен қылқалам арқылы беріледі. 8 сақинасына 4 сақинаға 4 сақина қосатын сымдар валудың 9 бетіне қойылады. Кернеу катушке қолданылғанда, магниттік схемада жабылатын магниттік ағын, муфталардың жетекші және басқарылатын бөліктерін бөліп тұратын ауаның аралығынан өтеді. Бұл тазарту ұнтақ ферромагниттік материалдан тұратын 5 қоспасы бар (суреттегі нүктелерде көрсетілген). 4 катушкалар ажыратылған кезде, аталған қоспа іс жүзінде муфтаның қозғалатын және қозғалатын бөліктері арасында байланыс жасамайды. Магниттік схемада ток пайда болған кезде Φ магнит ағыны пайда болады, ал аралықты толтыратын ферромагниттік бөлшектер-5 магниттеледі және муфталардың бөліктері арасында қатаң байланыс жасайды. Нәтижесінде, байланыстың жетекші бөлігінен айналу 9 білікке берілді. Тығыздағыштар 6 жұмыс көлемінде толтырғышты сақтау үшін қажет. Отандық өнеркәсіп БПМ сериясындағы электромагнитті ұнтақ қосылыстарын өндіреді. Ұнтақ муфтасының артықшылығы: олар жоғары жылдамдықты (ферромагниттік қоспасы іс жүзінде инерциальды емес), ұнтақ муфтасы күрделілігіне байланысты кемшіліктерге де ие: подшипниктерді ұнтақтың кірісінен қорғау қажеттілігі және ферромагниттік толтырғыштың біртіндеп «ескіруі» және ферромагниттік қасиеттердің жоғалуы.

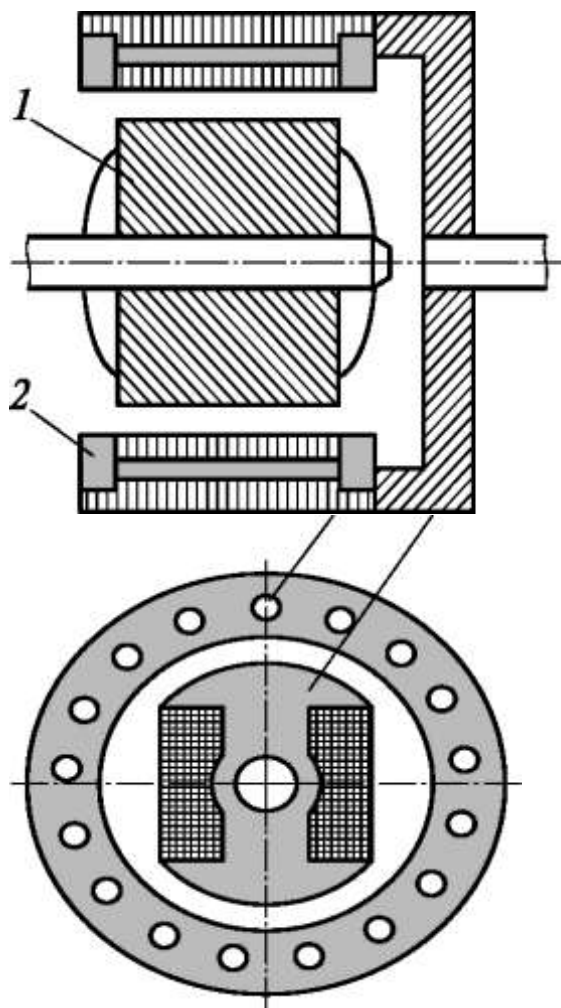
Электромагниттік асинхронды муфта 6 жетекші білікке арналған қозғалтқыш катушқасымен 3 және жетек білігіне 1 зәкірдің 2 бар

біліктен тұрады (7.40-сурет, а). Катушка контактілі сақиналардан (білікпен және бір-бірінен окшауланған) және қылшықтармен тұрақты ток көзінен жеткізіледі. 4 зәкір индуктордың магниттік өрісінде 1 жетекші білігімен бірге айналады. Бұл жағдайда магнит өрісі массивтік зәкірдегі шеткі токтарға әсер етеді. Осы байланыстың әсерінен бұл токтар индуктивтілік өрісімен өзара әрекеттесу нәтижесінде индуктор зәкіріне айналуына бағытталған. Осы сәтте қолданысқа индуктор айналады, яғни арматураның айналуы индукторға ауысады. Осылайша, анкерден индукторға жіберілген айналу моменті асинхронды болып табылады, бұл жерде сырғамалы болып келеді, демек, жетекші біліктің n_2 айналу жиілігі әрдайым қозғалыс білігінің n_1 айналу жиілігінен аз болады, себебі бұл жағдайда тек қана түзу ағымдар зәкірде индукцияланады. Электрмагниттік муфтының қасиеттері көптеген тәсілмен асинхронды қозғалтқыштың қасиеттеріне ұқсас және оның механикалық сипаттамасымен анықталады (7.40, б).



Сурет 7.40 Электрмагнитті асинхронды муфта

Қозғалтқыш білігіне статикалық жүктеме моменті M_c ұлғайған кезде, айналу жиілігі төмендейді. Муфта механикалық сипаттамасы жұмсақ және айналу жылдамдығының асинхронды ілінісіндегі жүктемеге тәуелділігі асинхронды қозғалтқышқа қарағанда маңызды. Индуктивтердегі ағымды өзгерту / валенттің білігінің айналу жиілігін өзгертуге болады. Жетекші байланыстың жартысынан дискке жылжудың жұмсақ (жұмсақ) беруі гидродинамикалық муфтаға ұқсас асинхронды қосылысты жасайды (8.2 қараңыз). Муфталардың артықшылығы: айналу сәтінде тегіс беру; конструкцияның қарапайымдылығы, жетек білігінің жылдамдығын реттеу мүмкіндігі, тозу бөліктерінің болмауы. Байланыстың кемшіліктері: соққы тоқтарында елеулі шығындарға байланысты төмен тиімділік, жалпы жалпы массалық көрсеткіштер.



Сурет 7.41 Қысқа айналымды орамасы бар асинхронды қосылыс КПД –ның жоғарылату үшін зәкірдің кейбір құрылымдарында асинхронды муфтаның тұйықталу орамасында –2 асинхронды қозғалтқыштардың роторында аналогиялық орамасы,индуктордың ядросында 1 және зәкірдің аралас болады. (7.41 суреті).

Бақылау сұрақтары

- 1.Қандай құрылғы ақпараттық деп аталады?
2. Асинхронды тахогенератордың қателіктері неде?
3. Тахо генераторларындағы қателердің себептері қандай?
- 4.Неге тахогенератордың шығыс сипатамасындағы тұрақтылық ток тұзу сызықта емес?
5. Индикатор жүйесінің синхронды байланысының жұмысын түсіндіріңіз?
6. Индикатор жүйесінің синхронды байланысының нақтылығы неге байланысты?
- 7.Бір индуктивті жылжыту сенсорының жұмысын түсіндіріңіз?
8. Индуктивті датчиктің салыстырмалылығы қалай жұмыс істейді?
9. Индуктивті датчикті қолдануға мысал келтіріңіз?
10. Индуктивті және трансформаторлы датчиктердің ұқсастығы және айырмашылығы неде?
11. Сыйымдылық датчиктегі реттеу конденсаторының атқаратын жұмысы қандай?
12. Терморезистор және термистордың қасиетінде қандай айырмашылықтар бар?
13. Өткізгіш сұйықтық деңгейінің көрсеткіші қалай жұмыс істейді?
- 14 Тарелка тәрізді клапан қалай жұмыс істейді?
15. Электр жетегіндегі тежеуіш құрылғысының мақсаты мен жұмысын түсіндіріңіз.
16. Электржетектегі муфталардың мақсаты қандай?
17. Гидродинамикалық муфта қалай жұмыс істейді?
18. Қауіпсіздік муфтасының жұмысын және мақсатын түсіндіріңіз?
19. Центробеждік муфталардың функциялары қандай?
20. Қуып жету (обгонная) муфтасы дегеніміз не?
21. Дайте сравнительную оценку фрикционной и асинхронной электромагнитным муфтам.
22. Үйкеліс пен асинхрондыэлектромагниттік муфталарды салыстырубағасын беріңізші?
23. Электрмагнитті ұнтақ муфтасының артықшылығы мен кемшілігін түсіндіріңіз?

8.1 Негізгі түсінік

Бұл тарауда электр қозғалтқыштарын қуат көзі ретінде электр жетегінің қуат бөлігі болып табылатын түрлендіргіш құрылғылар қарастырылады.

Түрлендіргіштер басқарылатын және басқарылмаған. Бақыланатын түрлендіргіштерде түрлендіргіштің кірісінде параметрлерді конвертердің кірісінде өзгеріссіз өзгертуге болады: тұрақты немесе айнымалы ток кернеуі, фазалардың саны, кернеудің және ток графигінің пішіні, айнымалы токтың жиілігі; Бір мезгілде бірнеше параметрлерін өзгертуге болады, мысалы, кернеу мен айнымалы ток жиілігі. Бастапқыда тек бақыланатын түрлендіргіш ретінде тек электр машиналары пайдаланылды. Мұндай түрлендіргіш бір-біріне механикалық түрде қосылған (әдетте үш фазалы асинхронды) және тәуелсіз қоздыру генераторы бар айнымалы ток қозғалтқышынан тұрады.

Дегенмен, қазіргі заманғы электр жетегінің негізі жартылай өткізгіш элементтердегі жартылай өткізгіш түрлендіргіштерден тұрады: бақылаусыз диодтар, басқарылатын диодтар - тиристорлар, транзисторлар. Электр жетектерінің қуат бөлігінің түрлендіргіш жартылай өткізгіштері бірнеше бөліктен тұрады:

- бақыланбайтын түзеткіштер, айнымалы токты шығу кезіндегі өзгермейтін параметрлермен тұрақты бірге айналдыру;
- шығыс кернеуі кіріс параметрлері өзгеріссіз өзгеруі мүмкін басқарылатын түзеткіштер;
- ауыспалы ток реттелетін жиілік түрлендіргіштері;
- кернеу реттегіштері.

8.2 Электромашина түрлендіргіші және «генератор-двигатель» жүйесі

Электр қозғалтқыш түрлендіргіш - бұл қос энергиялық түрлендіру орын алған қозғалтқыш-генератор, ол үш фазалы асинхронды немесе синхронды двигательден ауыспалы ток электр энергиясын тартады және оны механикалық энергияға айналдырады, бұл өз кезегінде механикалық энергияны түрлендіреді реттелетін кернеумен тікелей ток қуатында. Басқарылатын тұрақты электр қозғалтқышының М зәкір орамасы генераторлық зәкірдің дінгектерімен тікелей байланыстырылады, сондықтан генератор зәкірінің цептері G және M двигателінің цептері ешбір реттеуші элементтері жоқ жабық қуат тізбегін құрайды (8.1-суретті қараңыз). Жартылай агрегат - генератор-двигатель жүйесі. Генератордың қозғалмалы орамаларын және тікелей басқарылатын қозғалтқышты тәуелсіз қоздыру қозғалтқышын тамақтандыру үшін B жүргізушісі айнымалы ток AD-нің бір қозғалтқышымен қозғалған шағын қуаттың параллель қозғалысын тұрақты ток генераторы болып табылады. Кейде статикалық қоздыру схемалары айнымалы ток желісіне қосылған статикалық жартылай өткізгіштермен жұмыс істейді.

Егер M қозғалтқышын іске қосу қажет болса, онда ең алдымен

The diagram shows a three-phase motor circuit. It includes a three-phase supply (3~), a meter (АД), a generator (G), and a motor (M). The motor's internal resistance is labeled r_{peM} . A switch (QS) is used to connect the motor to the supply. The current I_a is indicated. The circuit also includes a rheostat and a battery (B) for testing.

Сурет 8.1. " Қозғалтқыш -генератор " жүйесі

мұнда EG -ЭДС генераторлық арматурасының ; сеМ және смМ - М қозғалтқышының тұрақты коэффициенттерМ; ФМ- қозғалтқышының қозғалысының магнит ағыны М; RG және RM - қозғалтқышының және М қозғалтқышының зәкір цепіндері кедергісі; n0M - двигателдің

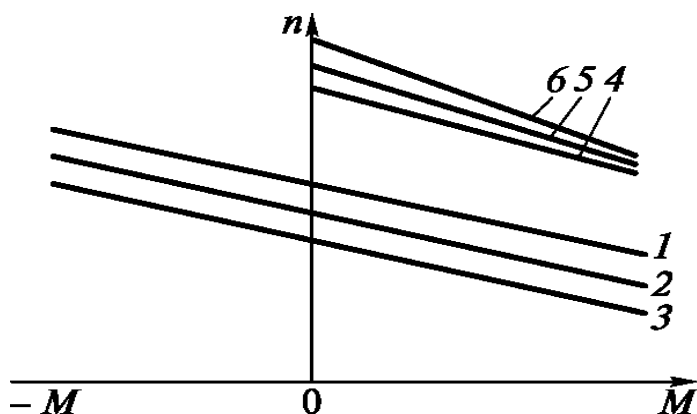
мұнда EG -ЭДС генераторлық арматурасының ; ссМ және смМ - М қозғалтқышының тұрақты коэффициенттерМ; ФМ- қозғалтқышының қозғалысының магнит ағыны М; RG және RM - қозғалтқышының және М қозғалтқышының зәкір цепіндегі кедергісі; n0M - двигателдің

шекаралық жылдамдығы M ; AnM - двигательдің айналу жылдамдығындағы айырмашылығы M , оның білікке жүктемесінің өзгеруіне байланысты.

Бұл өрнек теңдеулерге ұқсас (2.4), қаралған жүйеде «генератор-мотор» жүйесінде формуладағы RM моторының арматура тізбегінің қарсыласуына қосымша, RG генераторының арматура тізбегінің кедергісін және кернеуге келтірілген U желісінің кернеуінің орнына назар аудару қажет қозғалтқыштың арматурасы ЭДС генераторын G :

$$EG\_CEG\Phi G_nG.$$

Генератордың генераторының магниттік қозу ағыны артып келе жатқанда, EG генераторының ЭМҚ күшейіп, қозғалтқыштың шекара жылдамдығы артып, қозғалтқыштың M механикалық сипаттамаларын ординат осі бойымен ауыстыруына әкеледі (1-сурет, 2 және 3-суреттегі 8.2). Бұл өрнек бірінші өрнегі үшін өрнекпен расталады (8.1):



Сурет 8.2. «генератор-қозғалтқыш» жүйесіне механикалық мінездеме

Қозғалтқыш білігіне M жүктемесі артып келе жатқанда, бұл сипаттамалар бір-біріне параллель болып қалады, өйткені олардың резонаторымен бейімділігінің бұрышы, теңдеудің (8.1) теңдеуі үшін өрнектен көрініп тұрғандай, тек қана анкерлік тізбектің $(RG + RM)$ тұрақты. Сондай-ақ, қозғалтқыш тұрақты ток желісінен жұмыс істеген кезде «генератор-мотор» EG жүйесінде $CEG\Phi G_nG$ қозғалтқышының табиғи механикалық сипаттамасы ұқсас сипаттамаға қарағанда жұмсақ болады. Бұл сондай-ақ генератордың арматурасының қарсыласуына байланысты осы жүйедегі анкерлердің $CEG\Phi G_nG$ тізбегінің қарсылығын арттырумен түсіндіріледі. M двигательінің жылдамдығы M жылдамдығының FM қозғалуының магниттік ағынын азайту арқылы номиналдан «жоғары»

болғанда, механикалық сипаттамалары әртүрлі бейімділікке ие болады (8.2 сур., Сипаттамалары 4, 5 және 6). Бұл өрнек термині (8.1) Δ қозғалтқышының қоздыру магнит ағынына кері пропорционалды болғанымен түсіндіріледі. Демек, Δ азайған сайын, Δ мәні M қозғалтқыш білігінің моментінің өсуіне байланысты емес, сондай-ақ ΦM қозғалтқышының қоздыру магнит ағынының төмендеуіне байланысты артады. Осыған орай, ΦM ағынының азаюымен механикалық сипаттамалардың беткіші артады.

Қарастырылып отырған жүйеде двигательдің айналу жиілігін реттеу M диапазоны 1: 150 немесе одан да көп болуы мүмкін. Ең жоғары жылдамдық коммутация шарттары мен двигательдің тұрақсыздығы төмен қоздыру ағыны мәндерімен, ал M қозғалтқышының салқындату жағдайларымен шектеледі (егер мотор өзін-өзі желдетсе). M қозғалтқышы генератор G -дің QS қосқышы арқылы қозғау орамасындағы ток бағытын өзгерту арқылы кері қайтарылады.

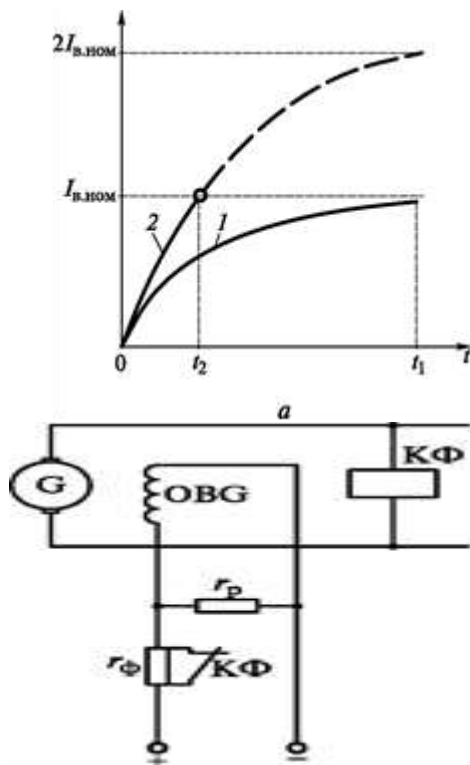
Егер M двигателі күрт өзгертін жүктеме жағдайында жұмыс жасаса, M қозғалтқышына жүктемені азайту кезеңінде кинетикалық энергияны сақтайтын және жүктемені жоғарылату кезеңінде береді (5.10 қараңыз).

«Генератор- қозғалтқыш» жүйесінде желіге қуат беретін генераторды генерациялауға болады. Бұл қозғалтқыштың арматура инерциясымен айналу жылдамдығы nM кезде айналғанда, генератордың қозғау тогы азаяды және M қозғалтқышының дискінің ағымы артады. Бұл EG генераторының ЭДС-ні төмендетеді және EM электр қозғалтқышының анти-ЭДС-ін арттырады. Нәтижесінде M қозғалтқышы генераторлық режимге түседі және анкердегі сәтте баяулайды және генератор G асинхронды қозғалтқышқа қатысты қозғалтқыш режиміне өтеді. Асинхронды қозғалтқыш AD болсақ, ол генераторлық режимге ауысады және желіге қуат береді, яғни. қалпына келтіру процесі жүреді. Суретте. 8.2 Бұл режим координат осінің екінші квадрантында орналасқан M қозғалтқышының механикалық сипаттамаларына сәйкес келеді. «Генератор- қозғалтқыш» жүйесінің жетіспеушілігі орнатудың тұрақсыздығы мен оның күрделілігін, үлкен шуды, елеулі өлшемдерді, салмақ пен құндылықты, төмен тиімділікті (60-70% артық емес) қамтиды. Соңғы «генератор-мотор» жүйесінде энергияның үш есе өзгеруі бар, және үш электр машинасының жүйесіндегі тиімділік осы машиналардың тиімділігімен анықталады. Егер осы машиналардың әрқайсысының тиімділігі 88% (машиналардың қуаты шамамен бірдей) деп есептесек, онда орнатудың тиімділігі тек 68% құрайды.

Қарастырылып отырған жүйенің тағы бір жетіспеушілігі оның қозғалтқыштағы өтпелі процестерді баяулататын маңызды электромагниттік инерция болып табылады. Бұл генератор қозғауының орамасының үлкен индуктивтілігіне байланысты, ол арқылы M қозғалтқышына барлық түзетулер өтпелі үдерістерде (іске қосу, баяулау, қалпына келтіру) жасалады. Электр қуатын генератордың қозғаушы орамасының электромагниттік уақытша тұрақтысы бірнеше секундқа жетуі мүмкін. Қозғалтқышты қалпына келтіру саны минутына 20-ға

дейін жететін роликті диірмендерді басқаруға арналған жүйені пайдалану кезінде мұндай бәсеңдеме болып табылады. Бұл кемшілікті еңсеру үшін, мысалы, генератордың қоздыруын күшейтуге арналған арнайы шаралар қолданылуы тиіс.

Бұл әдістің мәні, уақыт функциясының (8.3а) генератордың / 0 қозғау тоғының жоғарлау $I_{B\_НОМ}$ графигімен түсіндіріледі. Қозғалудың номиналды кернеуінде қозғау тоқының көтерілуінің 1-графигінде, $I_{B\_НОМ}$ уақытының $t_2 < t_1$ уақытын көрсетеді, оның ішінде бұл токтың тұрақты мәніне жетеді. Номиналды кернеумен (2 В.в) тең қоздыру кернеуіндегі қозғау тоқының сюжеті сол генераторлық токтың $t_2 < t_1$ уақытын сол номиналды мәнге / $I_{B\_НОМ}$ -ға дейін жетеді. Қарастырылып отырған жағдайда, $k\Phi = 2$. күш коэффициенті



Сурет. 8.3. «Генератор-мотор» жүйесінде генератордың қозуын мәжбүрлеу

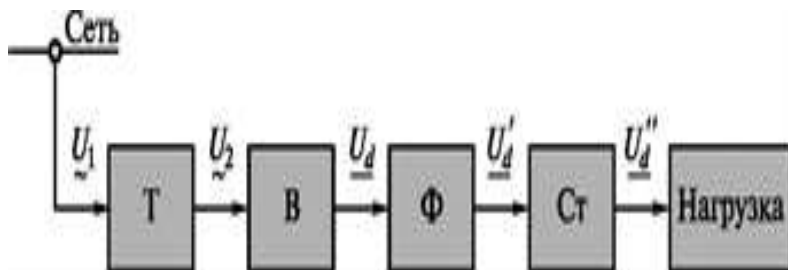
Бірақ OBG катушкаларындағы қозғау тогы номиналды мәннен аспауы керек болғандықтан, күштеу релесі (ең жоғарғы кернеу релесі) генераторлық арматураның орамасына параллель болады. Уа номиналды мәні $U_{a\_НОМ}$ мәніне жеткенде, КФ релесі жауап береді және ГФ байланыстарын туғызады, ГФ резисторын маневрлейді (8.3, б). Ол OBG-дағы қозғау токын шектейді, ол ол номиналды мәннен аспайды.

Резисторный гр деп аталады резервтеу разрядты, ОВГ орамасы жабылады, ол ажыратылады. Бұл шара ОВГ-да өзін-өзі индукциялаудың ЭДС -тың шамадан тыс шамасының пайда болуын болдырмайды, бұл ораманың аралықты окшаулауында қауіпті.

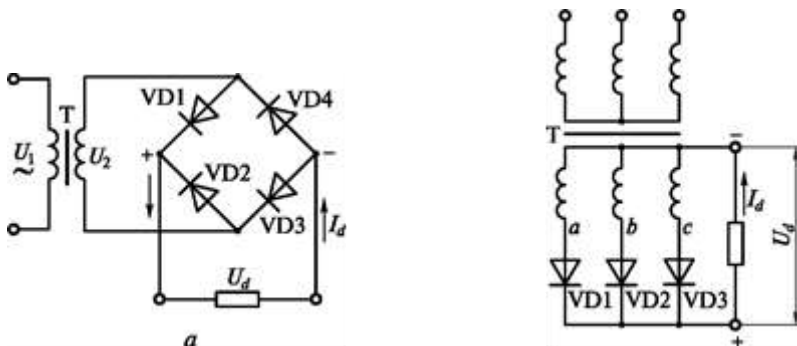
«Генератор-мотор» жүйесі алдыңғы жетістіктердің электр жетектерінде: роликті фабрикалар, қозғалтқышты қозғалтқыштарға арналған теңіз кемелерінде, дизельді локомотивтерде, үлкен экскаваторларда (бұл жағдайда генератор G қозғалтқышымен жүргізіледі) және т.б. Электр жетектерінің жаңа әзірлемелерінде «генератор-мотор» жүйесі пайдаланылмайды.

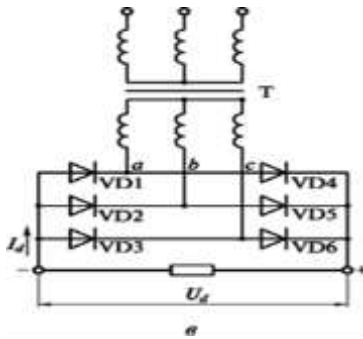
8.3. Бақыланбайтын жартылай өткізгіштер

Бақыланбайтын түзеткіш әдетте келесі элементтерден тұрады (8.4-сурет): трансформатор Т U_1 желісінің кернеуінде, U_2 түзеткішті В. жартылай өткізгіш блогының кірісінде U_d кернеуін талап ете алады. Кернеу тұрақтылығына деген жоғары талаптарға сәйкес, түзеткіштің шығуына тұрақты кернеуді қамтамасыз ететін кернеу реттеушісі Ст пайдаланады. Нақты бақыланбайтын түзеткіштерде, талаптарға байланысты, тұрақтандырғыш немесе тіпті сүзгі болмауы мүмкін. Қолданыстағы түзету сұлбалары бір фазалық және үш фазалы, жарты толқындық және толық толқындарға бөлінеді, нөлдік шығу және көпірлер. Түзету сұлбалары ең көп қолданысқа ие: бір фазалы көпір, нөлдік үш фазалы және үш фазалы көпір (8.5-сурет).



Сурет. 8.4. Бақыланбайтын түзеткіштің блок-схемасы





Сурет. 8.5. Түзету сызбасы: а - бірфазалы көпір; б) 3-фазалы нөлдік шығу; с - үш фазалық жабын

П2ном түзеткіштің дұрыс енгізілуінде және трансформатордың номиналды жүктемесі бар U_d номиналындағы түзеткіштің тұрақты кернеуіндегі кернеу келесі түрде болады:

$$U_{d\text{ном}} = k_{\text{ПП}} U_{\text{ном}}, \quad (8'3)$$

онда $k_{\text{П}}$ - кернеулер коэффициенті.

Трансформатордың редуктивтік тізбегіндегі қуатын пайдалану тиімділігі тән қуат коэффициентімен анықталады:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_{\text{сум}}}, \quad (8.4)$$

$$\eta_{\text{П}} = \eta_{\text{Т}}$$

$$\eta = \frac{S_{\text{н}}}{S_{\text{б}}}$$

мұнда S және $S_{\text{П}}$ трансформатордың бастапқы және қайталама орамаларының номиналды қуаттылығы болып табылады.

8.1. кесте

Түзету тізбектерінің негізгі параметрлері

Схемы выпрямления	Параметрлер ерекшелігі схема		
	k_U	$k_{\text{р}}$	./пульс
Бірфазалы жарты толқын	2,22	3,09	$D/2$
Бірфазалы толқынды көпір	1,11	1,23	$2/1$

Нөлдікшығуыменбірфазалытолықтолқын	1,11	1,48	2 /1
Үшфазалынөлдікшығу	0,855	1,345	3/1
Үшфазалыжабын	0,427	1,05	6 /1

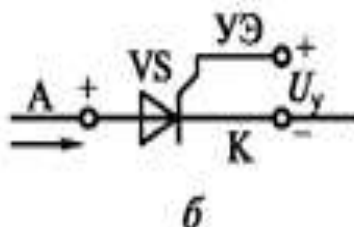
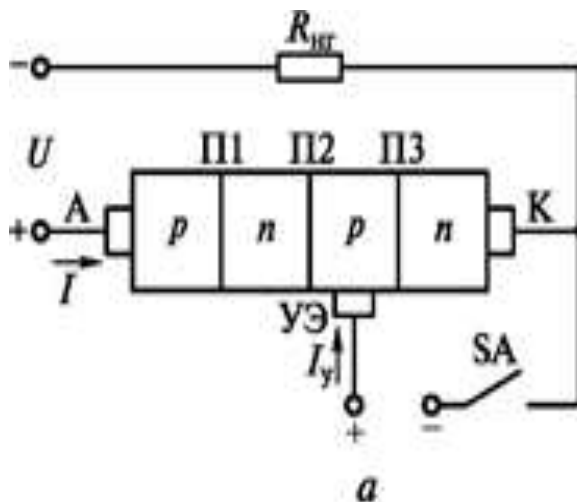
Ескерту . f — көздегі тоқтың жиілігі

8.4. Тұрақты ток электр жетектер үшін басқарылатын жартылай түзеткіштер

Бақыланатын түзеткіштер кірісіндегі айнымалы ток кернеуімен тұрақты ток кернеуінің реттелуіне мүмкіндік береді. Бұл қасиет басқарылатын жартылай өткізгіш диодтар - тиристорлар арқылы қамтамасыз етіледі. Осы жартылай өткізгіш элементтерге орнатылған регистраторлар ТП-ның тиристорлық түрлендіргіштері деп аталады. ТП салу схемаларына келетін болсақ, олар бақылаусыз түзеткіштер сияқты өзгермейді. Жалғыз айырмашылық - бұл тізбектердің тиристорлық басқару тізбектерімен толықтырылуы.

8.4.1. Тиристорлық бақылаудың принциптері

Тиристордың басты бөлігін төрт қабатты құрылымы бар кремнийлі пластина құрайды. Электр өткізгіштігі бар р-өткізгіштігі бар балама қабаттары бар қабаттар (Сурет 8.6, а).



Сурет. 8.6. Тиристор:

а – тиристордың жұмыс қағидасына; б – диаграммалардағы сурет; в- тиристор құрылымы.: 1 - басқару электродын шығару; 2 - катодты шығару; 3 - ауыспалы-втулкаға арналған тесіктер; 4 - шыны оқшаулағыш; 5, 7 - вольфрам дискілері; 6 – төртқабат құрылымы р-п-р-п; 8 - мыс негізі; 9-анод

төрт қабат үш өтпеден тұрады: П1, П2 және П3.Ортаңғы қабаттан р терминалы бар, ол УЭ басқару электроты болып табылады. Егер басқару электроды қосылмаса немесе басқару сигналы оған берілмесе және тік полюсте U тік кернеуінен (кернеудегі «плюс») анод А мен катодтың арасында қолданылса, Р1 және Р3 өтпелері ашылады, яғни олардың тікелей токқа төзімділігі өте аз.

Алайда, УЭ-ге және катодтың К-ге, яғни SA-ді жабу үшін басқару электродының басқару пульті («плюс») қолданылса, онда Р3-ге көшу кезінде u басқару тетігі болады және қосымша заряд тасымалдаушылар пайда болады.Нәтижесінде Р2-нің өтпелі қабаты электрөткізгіш болып келеді, яғни тиристор ашылады және U кернеуінің әрекет етуімен жұмыс істеп тұрған ток I барлық тиристор қабаттарынан өтеді.**Тиристорлық бақылау катодты** деп аталады.

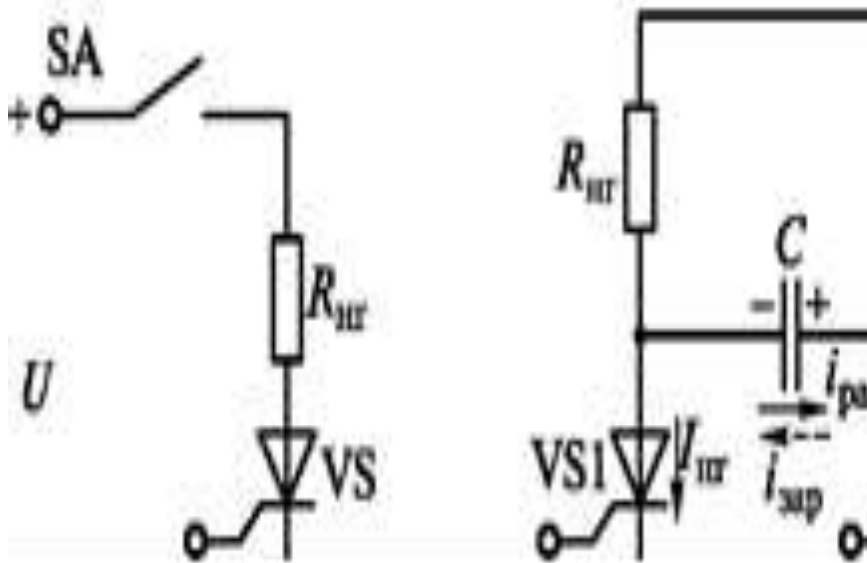
Осыдан кейін, бақылау электродтың тиристордың электрөткізгіштікке әсер етуі тоқтайды, өйткені бақылау сигналы алынып тасталғанда, ағым триистор арқылы тоқтамайды. Тиристордың қасиеттері ток кернеуінің сипаттамасымен бейнеленген. Тиристор арқылы ток өту үшін, I жұмыс істеп тұрған ток I электр тізбегін ашу немесе тиристордың анодтық тізбегіне артқы кернеу импульсін (анодтағы «минус») қолдану қажет. Тиристорды қайтадан ашу үшін анод пен катодтың арасындағы кернеуді қайта қолданып, электрод пен катодтың арасында кем дегенде қысқа u_c сигналын қолданыңыз. Осылайша, тиристор ашылғаннан кейін электрөткізгіштігі бақылау кернеуінің шамасына немесе полярлығына байланысты болмайды. Басқаша айтқанда, тиристор дискретті жұмыс істейді. Оның екі тұрақты күйі болады: жабық және ашық. Осыған байланысты, тиристорлар электромагниттік релеге ұқсас. Жоғары қуатты тиристорлы құрылғы сур. 8.6, с.

Тиристорлардың тиімділігі жоғары, қуаты төмен, басқару мерзімі шектеусіз. Триистор жұмыс тізбегінде белгілі бір электр кедергісін тудыратындықтан, ол жұмыс кезінде қызады. Салқындату жағдайларын жақсарту үшін, тиристорлар қабырғалы радиаторлармен жабдықталған.

Егер тиристор ауыспалы ток тізбегіне қосылған болса, оң потенциал оң полярлық толқындық кернеу кезінде басқару электродына қолданылған кезде, тиристор ашылады және онда ток пайда болады. Айнымалы ток кернеуінің оң жарты толқынының тоқтағаннан кейін, тиристор жабылады. Триисторды ашу үшін келесі оң жартылай толқында позитивті потенциалды басқару электродына қайта қолдану қажет. Осылайша, тиристорлар тікелей және айнымалы ток тізбектерінде қолданыла алады. Тиристорлардың жылдамдығы төмен жиілікте және жоғары жиілікте бөлінеді. Тиристорлық токтардың түзілген (орта) мәндерінің диапазоны 10-дан 5000 А-ге дейін; рұқсат етілген кернеулердің ауқымы - бірнеше ондағандан 5000 В-ға дейін.

Тиристорды бекіту. Тиристорды құлыптау үшін оның басқару электродынан кернеуді алып тастау немесе осы кернеудің полярлығын қайтару жеткіліксіз. Тиристордың анод тізбегіндегі токты тоқтату үшін, кем дегенде, уақытша осы схеманы SA пернесі арқылы ашу қажет (8.7-сурет, а). Дегенмен, бұл әдіс электр жетегін қолмен басқарумен ғана мүмкін. Автоматтандырылған диск жетегі схемалық шешімді қажет етеді. Мүмкін нұсқалардың бірі Сур. 8.7, б. ұсынылып отыр.

Тиристор VS1 - негізгі жұмысшы тиристор, VS2 тиристоры - көмекші және негізгі тиристорды құлыптау үшін тізбекте қолданылады. Басқару сигналын алған кезде және VS1 негізгі тиристоры ашылады және оның анодтық тізбегінде I_{TH} жүктеме ток пайда болады. Бұл ток «плюс» терминалынан J_x негізгі триисторы VS1 жүктемесі арқылы «минус» терминалына өтеді. Сонымен қатар, C конденсаторы зарядталады.



Сурет. 8.7. Тиристорды бекіту сызбасы

Бұл жағдайда зарядтау тогы 4а «плюс» терминалынан резистор $R_{шт}$ конденсаторы, негізгі триистор $VS1$ «минус» терминалына өтеді. Конденсатордың зарядталғаннан кейін бұл ток тоқтайды. Зарядталған конденсаторда сол пластина әлеуетті «минус», ал оң жақта «плюс» әлеуеті бар.

$VS1$ тиристорын бекіту үшін, яғни. Осы тиристордың анодтық тізбегіндегі токты тоқтату үшін қосалқы тиристор $VS2$ ашу қажет. Осы мақсатта φ сигналы басқару электродына жіберіледі. Бұл жағдайда C конденсаторының кернеуі $VS1$ жұмысшы тиристорына кері полярлығы бар, яғни катодта «плюс» және анодтың «минусы» қолданылады. Басқаша айтқанда, конденсатордың кернеуі $I_{шт}$ ток кернеуіне қатысты. Бұл операциялық ток уақытша тоқтайды және негізгі $VS1$ тиристоры бекітіледі. Сонымен қатар, C конденсаторы қайта зарядталады: сол пластина әлеуетті «плюс», ал оң - «минус» алады.

Көмекші тиристор $VS2$ төмен қуатты болып есептеледі, ал ток тізбегінде резистордың r кедергісіне байланысты негізгі триистордағы $I_{шт}$ жүктемесімен салыстырғанда шамалы. Осылайша, $VS2$ тиристорын қосу айтарлықтай жоғалтуға әкелмейді.

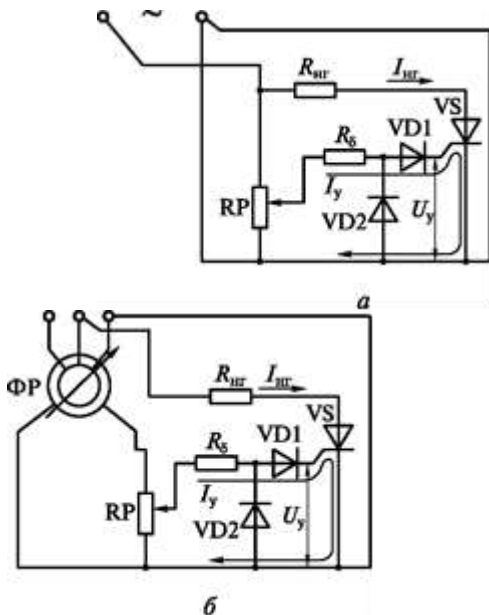
Қажет болған жағдайда басты триистор $VS1$ қайтадан φ сигналымен басқару электродына қосылады. Бұл жағдайда тиристор ашылады және C конденсаторы кернеуі $VS2$ тиристорын құлыптайды. а және б схемаларын салыстыра келе, сурет 8.7., қосалқы тиристор $VS2$ C конденсаторымен бірге кілт ретінде қызмет етеді, себебі қажет болған жағдайда, $VS1$ тиристоры құлыптауға мүмкіндік береді.

Тиристорларды құлыптаудың басқа сызбалары бар, олардың басым бөлігі тиристордың анодтық тізбегіне кері кернеуді қолдану

принципіне негізделген.

Айта кету керек, тиристорларды құлыптауға арналған арнайы шаралар тікелей ток тізбектерінде қажет. Ауыспалы немесе пульсирленген ток тізбектерінде белгілі бір нүктелердегі электр тогының уақытында нөлге жеткен кезде анод тізбегіндегі ток үзіледі, яғни, тиристордың табиғи коммутациясы жүреді.

Тиристорды амплитудалық бақылау. 8.8 суретінде RP потенциометрі және VD1 диод басқару тізбегі арқылы VS тристорын қосудың сыбасы ұсынылған.



Сурет. 8.8. Тиристорды басқару әдістері
а — амплитудалы; б — фазалық

Резисторлық Р ток басқару тогын I_y шектеуге арналған және VD2 диодты тристорды терриористің басқару электродындағы теріс потенциалдан қорғайды. Басқару кернеуінің шамасы (амплитудасы) потенциометр RP арқылы бақыланады.

Тиристорды ашуға болатын анодтың кернеуінің мәні керісінше, тиристордың басқару u_a электродына берілген басқару кернеуіне байланысты. $u_a = f(\text{rot})$ (8.9-сурет, а, 1-сурет) бойынша синусоидальдік заңға байланысты өзгертін анодтық кернеуде $u_{\text{umm}} = f(\text{rot})$ басқару кернеуінің ең аз мәндерінің кестесі (2-график), онда тиристордың ашылуы мүмкін, седло тәрізді пішіні бар. Тристор жабылған кезде, барлық кернеу анодтық тізбеге ($U_a = u_a$), қолданылады, өйткені тізбектегі токтың болмауы кезінде кернеудің төмендеуі нөлге тең болады. Басқару кернеуі u_{y1} тиристорды басқаратын электродқа анод кернеуінің

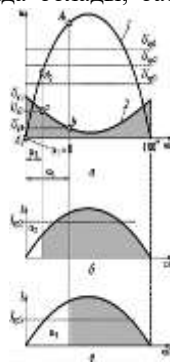
u_a (нүкте **A1**) жартысы басында қолданылады, бұл тиристордың ең төменгі анодтың кернеуінде де пайда болуына алып келеді делік. Мұндай жағдайда, тиристор кернеудің барлық жарты кезеңінде іс жүзінде ашық болады, ал жарты уақыт ішінде тікелей кернеудің орташа мәні $U_{cp1} = (2/\pi) U_{max}$ болады. Жүк ағымында ток пайда болады, орташа мәні $I_{cp1} = (2/\pi) I_{max}$. Мұндай жағдайларда жүктемеде босатылған орташа қуат $P_{нг}$ равна $P_{cp1} = I_{cp1} U_{cp1}$ болып табылады.

Егер басқару кернеуі U_2 мәніне дейін төмендейтін болса, онда тиристор анодтық кернеудің u_a кезеңінің жартысы басында ашылмайды, бірақ біраз уақыттан кейін (A_2 нүктесінде).

Бұл жағдайда анодтық тізбектегі кернеудің орташа мәні $u_{cp2} <$ анодтық тізбектегі токтың орташа мәні төмендейді және I_{cp2} -ге тең болады (8.9-сурет, б) және қуаттың орташа мәні $P_{cp2} = u_{cp2} I_{cp2}$. 2-суретте көрсетілген тиристордың ашылуына сәйкес келетін бұрышы α_2 . 8.6, а, **тиристордың басқару бұрышы (ашу) деп аталады.**

Бірінші жағдайда, тиристор кернеу u_{r1} арқылы ашылған кезде басқару бұрышы $\alpha_1 \sim 0$ болды. Басқару кернеуі әлі де u_{r3} мәніне дейін азайған жағдайда, басқару тетігі A_3 нүктесінде пайда болады, басқару бұрышы A_3 -ке тең болса, анод тізбегіндегі кернеудің орташа мәні U_{p3} мәніне дейін төмендейді, ток ағымының орташа мәні төмендейді және I_{cp3} құрайды (8.9-сурет,).

Сурет.8.9. Тиристордың амплитудалық басқаруы үшін кернеу және ағымдағы диаграммалар



Бұл $P_{cp3} = u_{cp3} I_{cp3}$ мәніне шығарылатын қуаттың азаюына әкеледі. Осылайша, тиристордың амплитудалық бақылауының мәні U_2 басқару кернеуінің шамасын

өзгерту арқылы, басқару бұрышы α , тиристордағы анодтық тізбектегі ток және, тиісінше, жүктемеде босатылған қуаттың өзгеруі болып табылады.

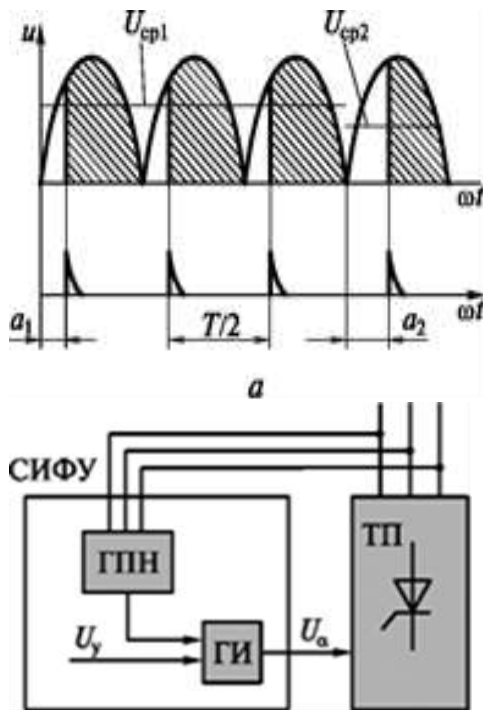
Керісінше кернеудің u_r көмегімен басқару бұрышы α азаяды, ал тиристордағы анодтық тізбектегі ток және қуат көбеюде, және u_r азая отырып, басқару бұрышы α артады, ток және қуат азаяды.

Сурет. 8.10. Тиристордың фазалық бақылауына арналған кернеу диаграммасы

Тиристордың фазалық бақылауы. Фазалық бақылаудың мәні - бұл тиристорды ашу үшін жеткілікті басқару кернеуінің шамасы (амплитудасы) өзгеріссіз қалады және тиристорлық басқару басқару

кернеуінің фазасындағы өзгерістермен толтырылады. Түсіндіру үшін сур. 8.8, в. Бұл жағдайда тиристордың басқару схемасы ФР фазалық реттегішінен электр қуатын алады. Бұл анод тізбегінің кернеуіне байланысты U_{α} басқару кернеуінің фазалық жылжуын жасауға мүмкіндік береді. Анод тізбегіндегі кернеумен сәйкес келетін синусоидалы сигнал басқару схемасына ($\phi_1 = 0^\circ$) беріледі деп есептейік. Бұл ретте, басқару кернеуінің оң жартылай циклінің басталуы анодтық тізбектегі кернеудің оң циклінің басталуымен сәйкес келеді (8.10-сурет) және бақылаушы кернеу тиристорды ашу үшін жеткілікті мәнге жеткенде нүктедегі a нүктесі пайда болады. Бұл нүкте $a_1 = 37^\circ$ бұрыштық бұрышына сәйкес келеді және анодтың кернеуінің u_a шамасының лездік мәні $A1$ нүктесіне сәйкес келеді.

$I_{\text{ш}}$ амплитудасының бұрынғы амплитудасының басқаруымен салыстырғанда жүктемедегі қуаттың орташа мәні $P_{\phi 1} = u_{cp1} I_{cp1}$ тең болады. Егер тиристордың басқару схемасында Π_2 сигналдың анод тізбегінің кернеуіне қатысты $\phi_2 = 60^\circ$, бұрышымен салыстырғанда фазалық ығысумен қамтамасыз етілсе, басқару кернеуі ең аз мәнге тең мәнге жеткенде, тристор басқару бұрышында $a_2 = 770$ (нүкте в) басқару кернеуі тиристордың құлпын ашу үшін жеткілікті сигналдың ең төменгі мәніне тең $u_{\text{ггн}}$ мәнге жеткенде, анодтық тізбектегі кернеу мен ток шамасының орташа мәні төмендейді, жүктемедегі орташа қуат $P_{cp2} = \Pi_{p2} T_{cp2}$ болады. Осылайша, тристордың анодтық тізбегі кернеуге қатысты бақылау тізбегіндегі кернеудің фазалық ығысуын ϕ өзгерткен кезде кең ауқымда тиристордың анодтық тізбегіндегі ток пен қуатты реттеуге болады. Тиристорларды басқару үшін импульсті-фазалық басқару жүйесі (СИФУ) қысқа уақыт сигналдарымен (импульстармен) қолданылады, олар тиристорды ашу үшін жеткілікті амплитудасы бар. Импульстар басқару схемасына жарты кезең аралығымен ($7/2$) жіберіледі (8.11-сурет, а). Бұл қажеттілік әрбір жарты жолда анодтық тізбектегі ауыспалы кернеу нөлге ауысады, ал егер сол кезде оң жақ импульс тиристордың басқару электродына қолданылмаса, онда тиристор ашылмайды және анодтық тізбектегі ток қалпына келтірілмейді. Қажет болса, басқару бұрышын өзгертуге болады, яғни тиристордың анодтық тізбегіндегі токты импульстің фазасын өзгертеді.



Сурет. 8.11. Тиристор түрлендіргішінің импульсті-фазалық бақылау принципі

Импульстік-фазалық басқару жүйесі - арна кернеуінің генераторы мен импульстік генератордан тұратын құрылғы. Бекіту импульстарын қалыптастыру негізі ГПН арқылы шығарылатын аралық материалдың позитивті жарты-кезеңдерінен тұратын кернеу болып табылады.

Бұл кернеу автоматтандырылған басқару жүйесінен алынған u_y басқару сигналының әсерінен Ги басқару модуліне қажетті басқару бұрышын басқаратын оң импульстарды генерациялайды. Бұл импульстар ТИ-нің түрлендіргішіне тиристорлардың басқару электродтары үшін беріледі және оларды қажетті ретпен бұғаулайды.

Осы тиристордан басқа, үш жақ (симметриялық тиристорлар) бар. Оның қасиеттерінде симисторлар екі тиристордың параллель қосылыстарына балама болып табылады және бақылау сигналы импульстері қолданылған кезде екі бағытта да ток өткізе алады (ашық жағдайда). Семисторлар –

түрлендіргіштерде, кернеу реттегіштерінде, жақындату ажыратқыштарында және басқа құрылғыларда қолданылады.

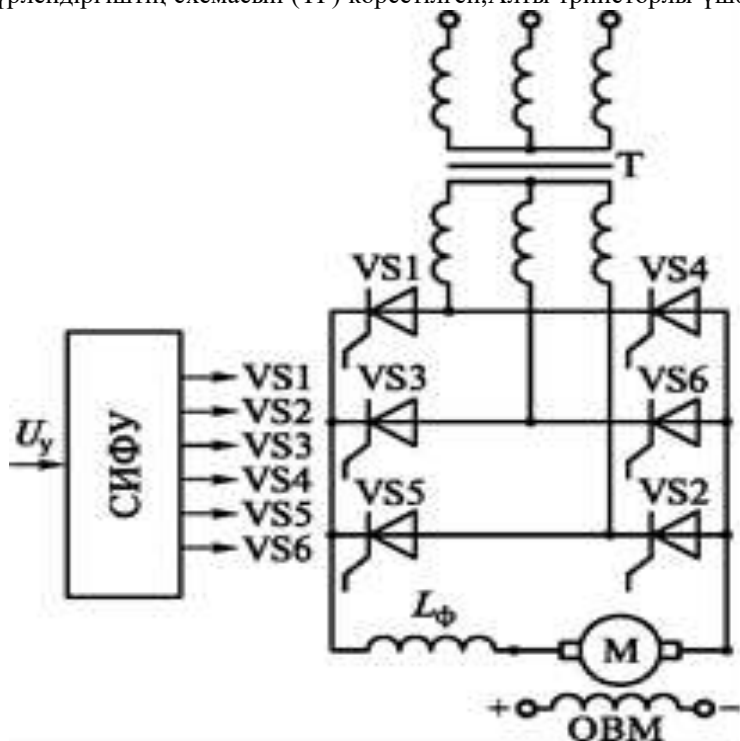
Тиристорлардың жаңа түрі ойластырылған – құлыпталатын тристорлар. Осындай тиристорды ашу үшін басқару тізбегіне қажетті амплитудасының қысқа уақыттық серпінін беру жеткілікті, өйткені анодтық тізбекте пайда болған ток тиристорды құлыптау уақытына

дейін тоқтамайды. Осындай тиристорларды құлыптау, керісінше, кері полярлық кернеу импульсінің ұзақтығымен қысқа болуы мүмкін.

Электр жетектерінде тиристорларды қолданудың негізгі бағыты қуат түрлендіргіштері болып табылады.

8.4.2. Ауыспалы токты тұрақты токқа айналдыруды бақылайтын қайтымсыз тиристор

Суретте. 8.12 тәуелсіз қоздыру қозғалтқыштарының тұрақты токтың анкерлік тізбектерін жеткізу үшін бақыланатын тиристор түрлендіргіштің схемасын (ТР) көрсетілген; Алты триисторлы үшфазалы



у сигналының кірісіне сәйкес бақыланады. М қозғалтқышының ОВМ қозғалтқышының қозғаушы орамасы басқа тұрақты ток көзіне тұрақты кернеумен қосылған. Ағымдағы пульсацияді азайту үшін индуктор тегістеу сүзгісі L_p функциясын орындайтын арматура тізбегіне қосылады.

Сурет. 8.12. Ауыспалы токты тұрақты токқа айналдыруды бақылайтын қайтымсыз тиристор

$$C_p = i^{\wedge} \cos a, \quad (8.5)$$

мұндағы i_{cp0} — орташа шығыс кернеуі ТП жанындағы $a = 0$:

$$i_{cp0} = \wedge \phi / \kappa^{\wedge} \quad (8.6)$$

и2Ф - трансформатордың қайталама орамасының шығуындағы кернеудің тиімді фазалық мәні; k_C кернеу коэффициенті кернеу коэффициенті, ол U_d түзеткіштің шығысындағы кернеулер мен $A_2 = 0$ кезінде U_2 трансформаторының қайталама орамасының терминалдарына түзетулер схемасына байланысты анықталады (8.1-кестені қараңыз).

Суретте көрсетілгендер үшін. Трансформатордың шығысындағы кернеуге сәйкес келетін үш фазалы көпір тізбегінің $8,12 = 0$:

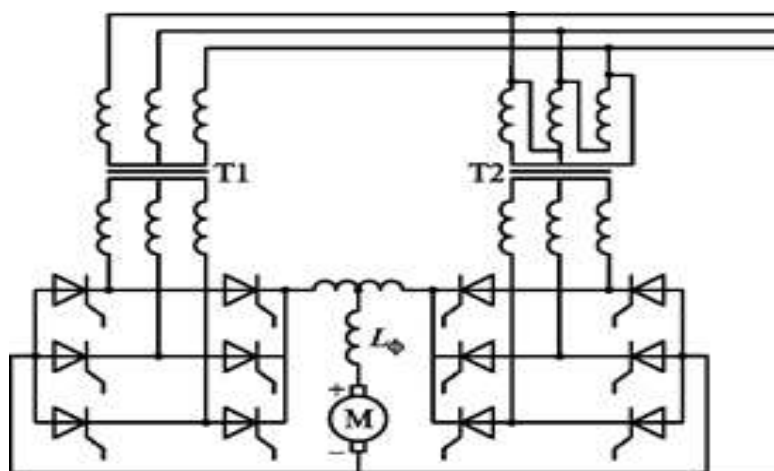
$$U_d = U_C / 0,427.$$

Ең жиі пайдаланылатын түзету схемалары (8.5-суретті қараңыз), сондай-ақ басқарылатын түрлендіргіштерде кеңінен қолданылады. Төменде осы түзету сұлбалары үшін ұсынылатын қуаттылықтардың шектік мәндері, кВт:

10-ға дейінгі бір фазалы көпір схемасы

Нөлдік үш фазалы схемасы 50 дейін

Үш фазалы көпір тізбегі (Ларионов схемасы) 3000-ға дейін



Сурет.8.13. Бақыланатын тиристордың жоғары қуатты тікелей ток трансформатор схемасы

3000 кВт-тан асатын қуаттылықтарда күрделі түзету схемалары пайдаланылады, мысалы, теңдеу реакторы бар үшфазалы көпір тізбегі. Бұл схема екі фазалы көпірлік тізбектерден тұрады, олардың фазалық кернеуі бір-біріне қатысты 30° фаза ауысады (трансформаторлардың орамаларының әр түрлі тізбектеріне байланысты) және жалпы жүктемеде жұмыс істейді (8.13-сурет). Бұл

схема ағымның импульстері оның шығарылымында минималды және он екі фазалық жүйеге сәйкес келетін артықшылығы бар. Осы себепті схема шартты түрде он екі фазалы деп аталады.

8.4.3. Айнымалы басқарылатын тиристор ауыспалы тоқты тұрақты токқа түрлендіргіш

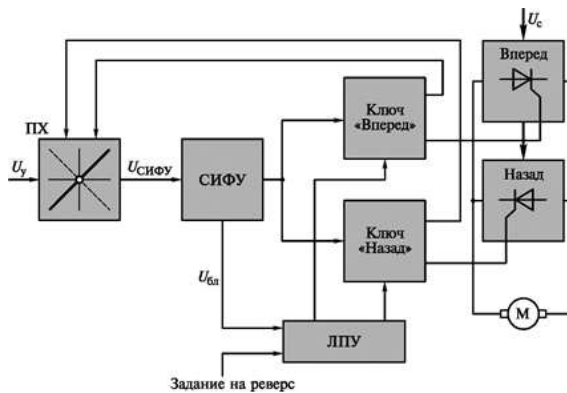
Сурет схемасына сәйкес жасалған түрлендіргішті басқаратын тиристор. 8.12 бір жақты өткізгіштігі бар, сондықтан қозғалтқыш арматурасының орамасындағы тұрақты токты оның бағытын өзгерте алмайды. Бұл ТП тұрақты ток қозғалтқышының қалпына келуіне жол бермейді және рецептивті тежеу мүмкіндігін жоққа шығарады (2.4 қараңыз). Қалпына келтіруге болатын тиристор түрлендіргіші түрлендіргішін жасау үшін шығу кезінде ток көздерінің әрқайсысымен бірге екі топтағы тиристорлар қолданылады. Қалпына келтірілетін түрлендіргіштегі тиристорлардың осы топтарын басқару:

- бір ғана тиристор тобы, бір уақытта жұмыс істейтін;
- тиристорлардың екі тобы бір мезгілде жұмыс істейтін біріккен;.

Айырушы түрлендіргіштегі тиристорлық топтардың жеке басқару нұсқасы күріш диаграммасымен ұсынылған. 8.14. Мұнда тиристор топтарына «Алға» және «Артқа» электрондық кілттері арқылы қосылған НРФУ бір жиынтығы қолданылады. Сонымен қатар, екі кілтті бір мезгілде қосу мүмкіндігі медициналық кәсіпорынның логикалық коммутациялық құрылғысы болғандықтан жойылады, әрбір сәтте осы кілттердің біреуін ғана ашуға бұйрық шығарады және бір мезгілде басқа кілтті қосуды қоспағанда, денсаулық сақтау мекемесіне бұғаттау сигналы беріледі.

Арматураның тізбегіндегі полярлықты ауыстыру үшін электр жетегіндегі төтенше жағдай туғызбаған жағдайда, схема электронды кілттерді ауыстыруды тек бұрын жұмыс істейтін тиристорлар тобы өшірілген кезде ғана қамтамасыз етеді. Осыны жүзеге асыру үшін схема құрылғыға ие - электронды кілттерден олардың жай-күйі туралы сигналдарды қабылдайтын тән қосқыш (PX).

Қозғалтқыш арматурасының ток бағытын өзгерту қозғалтқыштың қозғалтқыштың айналмалы бөліктерінде және механизмде сақталған қуаттың босатылуымен регенеративті тежеу режиміне көшуімен байланысты, айнымалы ток көзіне қосылады. Бұл әрекетті орындау үшін коммутацияланатын топ тиристор топтарын ауыстырғанда инвертор режимінде жұмыс жасайды (қозғалтқыштың арматурасының DC-ауыспалы түрлендіргішін электр қуатының айнымалы тоқына дейін). Қозғалтқыштың ЭМУ желінің кернеу шамасына дейін азайғаннан кейін ғана бұл тиристор тобы негізгі (түзету) режиміне өтеді, содан кейін қозғалтқыш кері айналады.



(СХЕМА

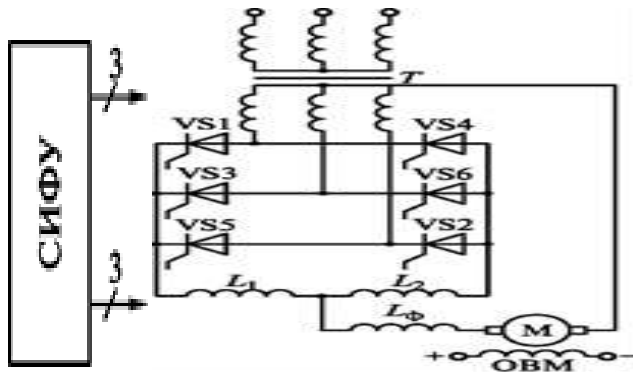
АУДАРЫЛМАГАН)

Сурет. 8.14. Қалпына келтірілетін тиристор түрлендіргішінің ағымдағы блок-схемасы

Суретте. 8.15 тристорлардың топтарын бірлесіп басқару арқылы үш фазалы түрлендірілетін ТП ең кең тараған схемасын білдіреді. Алты тристор үш тристордың екі тобын құрайды. Әрбір топ белгілі бір полярлықты қозғалтқыштың арматура тізбегінде түзетілген кернеуді қамтамасыз етеді. L1 және L2 шламдары тристорлар жиынтығы арасында теңдестірілген ағымдарды шектеуге арналған, олардың бірі түзеткішті және басқа инверторды қамтиды. Lf дроссели қозғалтқыштың арматура тізбегіндегі түзетілген тоттанудың көтерілуін азайтады. Қозғалтқышты қоздыру орамасы басқа (реттелмейтін) түзеткішке қосылады.

Кестеде. 8.2 DC электр жетектеріне арналған тиристор түрлендіргіштерінің кейбір серияларының техникалық деректерін көрсетеді.

Басқарылатын айнымалы ток түрлендіргіші мен тұрақты ток электр қозғалтқышы электр жетегінің қуат бөлігін құрайды. Тәуелсіз (параллель) қозу қозғалтқышы мен тиристор түрлендіргішінен тұратын жүйенің механикалық сипаттамасының теңдеуі «генератор-мотор» жүйесінің механикалық сипаттамасының теңдеуіне ұқсас. (8.1)], тек айырмашылығы бар.



Сурет.2.15.Айналып шығарылатын Тиристор DC конвертері

8.2. кесте

DC электр жетектері үшін тиристор түрлендіргіштері

тип	Мақсаты	Қуат көзі, V	Номиналды ректификацият ок, A	Ном кер
АТ, АТР	Тұрақты ток қозғалтқыштар тізбегіне арналған электр қуаты (Р - реверсивті) реверсивный)	220; 380; 6000; 10000	100 — 1600	
с Р _с о О <с <с	Автоматтандыры лған электржетек схемаларында жол-көлік апаратының якорь тізбектерін электрмен жабдықтауэлектродпривод	220; 380	6,3—50	

КТЭ	Металлургиядағы механизмдер үшін толық электр жетектер	380; 6000; 10000	100 — 1600	
ЭТРП	Металл кесетін машиналардың электр жетектері	380	10— 200	

EG генераторының ЭДС орнына, теңдеуде қолданылатын кернеу
 $\wedge C_p = \wedge \cos O.$

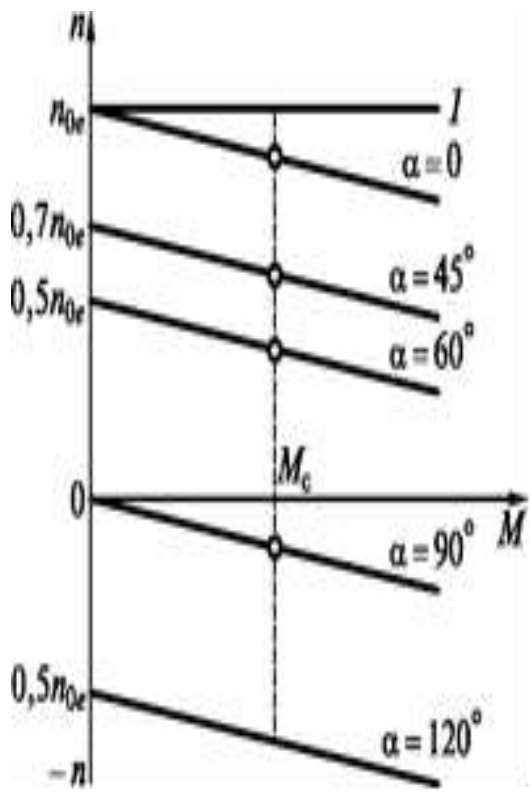
$$n = \frac{U_{CP} Q \cos \alpha^{M(R)} m n + R_M}{C_e M^{\Phi} M^C e M^C M M^{\Phi} M} = n_0 - \Delta n, \quad (8,7)$$

мұнда $R_{T.n}$ - тиристордың түрлендіргіштің ішкі қарсылығын білдіреді:

$$R_{T.П} = (x_2^{m/2n}) + R_2 + R_L > \quad (8.8)$$

x_2 және R_2 - индуктивті шашырау кедергісі және бастапқы орамның бұрылыстар санына дейін төмендеген трансформатордың қайталама орамасының белсенді кедергісі; m - көпір тізбегі үшін түзету схемасына байланысты фазалардың саны (8.12-суретті қараңыз) $m = 6$; R_L - тегістеу сүзгісінің кедергісі (дрессель).

Формуланың (8.7) формуласы триистордың түрлендіргішіне қосылатын қозғалтқыштың $n = f(M)$ механикалық сипаттамалары тік бұрышты А тұрақты мәнімен анықталады. Осу бұрышынан бастап, механикалық сипаттамалар ординат осінің бойымен төмен қарай жылжып, бір-біріне параллель болып қалады, демек



олардың қаттылығы өзгермейді (8.16-сурет). Жалғыз ерекшелік - бұл ординат осінің жанындағы шағын аймақ (суретте көрсетілмеген), онда олардың сипаттамалары олардың қаттылығын төмендету салдарынан сызықты емес. Бұл түзеткіштің шығысындағы токтың пульсациясымен түсіндіріледі. Бұл редуکتивті өндіруде, әсіресе түзетілген токтың жарқырауы айтарлықтай болатын бірфазалы түзету схемаларында көрсетілетін токтың пульсациясымен түсіндіріледі. Алайда, үш фазалы толық толқынды тізбек үшін (8.12 суретін қараңыз) бұл пульсациялар әлсіреді және іс жүзінде механикалық сипаттамалардың пішініне әсер етпейді. Дегенмен, бұл толқындардың ағымы пайда болады және олардың жағымсыз әсерін қозғалтқыштағы қозғалтқыштағы қосымша ысыраптардың пайда болуы мен оның тиімділігін төмендететін және қосымша қыздыруды тудырған кезде байқауға болады. Осы жағымсыз құбылыстардың азаюы қозғалтқыштың арматура тізбегіндегі L_r тегістеу сүзгісін қосу арқылы жеңілдетіледі.

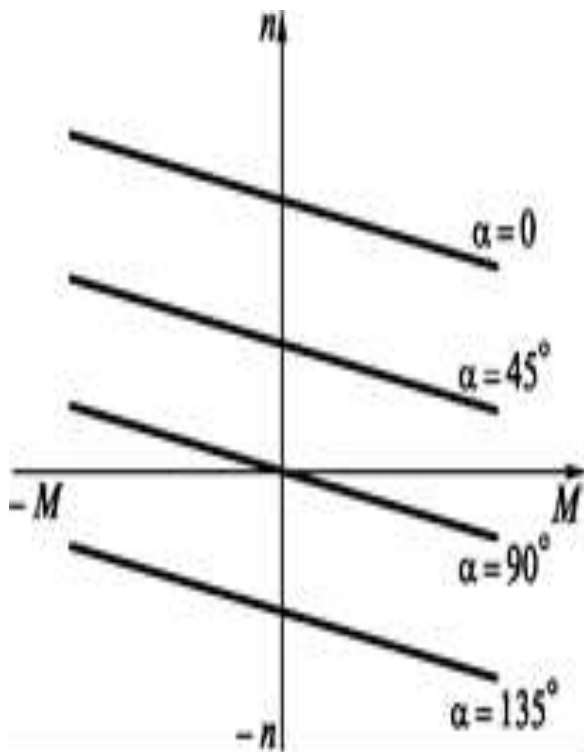
Тиристорлық конвертердің L_{ts} қозғалтқышының арматурасының болуы ТП-ДПТ жүйесінде қозғалтқыштың механикалық сипаттамаларын табиғи сипаттамасына қарағанда тұрақты ток желісінен (1-суреттегі 1-диаграмма) салыстырғанда қатаңырақ етеді,

Сурет. 8.16. Тұрақты ток электр қозғалтқышының механикалық сипаттамалары

Басқару бұрышында $\alpha = 90^\circ$, кернеу $i_{sp} = 0$ және мотор динамикалық тежеу режимінде жұмыс істейді. Басқару бұрышын одан әрі ұлғайтқанда ($\alpha > 90^\circ$) түрлендіргіш режиміне өтеді. Егер, екінші жағынан, белсенді статикалық жүктеме моменті қозғалтқышқа әсер етсе, мысалы, көтеру құрылғысының кабелінен алынатын жүктің салмағы, онда қозғалтқыш білігі осы статикалық крутяцияның әрекет етуімен алдыңғы (-N) керісінше бағытта айнала бастайды. Осындай жағдайларда қозғалтқыш генераторлық режимге түседі және оны түрлендіргіш режимінде жұмыс істейтін тиристор түрлендіргішіне өндіретін тұрақты ток ток көзіне айналдырылып, айнымалы ток желісіне қайта оралады. Осылайша, регенеративті тежеудің режимі пайда болады (графика 8.16-те $\alpha = 120^\circ$).

Айнымалы түрлендіргішпен жұмыс істеген кезде тұрақты ток қозғалтқышының механикалық сипаттамалары координат осінің барлық төрт квадранттарында орналасады және күріш көрсетілген. 8.17. Бұл жағдайда өздігінен тежеу режимі мүмкін, ол қозғалтқыштың еркін қозғалуын шектеу үшін пайдаланылады.

Тиристордың түрлендіргіштің және тұрақты ток қозғалтқышының



бірлескен
жұмысының
артықшылықтары
мыналарды
қамтиды:
жиіліктерді
басқарудың кең
ауқымы
қозғалтқыш
айналуы;
механикалық
сипаттамалардың
желілік және
қатаңдығы; жоғары
тиімділік, жинақы
орнату және жоғары
сенімділік,
қарапайым
техникалық қызмет
көрсету. Жүйенің
кемшіліктері:
кернеудің
пульсациясы және
қозғалтқыштың
щеткалық

контактісінің жұмысына теріс әсер ететін арматура ағымы (әсіресе бір фазалы электрмен қамтамасыз ету); қуат факторын азайтудың $\cos \varphi$ орнату, басқару бұрышының төмендеуіне байланысты. Кейбір жақындаған кезде $\cos \varphi \sim \cos \alpha$ қабылданады.

Сурет. 8.17. «Тиристорлық түрлендіргіш – тұрақты ток қозғалтқышы» реверсивті жүйенің механикалық сипаттамалары

Жылдамдығы бойынша, тиристорлық түрлендіргіштер электрлік түрлендіргіштерге қарағанда әлдеқайда жоғары. Егер «генератор-қозғалтқыш» жүйесінде электромагниттік уақыт константасы секундтан оннан бірнеше секундқа дейін болса, онда электромагниттік уақыт константасы екінші секундтан аспайды.

«Тиристордың түрлендіргіш-қозғалтқышы» жүйесі қазіргі уақытта қуатты кең ауқымда қолданылатын реттелетін тікелей ток электр жетегінің басты түрі болып табылады: металл кесетін станоктар мен көтергіш құрылғылардың үлкен диірмен диірмендеріне дейін.

8.5. Айнымалы тоқтың жартылай өткізгіш жиілік түрлендіргіштері

Асинхронды қозғалтқыштардың жиілігін реттеу үшін айнымалы ток агрегаттарының қуат бөлімінде (3.6.3 кара), жартылай өткізгіш

жиілік түрлендіргіштері қолданылады. Бұл түрлендіргіштердің негізі тиристорда немесе транзисторда орындалатын инверторлар.

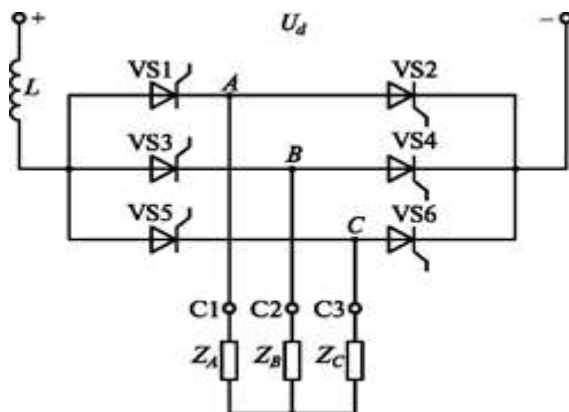
Егер басқарылатын тиристорларда шығыс кернеуін реттеу кезінде басқару бұрышы α 0-ден 90° аралығында өзгерсе, онда тиристорларда територлар басқару бұрышын 90° -дан 180° -ге дейінгі ауқымда өзгерту арқылы бақыланады. Жартылай өткізгіш АТ жиілік түрлендіргіштері екі топқа бөлінеді: тұрақты ток байланысымен және автономды (тәуелсіз) түрлендіргішпен жиілік түрлендіргіштері; тікелей қосылыстары бар жиілік түрлендіргіштері.

8.5.1. Тұрақты токтың қатары мен дербес түрлендіргіш арқылы жиілікті ауыстыру

Асинхронды қозғалтқыштардың жиіліктік бақылауына арналған ең үлкен қолданба ИҚ-ның жиіліктік түрлендіргіштерімен, бақыланатын түзеткіш НС және автономды инвертордан тұратын АИ-дан алынған.

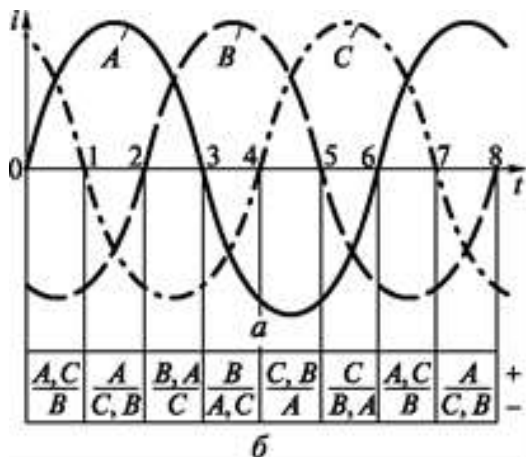
Берілген жиіліктің үш фазалы айнымалы ток жүйесіне тікелей ток айырбастау мүмкіндігі үшфазалы көпірлі контурға қосылған алты тиристорда жасалған автономды түрлендіргіш мысалында көрсетіледі. Тұрақты кернеу U_d дроссель сүзгісі арқылы сүзгіштің кірісіне қолданылады (8.18-сурет). VS1, VS3 және VS5 тиристорлары анодтық топты құрайды, себебі түйін нүктесі тиристор анодтарын байланыстырады, ал VS2, VS4 және VS6 тиристорлары катодты топты құрайды, себебі олардың түйін нүктесі тиристор катодтарын байланыстырады. Анодтық тобының тиристорлары арқылы өтетін ағымдар оң, ал катодты топтың тиристорлары арқылы өтетін ағымдар теріс болып саналады. Инвертордың шығуына қысқа тұйықталу роторымен үш фазалы асинхронды қозғалтқыш кіреді. ZA, ZB және Zc кедергісі бар осы қозғалтқыштың стататорының фазалы орамдары «жұлдыз» арқылы қосылады.

Түрлендіргіштің шығуында синусоидалы токтардың симметриялық үшфазалы жүйесін алу қажет, оның кестесі 8,19-суретте көрсетілген, а.



Сурет 8.18. Тұрақты ток желісінен жұмыс істейтін дербес инвертор схемасы

Уақыт осі t кезінде сақталған 0-1 аралығындағы A және C фазаларының токтарының позитивтері болуы тиіс, ал фазада теріс B тотығы (сурет 8.19, б) болуы керек. Өткізгіштің тізбегінен (8.18-суретті



қараңыз), бұл 1, 4 және 5 сандары бар тиристорлар көрсетілген уақыт аралығында 0-1 болғанда мүмкін болады (сур.8.19.)

Қозғалтқыштын фазалық орамасындағы токтардың бағыттары 0-ден 1-ге дейінгі уақыт интервалында көрсетілген. 8.20: A және C фазасындағы токтар оң болады, өйткені олар нөлдік нүктеге бағытталған, ал B фазасындағы ток теріс

болып табылады, себебі ол нөлдік нүктеден шығып кетеді. Бұл жағдайда $IB = 1A + 1C$.

Ашық тиристорлардың нөмірлері

1,4,5 1,4,6 1,3,6 2,3,6 2,3,5 2,4,5 1,4,5 1,4,6		
1 2		1
4		4 I
3		
5	6	
	5	
1 6		

(сур. 8.21, а) айтарлықтай синусоидалды болып табылатын ағымдағы орташа мәнін алуға болады.

$$\begin{array}{c} 0-1 \\ \underline{Cl^z a. C2 Cl JZ} \\ o-II-oo-| \end{array}$$

1-2

2-3

$$\begin{array}{c} {}^z b C2 Cl - Zc C3 \\ \underline{C3^z c ZZI} - o \quad o - | {}^z c C3 C2 . {}^z b ZZI \\ o - \underline{II} - o \text{ «НИ} \end{array}$$

3-4

4-5

5-6

$$\begin{array}{c} Cl Zk^z b C2 Cl^z a \\ o - C2 Cl_1 m - o ZZI - o^\circ - Zc C3 \\ o - c ZZI \end{array}$$

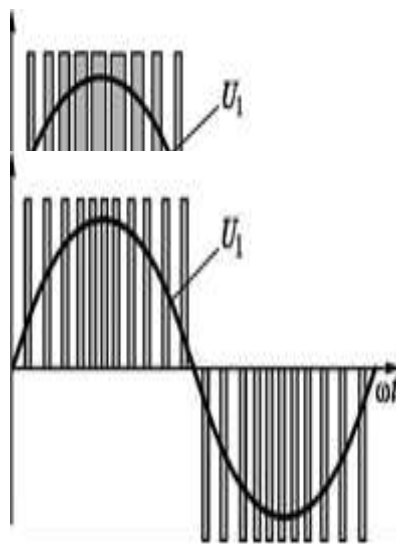
$$\begin{array}{c} C3^4 c C3 C2 \\ m - o \quad o - c \end{array}$$

Сурет 8.20. Қозғалтқыштың фазалық орамасының токтарының бағыты инвертор жұмысының әр түрлі кезеңдерінде (8.19 суретті қараңыз)

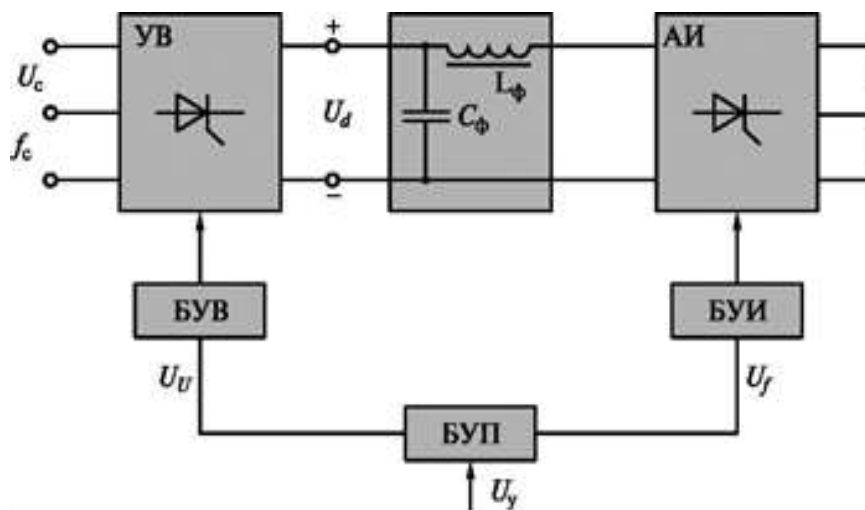
Мұндай әдіс импульстік модуляция (PWM) деп аталады. Бұл импульс ұзақтығы тұрақты болып қалады, қашан, импульс жиілігі модуляция (PFM) ретінде болады, бірақ аралықтарды Санағыш, м өзгереді. Е. импульсінің, жиілігі

Шындығында, түрлендіргішті пайдалану кезінде жүретін процестер әлдеқайда күрделі. Бұл процестерді басқарып, түрлендіргіштің шығуындағы жоғары гармониканың әлсіреуіне әсер етуі мүмкін. Мәселен, егер сіз төмендегілердің әрқайсысының енін өзгертсеңіз. Тұрақты жиіліктегі басқа ток импульсінің орташа мәні синусоидалы дерлік болады (сурет 8.21, а). Мұндай әдіс импульстік модуляция (PWM) деп аталады. Бұл импульс ұзақтығы тұрақты болып қалады, қашан, импульс жиілігі модуляция (PFM) ретінде болады, бірақ аралықтарды Санағыш, м өзгереді. Е. импульсінің, жиілігі (Сурет 8.21, б).

Суретте. 8.22 DC байланысымен жиіліктегі түрлендіргіштің функционалдық диаграммасы. НС бақыланатын түзеткіш қуатын алады үш фазалық желі f жиілігінің V_k кернеуі бар және конверсия нәтижесінде U_d тұрақты кернеуі оның шығуында құрылады. Сүзгі Φ ,



демпфер сф және дроссель bf осы кернеу тегістейді, яғни. Т гармоникалық компоненттерін ішінара жояды. Тұрақты түрлендіргіште бұл тұрақты кернеу F1 жиілігінің U1 қажетті фазалы айнымалы кернеуге айналады. Конвертерді сур. 8.21. Конвертердің инверторлы басқару блогында қолданылатын модуляция түрлері



Сурет. 8.22. Тұрақты тоқтың байланысымен жиіліктегі түрлендіргіштің функционалдық диаграммасы

Конвертор басқару блогының түрлендіргіштерінде қолданылатын модуляция түрлері, олардың кірісі үйдің басқару сигналымен берілген. Ол, не автоматтандырылған *elektroprivo-da* жүйесінен келіп немесе RP потенциал жасаған. *na-ptyazhenie* және жиілігі - Бұл сигнал жиілік түрлендіргіші шығуда параметрлерін анықтайды. шығыс параметрлері қажет U1 және F кезінде жасау, U№ бірлігі ТӨБ оның шығу зауытында АИ *inver-tora* жұмысын бақылайды қажет тікелей кернеу U_d , және U_f сигнал құру, соққы толқыны түзеткішті жұмысын бақылайды, ол арқылы сигнал: ЖБТ шығуда екі бақылау сигналдарды жасайды мәндер

Жетектің шығысындағы f және U_1 кернеуі арасындағы қажетті қосылыс оның параметрлері бойынша реттеледі: басқару үшін қабылданған режимдер: тұрақты қуат режимі, тұрақты крутящий режим және т.б. (3.6.3 қара).

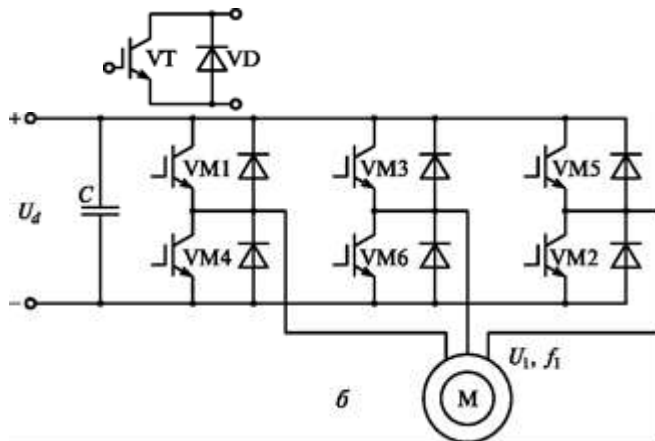
Термисторлық жиілік түрлендіргіштері тұрақты ток байланысымен асинхронды қозғалтқыштардың номиналды мәннен жоғарылауы немесе төмендеуі жолында кең ауқымда айналу жиілігін біркелкі өзгертуді қамтамасыз етеді. Алайда, номиналды құны (50 Гц) жоғары қарай АС жиіліктер кезінде, статор орамасының кернеуі номиналды *znache-niya*, Т аспауы тиіс. Е. қозғалтқыш жылдамдықты

бақылау осы жағдайда ғана өзгеруі болып табылатын айнымалы токтың жиілігі.

Тұрақты ток байланысымен түрлендіргіште пайдаланылатын жалғыз инверторлар ток түрлендіргіштің және кернеу түрлендіргіштің схемасына сәйкес орындалуы мүмкін. Жиілік түрлендіргіштерде автономды АІТ ток инверторы бар, қозғалтқыш қасиеттерінде жұмыс істейтін реттелетін параметрлер статор жиілігі және статор ток болып табылады, і.е. АІТ ағымдағы көздің функциясын орындайды. Мұндай инвертордағы сүзгі үлкен индуктивті пайдаланады.

Автономды түрлендіргішпен жиілікті түрлендіргіштерде АИН кернеулері жиілік пен кернеу сияқты мотордың қасиеттеріне әсер ететін параметрлермен бақыланады. АИН кернеу көзінің функциясын орындайды. Мұндай түрлендіргіште сүзгі ретінде конденсатор қолданылады. Ең бастысы, негізгі режимде жұмыс істейтін жартылай өткізгіш модульдерде орындалатын электр жетектеріне арналған автономды кернеу инверторларына арналған отандық және шетелдік жиіліктегі түрлендіргіштердің соңғы жетістіктеріне ие болды.

Мұндай VM модулі окшауланған қақпағы бар VD және биполярлы транзистордан тұрады VD (8.23, а). Күш модульдеріндегі автономды кернеу түрлендіргіштің қуат бөлігінің тізбегі сурет. 8.23, б. Мұнда автоматты кернеу түрлендіргіші U_d тұрақты кернеуімен бақыланатын немесе бақыланбайтын түзеткіштен, немесе автономды және тұрақты ток кернеуінің қосқышынан қуатталады. Сұйытқыш C тегістеу сүзгісінің функциясын орындайды. егізгі модульдердегі диодтар желідегі кернеу бағытына қарама-қарсы бағытта болған кезде, желідегі қуатты қайтаруға арналған, ол белсенді реактивті жүктеме жағдайында болады. АИН шығуындағы үш фазалы кернеу жиілігін реттеу негізгі модульдердің коммутация жиілігін өзгерту арқылы жүзеге асырылады. Импульстің ені модуляциясы (PWM) АИН шығуындағы айнымалы кернеудің пішінін жақсарту үшін қолданылады. Ағымдағы сериядағы тұрақты ток байланысымен жиілікті түрлендіргіштер энергияны үнемдеу функциясымен толықтырылады.



Сурет 8.23. Биполярлы транзистордың және кері нұсқалардың негізгі модулінің схемасы диод (а) және автономды кернеу түрлендіргіштің қуат тізбегі, осы модульдерде орындалады (б)

Қуат үнемдеу режимінде жұмыс істейтін, мұндай жиілік түрлендіргіш электрон-торпівода жүктеме азаяды, егер түрлендіргіштен шығу кернеуі берілген жүктеме үшін ең төменгі рұқсат етілген мәніне дейін төмендейді, электр ток тұтынатын қуатты бақылайды және. Бұл шығындарды азайту және электронды-тиристор тиімділігін арттыруға көмектеседі. Қуат үнемдеу функциясы айнымалы жүкпен жұмыс, электр жетектері ең тиімді болып табылады. Бұл жағдайда энергия үнемдеу 50% дейін болуы мүмкін .-

Мысал ретінде, сорғылардың, желдеткіштердің, компрессорлардың, бұрғылаудың, кеме бортының және асинхронды қозғалтқыштарды ақырлы торлы ротормен қолданатын басқа да механизмдердің айналу жылдамдығын реттеуге арналған «Әмбебап» сериясындағы ИФ-ның жиілік түрлендіргіштерін қарастырыңыз.«Әмбебап» түрлендіргіштер 0,55-тен 160 кВт-қа дейінгі қуат диапазонында өндіреді. Олар мыналарды қамтамасыз етеді: шығыс кернеуін 0,05-ден басқаға реттеу және осы кернеу жиілігін реттеу 2-ден 512 Гц; айналу жылдамдығын реттеу жиілігі 1: 10 жылдамдығын кері байланыспен қамтамасыз ету үшін кері байланыссыз және 1:30 дейін электр жетектерінде жұмыс істейді (11-тарауды қараңыз).

Суретте. 8.24 - түрлендіргіштің негізгі элементтері көрсетілетін блок-схема.

Басқару тетіктерінің НС және автономды түрлендіргіш АИ блоктарынан басқа, түрлендіргіш ТК ток трансформаторлары мен кернеу трансформаторы теледидарының кешенін қамтиды. Осы құрылғыларды шығарудан сигналдар автономды түрлендіргіштің және М қозғалтқышының ағымдағы жүктемесі туралы ақпаратты

тасымалдайтын басқару құрылғысының басқару блогына жіберіледі, онда қозғалтқыш жүктемесіне сәйкес басқару сигналдары жасалады. Бұл түрлендіргішті энергияны үнемдеу және қорғаныс функцияларымен қамтамасыз етеді, сондай-ақ қозғалтқышты іске қосу токтарының белгіленген мәндерімен жұмсақ іске қосуды қамтамасыз етеді. Басқару блогының басқару блогымен жасалынған сигналдар түрлендіргіштің кірісіне келіп, оңтайлы жұмыс режимін құруға мүмкіндік береді. Басқару блогы қосымша мүмкіндіктерді қамтамасыз ететін компьютерді қосуға мүмкіндік береді, атап айтқанда, технологиялық бағдарламаға сәйкес түрлендіргішті пайдалану.

Қазіргі уақытта сала көптеген жиіліктер түрлендіргіштерін шығарады, бұл әр нақты электр жетегі үшін техникалық және экономикалық көрсеткіштер үшін конвертердің ең ұтымды нұсқасын таңдауға мүмкіндік береді.

Жиілік басқарумен асинхронды қозғалтқыштың жұмыс істеуі минималды жылдамдықпен қозғалтқыштардың өзін-өзі желдетуді салқындату жағдайында нашарлаумен шектеледі, оған қуаты 300 кВт-қа дейінгі күшті индукциялық қозғалтқыштар жауап береді.

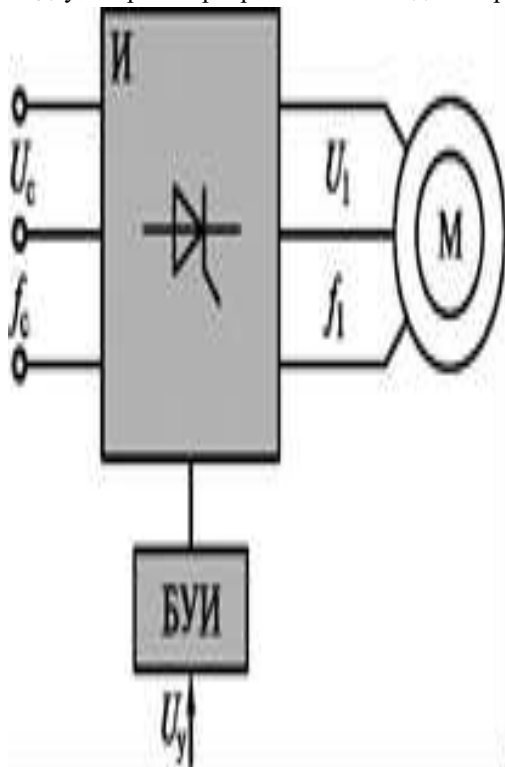
Қазіргі уақытта DC түзеткіштермен жабдықталған ИФ-де қолданылған, координат осінің барлық төрт штатындағы айнымалы ток қозғалтқышының жұмысын қамтамасыз етеді, яғни электржетектің барлық жұмыс режимдерін және тежеуді жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Асинхронды қозғалтқыштар инверторлармен бірге жоғары техникалық және экономикалық параметрлермен, сенімділікті, орнатуды, баптауды және техникалық қызмет көрсетуді жеңілдетуді қамтамасыз ететін көтергіш машиналардың, бұрғылау қондырғыларының, металл өңдеу машиналарының, роликті фабрикалардың және т.б. Сексель торлы роторлы асинхронды қозғалтқыштарды іске қосу, дискімен бірге жұмыс істейтін, тегіс, кенеттен соққысыз, және, демек, үнемді. Мұндай жиілікті түрлендіргіштермен жабдықталған электр жетектеріне қорғау құрылғылары қажет емес (8.7 қараңыз).

8.5.2. Тікелей байланысы бар жиілікті түрлендіргіштер

NPC тікелей байланысқан жиілік түрлендіргіштері айнымалы ток желісінен жұмыс істейді. ӨСБ кернеу мен жиілік бойынша үш фазалы айнымалы ток желісіне қосылған. U_1 кернеуі мен НПЧ шығуындағы жиілік f_1 түрлендіргіштің басқару блогына жіберілетін басқару сигналымен реттеледі (8.25-сурет). Осындай түрлендіргіштің қуат бөлігінің жеңілдетілген диаграммасы күріш. 8.26. Инвертордың әр фазасындағы I және II тиристорлар тобы (фигурадағы бір фазаның тобы сызылған сызықпен қоршалған) қарсы параллель схемаға қосылған. Бұл жағдайда әрбір фазаның кернеуінің оң жарты толқыны I тиристорлар тобы арқылы қалыптасады және осы кернеудің теріс жарты толқыны II-топтағы тиристорлардан құралады.

Тристорлық топтардың бір мезгілде басқарылуымен олардың арасындағы лездік кернеу мәндерінің теңсіздігінен туындайтын теңдестірілген ток, теңдеуші реакторлармен шектеледі. Тиристорлық топтардың жеке

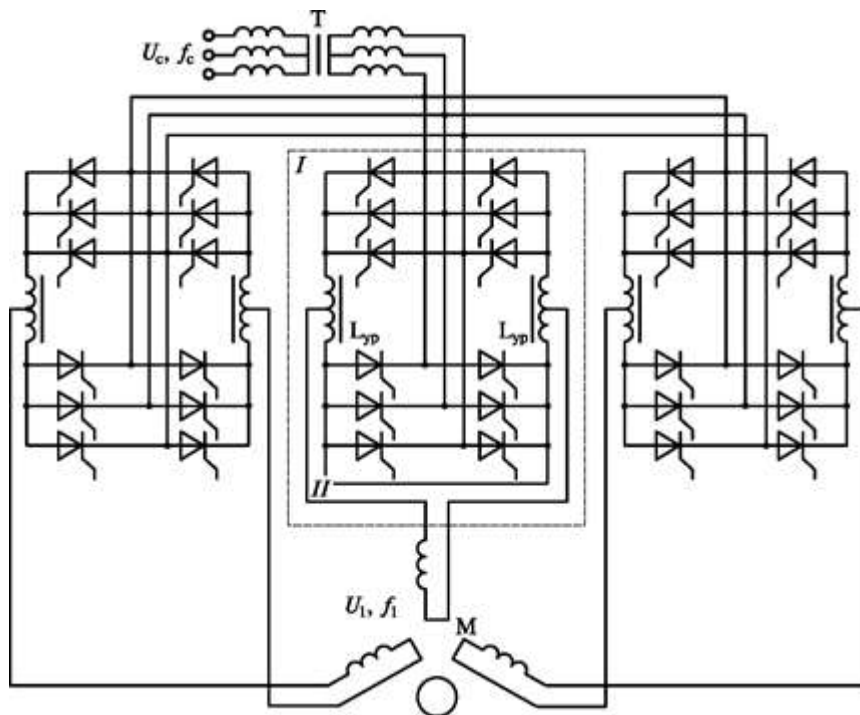


бақылауымен теңдестірілмеген ағымдар жоқ және ешқандай шиеленіс жоқ дық. Алайда, басқару схемасы күрделене түседі.

Тікелей байланысқа ие жиіліктер түрлендіргіштері аралық тұрақты ток көзі бар түрлендіргіштерге қарағанда қарапайым және арзан, бірақ олардың жұмысының ерекшелігі жиіліктің реттелуін 0-ден 20 Гц аспауға мүмкіндік береді. NPC шығуындағы айнымалы токтың жоғары жиілігінде, синусоидалы емес кернеу соншалықты маңызға ие, бұл электр қозғалтқышында үлкен шығындарға және электр жетегінің қалыпты жұмысының ықтимал ақауларына әкеледі. Бұл

сипат реттелетін АТ-дискісінде NPC-ді пайдалануды шектейді.

Сурет. 8.25. Жиілік түрлендіргішінің функционалдық диаграммасы



Сурет. 8.26. Жиілік түрлендіргіштің тізбектің тікелей бөлігіндегі күш бөлігі қосылу

8.6.Тиристор кернеуінің реттеушісі

Қысқа тұйықталған роторлы үшфазалы асинхронды қозғалтқыштардың айналу жылдамдығын реттеу кезінде статор орамасына қолданылатын кернеу TRN тиристорлық кернеу реттегіштерін қолдану арқылы қолданылады (3.6.4 қара). Бұл реттегіштің қуат бөлігінде алты тиристор бар (әр фазада екеуі), керісінше параллель схемада (8.27-сурет), ол екі жартысы бойы ағымды ағымды қамтамасыз етеді (бір тиристор арқылы оң жарты цикл, ал теріс - екінші арқылы, қарсы).

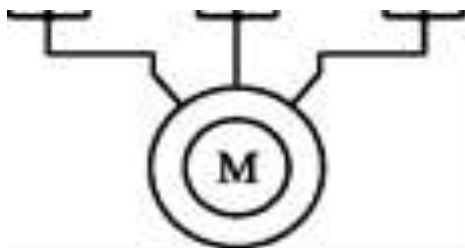
Электр импульстарды TRN фазалық ығысуы өндірілетін шығыс кернеу реттеу автоматты бақылау жүйесінің қалаған бақылау бұрышы α , U_{Y} predeterminable сигнал басқару үшін әрбір фазада тиристорлар бақылау электродтар үшін импульстік жүйесі фазалық реттеу IFSB алынған. $\alpha = 0^\circ$ бақылау бұрышы, егер, ROP шығу кернеуі (Тиристорлық кернеу түсуі нөлге айтарлықтай тең) кірісінде кернеу іс жүзінде тең. бақылау бұрышы $> 0^\circ$ U_2 СТН шығыс кернеуі төмендейді кезде.

TRN схемасы триисторлардың орнына екі жақты ағыммен қамтамасыз етілсе, триацтерді пайдалану оңайырақ. Сонымен қатар,

NRFU схемасы бақылау арналарының санын азайту арқылы жеңілдетіледі.

Айналып өтілетін СТН құру үшін параллель қосылған және өшірілген бес жұп тиристорды қолдану қажет. Мұндай TRN ротордың айналу кезіндегі кез-келген бағытта асинхронды қозғалтқышты іске қосуды, реверсивті, тежеуді қамтамасыз етеді (бұр. 3.3.3). Реверсивті TRN бақылау SIFU импульсінің көмегімен жүзеге асырылады, оның схемасы тиристорлық бақылау каналдарының саны бойынша 10-ға көбейтілген күрделі. Қозғалтқыш роторын бір бағытта («Алға») айналдыру үшін басқару пульстары А, В және С фазаларында бірінші, үшінші және бесінші жұптар триисторларын ашу үшін қолданылады –

\UyJ I L
СИФУVS2 rhvS4VS6
V 2IV 2IV 2I
VS1YS3VS5



Сурет. 8.27.Айнымалы емес тиристорлық
АС кернеу реттегіші

Бұл жағдайда екінші және төртінші жұптардың тиристорлары құлыпталуы керек (8.28-сурет). Бұл жағдайда қозғалтқыштың статор орамдарына а, b, с фазалық ретіндегі кернеу қолданылады.

Қозғалтқыштың қозғалтқышын ауыстыру үшін, яғни қозғалтқыш роторын басқа бағытқа («Артқа») айналдыру үшін басқару импульстерін бірінші, екінші және төртінші тиристор жұптарына қолдану керек, ал үшінші және бесінші буындардың тиристорлары құлыпталуы керек. Енді TRN шығу кезінде кернеу (қозғалтқыштың кірісінде) а, с, b фазаларының тізбегі болады.

Қозғалтқыштың динамикалық тежеуі үшін (3.3.2-ні қараңыз) резистор электр тізбегінде қолданылған, барлық қозғалтқыштық режимдерде бұл резистор бірінші топтағы тиристорлардан шағылысады, сондықтан ол қозғалтқыштың жұмысына әсер етпейді. Егер қозғалтқыш роторын «Алға» бағыты бойынша айналдырғаннан кейін, динамикалық тежеу режимін жасау қажет болса, онда бірінші жұптың тиристорлары жабылуы керек, содан кейін резистор Lt тоқтауы тоқтайды, ал 3 және 5 жұптардағы жұптың қарсы бағытының резисторлары жабылады. Бұл жағдайда В және С фазасындағы тиристорлар түзеткіш ретінде жұмыс істейді (екінші және төртінші жұптардың тиристорлары жабық).

Тристорлардың осы күйінде DC тежегіш тогы қозғалтқыштың статор орамдары арқылы өтіп, оның шамасы резистор R_m (шектеу) арқылы шектеледі (8.28-суретті қараңызшы схеманы 3.8, а) динамикалық тежеуіш контурымен салыстыру. ТРН-ның негізгі кемшілігі - негізгі синусоидалды құрамдас бөліктерден басқа, қозғалтқыштағы шығындардың ұлғаюына және оның тиімділігін төмендетуге мүмкіндік беретін жоғары гармоникадан басқа, синусоидалы емес кернеу. Регуляторлардың шығысындағы бұл кернеудің пульсациясын азайту үшін әр фазаға дроссельдік сүзгілер қосылады.

Статистикалық орамаға TRH тиристор реттегіш көмегімен кернеуді өзгерту арқылы индукциялық қозғалтқыш жылдамдығын реттеу кезінде қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары сурет. 3.22. Алайда, 3.6.4-тармақта көрсетілгендей, айналу жылдамдығын реттеудің бұл жолы айналдыру жылдамдығын «төмен» номиналдықтан өзгертуге мүмкіндік береді. Бұл индукциялық қозғалтқыштың жылжуын арттырады, демек, шығындар жоғарылайды. Ерекшелік - бұл желдеткіштің жүктемесі бар жұмыс тетіктерінің электр жетегі, онда М-қарсылықтың статикалық сәті айналу жиілігінің квадратына пропорционалды (3.21-суретті қараңыз). Бұл төмен жылдамдықта тұрақтылықтың статикалық сәтіне сәйкес келеді, демек, тұтынылатын шағын ток. Осындай жағдайда тиристор кернеуін реттегішті қолдану негізделген.

8.7. Айнымалы жинақтағыш дискілерді қорғау құралы

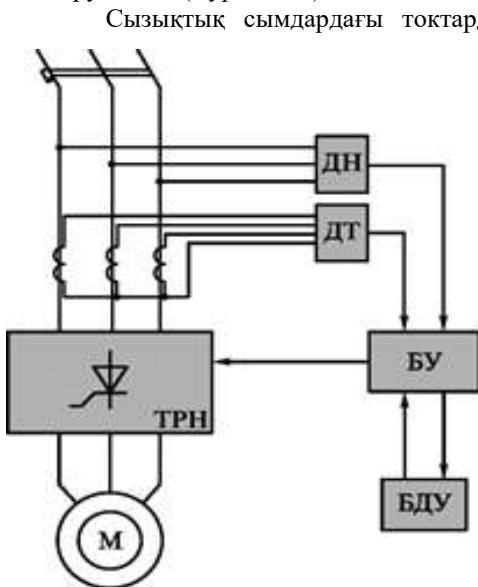
Тиристордың кернеуінің реттегіштерін ең көп пайдалану АС электр жетегінің өтпелі режимдерінде іске қосылды: іске қосу, тежеу және кері айналдыру. Қысқа тұйықталған роторлы және синхронды қозғалтқыштары бар асинхронды қозғалтқыштардың негізгі тиімсіздігі айтарлықтай бастауыш ток болып табылады. Бұл нақты қозғалтқышқа да, желіні азықтандыруға да кері әсер етіп, кернеудің айтарлықтай ауытқуына әкеледі. Бұл қозғалтқыштармен электр жетектерінің бастапқы қасиеттерін жақсартудың тиімді құралы «жұмсақ стартер» деп аталатын қауіпсіздік құралдарын (ZPU) пайдалану болып табылады. ZPU-дың негізгі элементі кернеудің тиристорлық реттегіштері болып табылады. Қорғаушы-қосқыш құрылғылар:

- Қозғалтқышты қозғалтқыштың өзі және басқару механизмі механикалық әсерлерден басқа, іске қосу және тоқтату;
- қозғалтқыштағы іске қосу токтарының санын азайту және, осылайша, осы желіге кіретін басқа тұтынушылардың жұмысын бұзатын желіде айтарлықтай кернеудің төмендеуіне әкелуі мүмкін желілердегі кенет кернеулердің пайда болуын болдырмайды;
- қозғалтқыштың жылу әсерін азайту, және sledovatel'но, оның жұмыс істеу сенімділігін арттыру;

- Гидравликалық сорғылардың электр жетектерін пайдалануда үлкен маңызы бар қозғалтқышты біртіндеп тоқтатыңыз, себебі ол газ құбырында күтпеген қысымның туындауын болдырмайды және қайтарылмайтын клапанның жұмысын тігу;
- іске қосу процесінде де энергияны үнемдейтін әсер алу
- гатор және оның жұмыс процесінде; Соңғы фактіні түсіндіреді,
- төмен қозғалтқыштың жұмыс уақытында,
- Олар қозғалтқыштың кернеуін азайта алады,
- қозғалтқыштың қуат коэффициентін жеткілікті деңгейде сақтайды және шығындарды азайтады.

Қорғаушы құрылғылар, олардың тізіміне қосымша, қорғаныш қасиеттеріне ие: шамадан тыс және қысқа тұйықталудан, үзілістен және фазалардың «бұрмалануынан», желіде кернеудің елеулі ауытқуынан, фазалардың тәртібіндегі үзілістерден және іске қосуды кешіктіруден сақтайды.

Ең қарапайым жағдайда қорғаныс-қосу құрылғысы TRN АС-ның тиристор кернеуінің реттеушісі, БУ басқару блогы, BDU қашықтан басқару блогы (Сурет 8.29).



Сызықтық сымдардағы токтардың нақты шамалары туралы ақпарат ток трансформаторлары арқылы сызықты сымдарға енгізілген ДТ ток сенсорларынан басқару блогының басқару блогына жіберіледі және кернеу сенсорларынан қашықтан басқару пультіне кернеу шамасы мен симметрия туралы ақпарат беріледі.

Осы ақпаратты жалпылау нәтижесінде басқару сигналын басқарушы блоктан басқару қондырғысынан СТН реттеушісіне жеткізіледі, ол статор орамасында, М - нақты жүктеме үшін оңтайлы

кернеу. Егер қоректену кернеуінің ауытқуы рұқсат етілген мәннен асып кетсе немесе фазаның сәтсіздігі байқалды немесе әлі де төтенше жағдай орын алса, онда М қозғалтқышы желіден ажыратылады. Айнымалы электр жетектерінде қолданылатын қорғаныш құралдарын қарастырайық.

Сурет. 8.29. Қорғайтын құрылғының функционалдық диаграммасы

TRN - тиристордың кернеу реттегіші; ND - кернеулі датчиктер; DT - ток сенсорлары; BU - басқару блогы; BDU - қашықтан басқару блогы

ДМС сериясын біртіндеп іске қосу құрылғылары. ДМС сериясының біркелкі іске қосу құрылғылары жоғарыда аталған қасиеттерге ие. Белгілі іске қосу және тоқтату жағдайлары үшін барлық қажетті параметрлер пернетақтаның жұмсақ стартеріне енгізіледі және сұйық кристалды дисплейде көрнекі түрде көрсетіледі. Жұмыстың күйі және ықтимал ақаулықтар төрт LED индикаторларында белгіленеді. ДМС сериясының жұмсақ бастауыштары 380 В кернеуінде 7,5-тен 400 кВт-ға дейінгі қуаты бар асинхронды қозғалтқыштарды біркелкі іске қосу үшін әзірленген. LCA сериясының жұмсақ бастауыштарының техникалық деректері Кесте. 8.3.

УПР1 сериясындағы тиристорлық жұмсақ стартер технологиялық жабдықты басқару жүйелеріндегі операциялық шығындарды төмендету үшін жұмыс машиналарының электр қозғалтқыштары мен механикалық бөлшектерінің қызмет мерзімін едәуір арттыруға мүмкіндік береді. УПР1 сериясының құрылғылары мыналарды қамтамасыз етеді: реттелетін ұзақтығы бар қозғалтқышты біртіндеп іске қосу, кері бұру және тоқтату; электр жетегінің өтпелі режимдеріндегі ток шектеуі; электр жетегі мен жұмыс станоктары механикалық жүйесінде «щеткаларды» жою; шамадан тыс жүктемелер, қысқа тұйықталу тізбектері, фазалық қателіктер және т.б. кезінде электр қозғалтқышын толық қорғау.

- УПР1 сериясындағы жұмсақ стартердің негізгі қасиеттері:
- кернеу 50 Гц жиілігі $I_{ном} = 380$ В -ке тең емес;
- Шығу кернеуінің реттеуі 0,1 ден $I_{ном}$ атауына дейін;
- 0,5-тен 20 с дейін бастау уақытын реттеу диапазоны;
- кешіктірілген тоқтау ұзақтығын 1-ден 10 сек-қа дейін реттеу;

8.3.кестесі

ДМС сериясының жұмсақ бастаушыларының техникалық деректері

Өлшемі	Мотор қуаты, кВт	Номиналды ток, А
ДМС-010Н	7,7	15
ДМС-015Н	11	22
ДМС-020Н	15	30
ДМС-030Н	22	43
ДМС-040Н	30	57
ДМС-050Н	37	72

ДМС-060Н	45	85
ДМС-075Н	55	104
ДМС-100Н	75	142
ДМС-125Н	93	190
ДМС-150Н	110	204
ДМС-200Н	150	270
ДМС-250Н	185	340
ДМС-300Н	225	420
ДМС-350Н	250	460
ДМС-400Н	315	580
ДМС-550Н	400	710

8.4. кестесі

ДМС сериясының жұмсақ стартерінің негізгі техникалық деректері

Құрылғы түрі	Ағымдағы, ы,	Атталған мотор қуаты, кВт	Реверс	Динамикалық тежеу
УПР1-200	25	7,0	-	-
УПР1-2010			-	Есть
УПР1-2110			Есть	Есть
УПР1-2120*			Есть	-
УПР1-3000	63	10-30	-	-
УПР1-3010			-	Есть
УПР1-3110			Есть	Есть
УПР1-3120*			Есть	-
УПР1-4000	160	180-300	-	-
УПР1-4010			-	Есть
УПР1-4120*			Есть	-
УПР1-5000	400	80-200	-	-
УПР1-5010			-	Есть
УПР1-5120*			Есть	-

- Жылдам байланыспен қамтамасыз ететін құрылғыларға қарсы тежелу мүмкіндігі бар.
- динамикалық тежеу уақытын бақылау диапазоны 0,5-тен 5,0 с дейін;
- тиімділігі 95% төмен емес;
- Құрылғы жұмыс режимдері: үздіксіз S1 және қысқа уақыт S3 MF = 15, 25, 40 және 60%.

УПР1 сериясының жұмсақ стартерлерінің техникалық деректері
Кестеде келтірілген. 8.4.

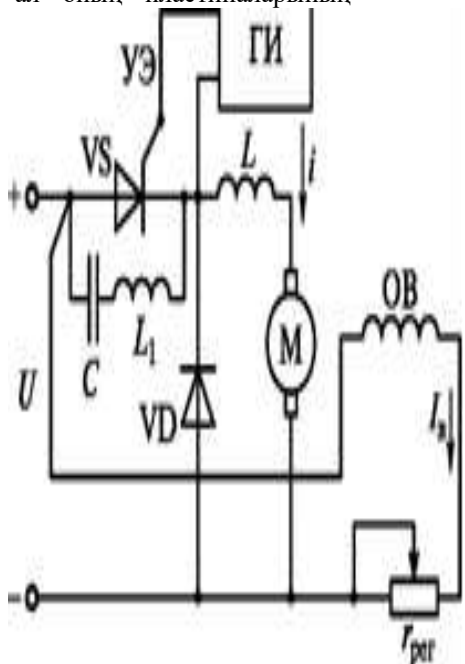
8.8. Электр жетектерін импульстік бақылауға арналған құрылғылар

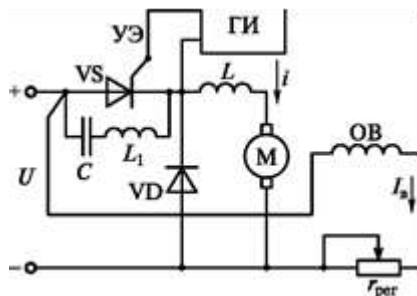
Электр жетектерін импульстік бақылау принциптері 2.10 және 3.6.5-де қарастырылған. 8.30-суретте тәуелсіз (параллель) козу қозғалтқышының импульсті басқару құрылғысының ықтимал сызбаларының бірі көрсетілген.

Осы тізбектегі кілтті рөлі VS тиристорымен орындалады және ГІ серпін генераторымен басқарылады. ГІ-дің кернеу импульсі тиристордың УЭ-гі басқару электродына қолданылады, ал уақытша ристор уақытқа дейін ашылады, ал мотор арматура тізбегінде Имакс ток пайда болады. Тиристор жартылай өткізгіш элементпен толығымен бақыланбағандықтан (тек оның ашылуы бақыланады), демек, импульсты тоқтату кезінде тиристор тиристорды маневрлік L_1C резонанстық тізбек арқылы жабылады.

Бұл келесі жолмен жүреді: тиристор ашылғанға дейін барлық желілік кернеу оның анод тізбегіне қолданылады және С конденсаторы қосылғандықтан катодқа және тиристордың анодына (дроссель арқылы L1), онда ол желінің зарядталған кернеуі болып табылады және оның сол пластинасы әлеуетті «плюс», ал оң - «Минус».

Тиристор ашылғанда, С конденсаторы ашық триистор арқылы зарядталады және қайта зарядталады, ал оның пластиналарының полярлығы өзгереді. Нәтижесінде конденсатордың сол жақ тақтасында әлеуетті «минус» пайда болады, демек, тиристор анодында және оң пластинада және тиристордағы катодта - «плюс», яғни. тиристор кернеудің кернеуіне әсер етеді. Демек, импульсті ашудан кейін тиристор анодтың теріс әлеуетін (және катодта оң) тиристор құлыпталған. Содан кейін қайтадан конденсатор С желі кернеуі (анодтың үстіне «плюс») және сыртқы көрінісі арқылы зарядталады келесі импульстік тиристор қайтадан ашылады.



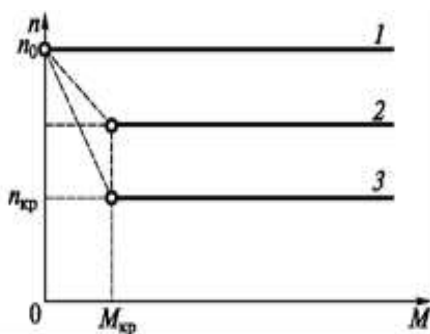
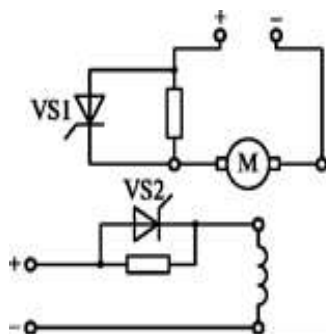


Сурет. 8.30.Тиристорды қолданып тұрақты ток қозғалтқышын импульсті бақылау құрылғысының схемасы

Жиіліктік-импульстік реттеулер арасындағы айырмашылықты анықтаңыз, егер кернеу импульстік кезеңнің ұзақтығы T ($t_w = \text{const}$ үшін) және серпін TWL ($T = \text{const}$ кезінде) реттелген кезде импульстік-ендік бақылау уақытын өзгерту арқылы бақыланады. Тиристордың ашық күйі контурлық параметрлермен анықталады:

$$^tH = ^nV .$$

Біртекті бақылау мүмкін, онда кезеңнің ұзақтығы T және импульстік ұзақтығы tWL өзгереді (2.23-суретті қараңыз). Импульстардың жиілігі 400 Гц-ге дейін болуы мүмкін. Қозғалтқышты импульсті реттеуге арналған басқа схемалар бар. Мысалы, DC электр қозғалтқышының басқару жүйесі резисторды арматура тізбегіндегі (VS1) маневрлеу арқылы немесе резисторды қоздыру схемасына (VS2) ауытқу арқылы (сурет 8.31). Тиристор жабылған кезде, резистордың кедергісі толығымен енгізіледі ($r = r_{\text{max}}$), ал ашық кезде ол ($r = 0$) шығады. Импульстің реттелуінде қарсылық бензиннің жұмыс цикліне байланысты өзгереді [қараңыз (2.54)].



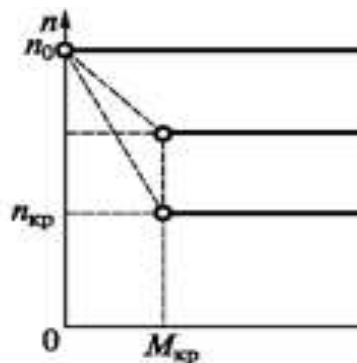
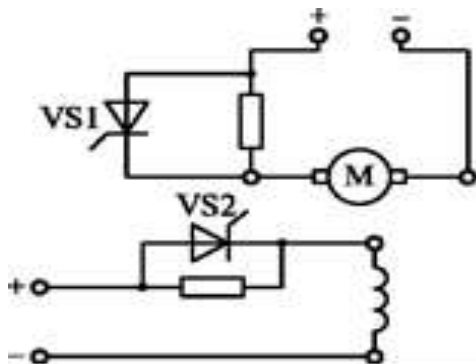
Сурет.8.31.Импульсті реттеу. Сурет 8.32. VS1 арматурасының тұрақты электр тізбегіндегі және импульстік бақылау үшін VS2 қозғау схемасында резисторлардың механикалық сипаттамасы

Импульстік басқаруымен тұрақты ток қозғалтқышының механикалық сипаттамалары арматура тізбегіндегі кернеуді өзгерту арқылы қозғалтқыштың айналу жиілігін басқаруға ұқсас және параллель тұзу сызықтарға ие (8.32-сурет). Табиғи сипаттамалары 2 және 3-де жасанды болып табылады.

Бұл сипаттамалардың ерекшелігі, өте аз қозғалтқыш жүктемелерінің аймағында ағымдағы толқындар өсуде. Маңызды жылдамдықты рсг-ға сәйкес келетін кейбір сыни минимум жүктеме кезінде, токтар үзік-үзік болады және механикалық сипаттамалар бейімділіктің бұрышын өзгертеді, сондықтан олар барлық нүктеден u_0 , E_{02} үшін U_0 айналуының шекаралық жиілігі импульстік бақылаудың барлық пульсация жиіліктері үшін бірдей.

Сынақ сұрақтары

1. «Генератор-қозғалтқыш» жүйесінде электр машиналарының жұмысын түсіндіріңіз.
2. Көңіл көтерудің мақсаты не және оның мақсаты қандай?
3. Тиристорлы құрылғылардағы SIFU модулінің мақсаты қандай?
4. Тұрақты кернеу кернеуінің түрлендіргішті қалай қалпына келтіреді?
5. Суреттегі схемаға сәйкес тікелей ток ағып тұрған тиристор түрлендіргішінің жұмысын түсіндіріңіз. 8.14.
6. Жиілік түрлендіргіштің тұрақты ток байланысымен қалай жұмыс істейтінін түсіндіріңіз.
7. Тікелей қосылыммен жиілікті түрлендіргіштерді пайдалану дегеніміз не?
8. Ауыстырылатын ток кернеуінің тиристор түрлендіргіші қалай реттеледі?
9. Қорғаныс құрылғыларының функциялары қандай?
10. DC қозғалтқышты басқару құрылғысының жұмысын түсіндіріңіз. 8.30.



Сурет. 8.31. Импульсты реттеу Сурет. 8.32. Резисторлардың механикалық сипаттамалары VS1 зәкір тізбегіндегі тұрақты токтың таяқшаларында және импульсті реттеу үшін VS2 қозу тізбегі

1 табиғи сипаттамасы, 2 және 3 жасанды ерекшеліктері. Бұл сипаттамалардың ерекшелігі, өте мықты қозғалтқыш жүктемелерінің аймағында ағымдардың көтерілуінің артуы. Айнарудың сыни жүктемесіне M^* , сәйкескелетін кейбір сыни жүктеме кезінде $P_{кр}$, токтар үзіліссіз және механикалық сипаттамалары бейненің бұрышын өзгертпеді, сондықтан олар барлық нүктеден шығады және 0, яғни E02 үшін U0 айналуының шекаралық жиілігі импульстік бақылаудың барлық пульсация жиіліктері үшін бірдей.

Қозғалтқыштардың импульсті бақылауы үнемді, ол жылдамдықты реттеуді кең ауқымда қамтамасыз етеді, сондай-ақ қозғалтқышты бастапқы реостатты пайдаланбай бастайды. Осы артықшылықтардың арқасында, сондай-ақ іске асырудың қарапайымдылығы, импульсты бақылау электр жетектерінде кеңінен қолданылады.

Сынақ сұрақтары

1. «Генератор-қозғалтқыш» жүйесінде электр машиналарының жұмысын түсіндіріңіз.
2. Мәжбүрлі қозу және оның мақсаты қандай?
3. Тиристор құрылғыларындағы SIFU модулінің мақсаты қандай?
4. Тұрақты ток кернеуінің түрлендіргішті қалай қалпына келтіреді?
5. Қалпына келтірілген тиристор түрлендіргішінің жұмысын түсіндіріңіз, күріш. 8.14
6. Тұрақты ток буын байланысымен жиілікті түрлендіргіш жұмыс істеу принципін түсіндіріңіз.
7. Тікелей байланысы бар жиілікті түрлендіргіштерді пайдалану дегеніміз не?
8. Тиристор айнымалы кернеу түрлендіргіші қалай ұйымдастырылған?
9. Қорғаныс құрылғыларының функциялары қандай?

10. Тұрақты ток қозғалтқышын басқару құрылғысының жұмысын түсіндіріңіз.

9 – ТАРАУ

ЭЛЕКТРОҚОЗҒАЛТҚЫШТАР, ЖАРТЫЛАЙ ЖҮРГІЗУШІ ИНВЕНТАРМЕН БІРІКТІРІЛГЕН

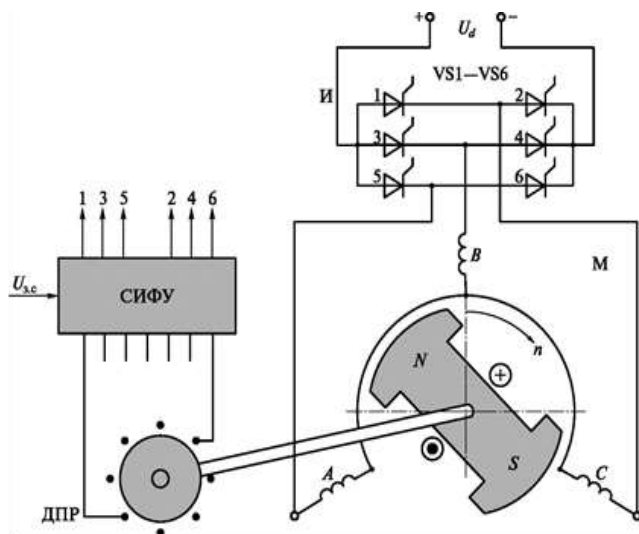
9.1. Тікелей ток күші қозғалтқышы

Коллекторлық электр қозғалтқыштарының кемшіліктері, қылшық-коллекторлық блоктың болуына байланысты (жеткіліксіз сенімділік, өндіріс пен пайдаланудың жоғары құны, өрт қауіпті аймақтарда жұмысқа жол бермеу), коллекторсыз және щеткаларсыз тұрақты ток қозғалтқышын жасау қажеттілігіне әкелді. Тұрақты ток машинасындағы бұл элементтер механикалық ток түрлендіргіштің функциясын орындайды (коммутатор): генераторларда бұл түзеткіш, моторларда бұл түрлендіргіш.

Басқарылатын басқарылатын жартылай өткізгіш құрылғылардың - тиристорлар мен транзисторлардың арқасында, осы элементтерде жартылай өткізгіш қосқышты, щеткалық коллекторлық блокты тұрақты токпен жабдықтауға қабілетті. Бұл жартылай өткізгіш құрылғылар коммутаторда негізгі режимде жұмыс істейді, яғни оларда тек екі тұрақты жағдай бар: ағымдағы және жабық өтуге ашық.

Тікелей ток dc қозғалтқышы - статор орамасының (зәкір) айнымалы токқа желінің тікелей тоқының жартылай өткізгіш ауыстырғышымен синхронды машинаның қосылуы. Клапанның қозғалтқыштарының қасиеттері (сипаттамалары) болсақ, олар коммутатордың жартылай өткізгіш элементтерін басқару әдісіне байланысты. Егер түрлендіргіштің жұмысы қозғалтқыш роторының кеңістіктік жағдайына байланысты болмаса, онда клапанның қозғалтқышы синхронды қозғалтқыштан оның сипаттамасында ерекшеленбейді. Мұндай қозғалтқыштағы жылдамдықты басқару статикалық жиілік түрлендіргіштері арқылы кернеудің жиілігін өзгерту арқылы орындалады. Бұл жағдайда түрлендіргіш ИФ-ның жартылай өткізгіш элементтерін ауыстыру мотордың роторының кеңістіктік позициясынан және айналу жылдамдығынан тәуелсіз. Мұндай бақылау жиілік басқару деп аталады. Дегенмен, клапан қозғалтқыштарын жасау міндеті контактсыз тұрақты ток электр қозғалтқышын коллекторлық мотордың қасиеттерімен алу болып табылады. Бұл жай ғана позиционды басқару кезінде, егер инвертордың (қосқыш) жартылай өткізгіш элементтерінің тізбегі мен коммутация жиілігі қозғалтқыш статорына қатысты ротордың кеңістіктік (бұрыштық) күйіне қатаң байланысты болса. Бұл жағдайда клапанның қозғалтқышының статор орамасының (зәкір) катушкаларындағы ток ағымын ауыстыру үрдісі тұрақты ток электр қозғалтқышында коммутация процесіне ұқсас. Позиционалды басқаруымен клапанның механикалық сипаттамалары тәуелсіз

(параллель) қозу қозғалтқыштарының механикалық сипаттамаларынан аз ерекшеленеді. Суретте. 9.1 - нақты қозғалтқышынан тұратын тұрақты ток электр қозғалтқышының функционалдық диаграммасы (электромагниттік қозғаумен синхронды электр қозғалтқышы), ротордың орналасу сенсоры DPR және инвертор I. Ротордың орналасу сенсоры DPR SIFU модуліне сигналдар береді, инверторды басқару. Бұл сигналдар қозғалтқыш роторының кеңістіктік позициясына сәйкес олардың ашуын тудыратын тиристорлардың басқару электродтарына жіберіледі. Осылайша клапанның қозғалтқышындағы ротордың орналасу сенсоры статор орамасының (зәкірдің) катушкаларында және статорға қатысты ротордың кеңістіктік (бұрыштық) күйінде ток ауыстырып-қосқышы арасындағы қатаң позициялық қатынасты береді. Түрлендіргіш үш фазалы көпір тізбегіне қосылған алты тиристорда жасалады. 1, 3 және 5 тиристорлар анодтық топты құрайды, өйткені оларға «плюс» кернеуінің U кернеуі қосылады, ал 2, 4 және 6 тиристорлары катодты топты құрайды - олар «минус».

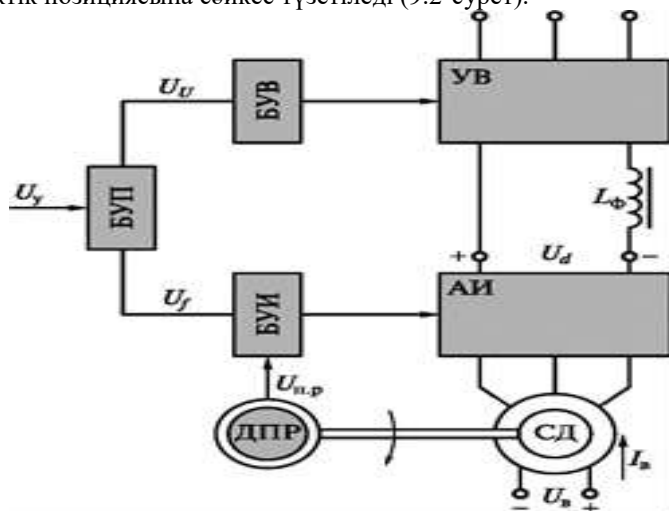


Сурет. 9.1. Тікелей ток қозғалтқышының функционалдық диаграммасы

Ротордың айналымы кезінде, оның көмегімен жасалған айналмалы магнит өрісі статордың фазалық орамаларында ЭДС, лездік мәндері e_A , e_B және e_C . Олардың табиғаты бойынша олар қарсы-ЭДС болып табылады және желінің кернеуіне қарсы бағытталған. Статор орамасындағы ток өтуі үшін индуктордағы статор орамасына кіретін U айнымалы кернеуі осы орамның ЭДС мәндерін жоғарылату қажет. Бұл қағида клапан қозғалтқышының жұмысы үшін негіз болып табылады, өйткені стационардың «зәкір» қарсы-ЭДС орамасының лездік желілік мәндері тордың кернеуін еңсереді, бұл триисторлардың анодты тізбегіндегі токтың тоқтауына және белгілі бір жүйеде жабылуына әкеледі.

Осылайша, клапанның қозғалтқышының жұмыс істеу негізі инвертор мен қозғалтқыштың органикалық қосылысы болып табылады, яғни түрлендіргіштің өзіндік болмауы, мысалы, ПЧ-ның жиіліктік түрлендіргіштерінде, және оның жартылай өткізгіш элементтерін ауыстыру сигналдары ротордың кеңістіктік жағдайына байланысты ДПР ротордың орналасқан жерінің сенсорынан шығады. ДПР роторының орналасу сенсорының негізгі элементтері қозғалтқыш статорында орналасқан магниттік сезімтал элементтер болып табылады. Егер мұндай элемент айналмалы ротордың магнит өрісінің әсер ету аймағына шығады, мұндай элементтің шығуында электрлік сигнал пайда болады. Белгілі бір дәйектілік пен жиілікте осы сезгіш элементтердің барлық сигналдары, қозғалтқыштың ротордың жылдамдығымен анықталады, СИФУ кірісіне келіп, түрлендіргіштің жартылай өткізгіш элементтерінің қажетті қосқыш режимін қамтамасыз етеді. Әдетте ДПР магнит сезімтал элементтері, Холл ЭДС сенсорлары бар микросызбалар қолданылады. Бұл элементтер 0 немесе 1 деңгейдегі дискретті сигналдарды алуды сенімді түрде қамтамасыз етеді.

Өйткені, нақты қозғалтқыш М мотор синхронды, онда оның жылдамдығы статор орамасындағы айнымалы токтың жиілігі бойынша ғана реттелуі мүмкін. Сондықтан клапан моторы автоматтандырылған электр жетегінің қуат элементі болса, онда СИФУ кірісі жылдамдық анықтамалық сигналын алады I_{zc} , түрлендіргіштің шығуындағы жиіліктің жиілігін және мотордың айналу жылдамдығын бақылайды. Егер клапанның қозғалтқышы желіде үш фазалы токты қамтуға арналған болса, үш фазалы синхронды қозғалтқыш ротордың орналасу сенсорымен толықтырылады. Мұндай қозғалтқыш ПЧ-ның жиіліктегі түрлендіргіштен УВ түзеткіштің қосымша байланысымен қуат алу керек (8.22 суретті қараңыз). Бұл жағдайда ДПР сигналдары БУИ инвертор басқару блогына кіреді және U_f сигналы ротордың кеңістіктік позициясына сәйкес түзетіледі (9.2-сурет).

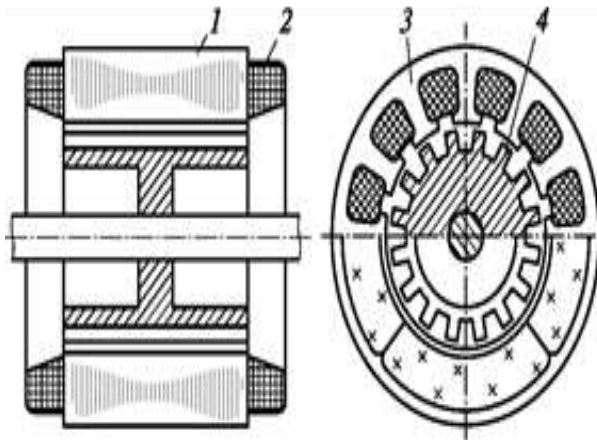


Сурет. 9.2. Синхронды электр қозғалтқышын жиілік түрлендіргішімен ауыстыру

30 кВт дейінгі клапанды қозғалтқыштарда қоздырудың негізгі магниттік ағыны әдетте үлкен күшті күші бар магнитті қатты материалдардан жасалған тұрақты магниттермен жасалады. Бұл конструкция клапан электр қозғалтқыштарында жылжымалы контактілерді қолдануға кедергі келтіреді, бұл оларды электр жетектеріне қолдануға мүмкіндік береді. Атап айтқанда, белгілі бір құрылымдық модификациясы бар осындай қозғалтқыштар химиялық және мұнай өңдеу өнеркәсібі үшін жарылысқа төзімділік ретінде пайдаланылуы мүмкін.

9.2. Қақпақты-индуктивті жетегі

ВИП қақпақты индуктивті жетегінің қуат элементінің индуктивтік қозғалтқышы болып табылады. Роторлы қозғалтқыштар (қоздырылған) және индуктивті қозғалтқыштар бар индуктивті қозғалтқыштар бар, олар реактивті (регенерацияланбаған) ротормен жабдықталған. Мұндай қозғалтқыштар кейде синхронды қозғалтқыштар деп аталады, өйткені олар ротордың статор өрісінің айтарлықтай синхронды айналмалы жиілігінде өте төмен айналу жылдамдығын шығара алады. Мысалы, айнымалы ток 50 Гц жиілігінде минутына ондаған революциямен өлшенген ротордың жылдамдығын алуға болады.



Сурет. 9.3. Реактивті түрдегі индуктивті қозғалтқыш құрылғысы

Суретте. 9.3-те үш фазалық орамасы бар статор 1-ден тұратын реактивті типтегі индуктивті қозғалтқыш құрылғыны көрсетеді. 3 статордың ядроларының тістері анық көрсетілген полюстер сияқты. Ротор 4 бетінде бойлық ашық ойықтары бар. Бұл ойықтардың саны статордағы жыландар санынан ерекшеленеді, яғни статордың тістерді бөлу және индуктивті қозғалтқыштың роторы бірдей

емес. Қарастырылған қозғалтқыштар үшін Z1 статорының және Z2 роторының тістерінің санын алу керек:

$$Z2 = Zx \pm 2p, \quad (9.1)$$

мұнда 2p - статор орамасындағы полюстер саны.

Қозғалтқыштың роторындағы айналу моменті роторлы тістердің статор тістеріне магниттік тартылу күштерінен туындайды, яғни ротор кез-келген уақытта статорға қатысты осы ұстанымды қабылдауға бейім, онда ротор арқылы өтетін айналмалы статор өрісінің магнит ағыны минималды магниттік төзімділікке ие.

Түсіндіру үшін, статордағы алты стақан (тістер) және ротордың төрт тірегі бар индуктивті қозғалтқыштың оңайлатылған (тістік) дизайны схемасына ауысайық (9.4-сурет). Алғашқы күйде (9.4-сурет, а) айналмалы статор өрісі жабылады.

$$\alpha_1 = 0^\circ \quad \alpha_2 = 30^\circ \quad \alpha_3 = 60^\circ \quad \alpha_4 = 90^\circ$$



9.4. Индуктивті қозғалтқыштың әрекеті қағидасына

полюстер арқылы 1 - 1' және ротордың орналасуы орын алады, онда оның қарама-қарсы полюстері (тістер) 1 - 1' статор стақанының осіне бойлай орналасқан. Келесі сәтте статорлық өріс сағат тілімен 60° бұрылады және полюстік ось 2 - 2' бойымен жабылады. Бұл ағынның магниттік кедергісі қайтадан минималды болу үшін ротор бұрышпен сағат тілінің бағытымен бұрылыс $\alpha_2 = 30^\circ$ болады. Кейінгі сәттерде, статор өрісінің әр бұрылуымен сағат тілінің бағыты бойынша $\alpha_1 = 60^\circ$ бұрылысында ротор сағат тіліне қарсы $\alpha_2 = 30^\circ$ айналады (сурет 9.4, b, c, d). Статор өрісінің бір революциясы үшін (360°) ротор ротордың жартысына дейін айналады (180°). Жалпы, индуктивті қозғалтқыштың айналу жылдамдығы, айн / мин:

$$n = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{60}{f} \cdot \frac{1}{I} \cdot Z_2 \cdot Z_1 \quad (9.2)$$

мұнда I 1 - статор орамасындағы, Гц; p - статор орамасының полюстерінің жұптарының саны; p1 - айналымның синхронды жиілігі, айн / мин.

Индуктивті қозғалтқышқа қатысты,

$$\begin{matrix} & & \ll 2 \\ & & Z_2 Z_1 \\ \ll 2 & \frac{p}{4-6} & p = \frac{4-6}{4} & -0,5 p_1. \\ & & 4 \\ & & -0,5 p_1 \end{matrix}$$

$z_2 z_1$

Статордың Z_1 және Z_2 роторының тістерін көбейту арқылы индуктивті қозғалтқышты өте төмен жылдамдықпен алуға болады. Алынған өрнектегі минус белгісі қозғалтқыштың роторы статор өрісінің айналуына қарама-қарсы келеді.

Статордағы тістердің саны мен индуктивті қозғалтқыштың роторы арасындағы ара қатынас ротордың жылдамдығына және осы айналу бағытына әсер етеді.

Индуктивті қозғалтқыштың мүмкіндіктері үш фазалы айнымалы ток желісімен емес, сонымен қатар импульстердің статор орамасына берілуіне мүмкіндік беретін түрлендіргіштен тұрақты ток желісіне қосылған кезде кеңейтіледі. Осы қозғалтқыштың функционалдық диаграммасы 9.5-суретте көрсетілген. Бұл жерде В түзеткіші инвертор кірісінде тұрақты Ud кернеуін қалыптастырады. Бұл түрлендіргіш негізінен коммутатор болып табылады және инвертор қозғалтқышының роторының айналу жылдамдығын анықтайтын U3 C сигналы арқылы БУИ басқару блогымен басқарылады. Кернеу импульстары статор полюстері катушкаларына БУИ басқару блогына жеткізілетін ЦДПр-тің сигналдарына сәйкес ротордың ДПР қолданылады.

ВИП-клапан-индукторлық қозғалтқыштың негізгі артықшылықтары - индукторлық қозғалтқыштың өте төмен жылдамдығын алу мүмкіндігі, кейбір жағдайларда қозғалтқыштан жұмыс істейтін машинаның жұмысшы корпусына қозғалыс кезінде механикалық қозғалтқышты пайдаланудан бас тартуға мүмкіндік береді. электр жетегінің бағасын төмендететін және төмендететін редуктор. ВИП-нің қуаты бірнеше-жүзден бірнеше жүз киловаттқа дейін немесе одан да көп болуы мүмкін.

9.3. Асинхронды клапанның каскадты

Ротор тізбегіне регостанцияны енгізу арқылы фазалық ротордың индукциялық қозғалтқыштарының жылдамдығын бақылау ротордың тізбегіндегі айтарлықтай ысыраптармен байланысты, оның ішінде регостатта (3.6.1-ні қараңыз), бұл электр қозғалтқышының қуат өнімділігін айтарлықтай азайтады.

Мұндай қозғалтқыштардың айналу жылдамдығын ротордың тізбегіндегі елеулі шығындарсыз реттеуге болады. Ол үшін жылжымалы

(жылжымалы энергия) ротор тізбегінде шығарылатын электр энергиясы конверсиялау блогы арқылы айнымалы ток желісіне ауыстырылады. Индукциялық қозғалтқыштың роторлы тізбегіне бөлінетін Рэм s тиімділігін қолданатын схемалар каскадтық жүйелер деп аталады. Егер каскадтық схемада қақпалық құрылғылар пайдаланылса, мұндай каскадтар АВК асинхронды клапан сатысы деп аталады.

9.6-суретте асинхронды клапанның схемасы көрсетілген, онда түзеткіш В және инвертор И индукциялық қозғалтқыштың фазалық роторына қосылған, ол РМ жұмыс тетігін басқарады. Индукциялық қозғалтқышты пайдалану барысында қозғалыстағы электр қозғалтқыш күші ЭДС фазалық ротордың $E2s$ орамасына енгізіледі. Бұл $f2s = f1s$ жиілігі мен осы LC шамасының $E2s$ ротордың жылдамдығына байланысты, яғни s сырғымалардан,

$$E2s = 4,44 / 1 \cdot \Phi \cdot 2 \cdot k_C > 62s = E2s, \quad (9.3)$$

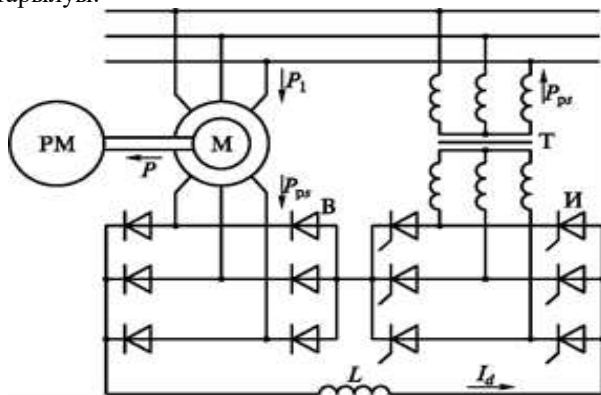
мұнда $E2$ - стационарлық роторда индуцирленген ЕМҚ, яғни, $s = 1$

Клапанның сатысы қарастырылған схема синхрондық ($1 > s > 0$) жылдамдығын бақылауды қамтамасыз етеді, яғни, ротордың субсинхронды айналу жылдамдығы кезінде $n2 < n1$. Қозғалтқыш ротордың сұлбасындағы қуатпен жұмыс жасағанда

$$P_{ps} = E2SI2\cos \phi2 = E2 SI2\cos \phi2, \quad (9.4)$$

сырғыма қуаты деп аталатын түзеткіш В, онда айнымалы ЭДС $E2$ тұрақты Ud айналдыруға түрлендіреді. Бұл түрлендірілген сырғанау қуаты кейін түрлендіргішке беріледі және желімен басқарылады (бұл түрлендіргіштің шығу жиілігі желідегі ток жиілігіне тең).

Мұнда тұрақты ток желінің жиілігінің айнымалы токіне айналдырылады және сәйкес трансформатор Т арқылы желіге беріледі. Осылайша, ротордың схемасына осындай раостат енгізу жолымен айналу жылдамдығы реттелетін раостатта шығындардың орнына регенерация орын алады, яғни қуат беру желісіне энергияның ішінара қайтарылуы.



Сурет. 9.6.

Асинхронды клапанның каскадты

Шығындарды ескермей, индукциялық қозғалтқыштың жұмыс істеу механизміне берілетін пайдалы қуаты,

$$P_2 = L(1 - s) = P - P_s. \quad (9.5)$$

Минус белгісі қозғалтқыштың жұмысына сәйкес синхронды жылдамдықта, ротордың орамасының тізбектегі жылжымалы қуаты P_s желіге оралғанда. Нәтижесінде индукциялық қозғалтқыштың тиімділігі осы схема бойынша жұмыс істеген кезде, яғни инвертормен қосарлануы көрсетіледі

$$\Pi = P_{\text{ном}} / (P_1 - P_s),$$

автономды режимде жұмыс істеген кезде КПД асинхронды қозғалтқыштың тиімділігінен жоғары болады, $\eta = P_n / P_1$.

Сынақ сұрақтары

1. Тікелей тұрақты тұрақты электр қозғалтқышы мен тұрақты электр қозғалтқышының айырмашылығы қандай?
2. Клапан қозғалтқыштары үшін позицияларды басқару әдісі мен жиілігі арасындағы айырмашылық қандай?
3. 9.2-суреттегі клапанның қозғалтқышының жұмысын түсіндіріңіз.
4. Клапан-индукторлық жетекті құрылғы мен мақсаты қандай?
5. Асинхронды клапанның сатысында тізбектегі және түрлендіргіш қандай функцияны орындайды?

10-тарау

АВТОМАТТЫ ЭЛЕКТР ЖЕТЕГІ БАР ЖАБЫҚ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ

10.1 Негізгі түсініктер

Электржетектің басқаруы электр жетегінің жылдамдығын, моментін, қуатын немесе басқа параметрлерін өзгертпей (тұрақтандыру) бастау, тежеу, тоқтату, кері бұру, реттеу немесе ұстап тұрады. Бұл жағдайда жұмыс істейтін машинамен (механизммен) орындалатын технологиялық операциялардың дұрыстығын бұзуға қабілетті электр жетегіне кездейсоқ пайда болған әсерлер ескерілуі керек.

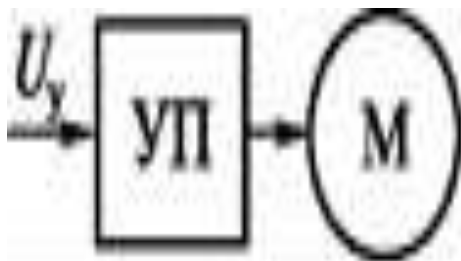
Басқару операцияларын жүзеге асыру әдісіне байланысты электржетектер екі түрге бөлінеді: қолмен және автоматтандырылған.

Қолмен басқарылатын электр жетегіндегі барлық басқару операциялары қолмен басқару үшін аспаптар мен құрылғылар арқылы жүзеге асырылады: қосқыштар, қосқыштар, түймелер, контроллерлер, реостаттарды қосу және реттеу және т.б.

Автоматтандырылған электржетектегі оператордың қатысуын электржетектің төтенше жағдайында қадағалауға дейін азайтады; Электржетектің басқарылуына келетін болсақ, ол адамның араласуынсыз автоматты түрде орындалады.

Автоматтандырылған электр жетектер жүйесі ашық және жабық жүйелерге бөлінеді.

Ашық автоматтандырылған жүйеде электр жетегінің элементтері электр тізбегінің бұл тізбектің кірісіне енгізілген басқару сигналына сәйкес бақыланатын тікелей әсер ету тізбегін құрайды (10.1-сурет). М қозғалтқышының және басқа қозғалтқыш құрылғыларының жұмысы осы сигналға сәйкес жүзеге асырылады.



Сурет. 10.1. Ашық сигналдың блоктық схемасы автоматтандырылған электр жетегінің білігінің номиналды жылдамдығын ұстап тұруға арналған, электржетектің жабық жүйесі алынбайды, сондықтан жүйенің жұмысын түзету жоқ.

Алайда, күтпеген себептерге байланысты электр желісіндегі кернеудің төмендеуіне байланысты айналу жылдамдығы номиналды жылдамдығынан аз болды. Нәтижесінде, ИО атқарушы органының нақты позициясы бақылау сигналымен белгіленген позицияға сәйкес келмейді. Түзетуші шаралардың болмауы осы электржетекпен басқарылатын жұмыс машинасының (механизмінің) технологиялық процесін бұзуы мүмкін. Осылайша, автоматтандырылған электржетектің ашық жүйесі қажетті реттеу сапасын қамтамасыз етпейді.

Электржетектің жабық автоматтандырылған жүйесінде жүйенің кірісі параметрлердің нақты мәндері туралы ақпаратты алады және электр жетегін жұмыс органының жұмысын бұзатын факторларға кері әсер ететін кері байланыс тізбектері болады.

Осы тарауда қарастырылған автоматтандырылған электр жетегінің ашық тізбектері релелік-контакторлық элементтерде

жасалады, олардың электржетекте қолданылуы әлі де жиі кездеседі, бірақ ол әрдайым қажетті сенімділікті қамтамасыз етпейді. Соңғысы реле-контакторлы құрылғылардың өндіріс сапасына және олардың дұрыс таңдауына байланысты. Сонымен қатар, реле-контакторлық элементтері бар тізбектер оларда қолданылатын өзара әрекеттесуді және олардың үзілістерін талдауды жеңілдетеді, бұл осы тізбектерді зерттеуде маңызды.

10.2. Айнымалы дискілерді іске қосу, кері бұру және тежеуді автоматтандырылған басқарудың типтік схемалары

Осы схемаларда электржетектерді активтендіруге және деактивациялауға, тежеу мен қалпына келтіруге байланысты барлық операциялар автоматты түрде орындалады. Тек осы схемаларда «Старт» және «Токтату» командалары оператормен орындалады. Дегенмен, автоматтандырылған басқару жүйесіндегі осы сұлбалардың кез-келгені автоматтандырылған болады, өйткені барлық басқару пәрмендері, соның ішінде Бастау және Токтау, осындай жүйеде автоматты түрде басқарылатын болады. электр сигналдары.

Сондай-ақ, қарастырылып отырған нысан бойынша осы схемалар реттелмейтін санаттар санатына жатады, өйткені олар электр жетегінің айналу жылдамдығын немесе басқа да жұмыс параметрлерін реттемейді.

Қарастырылған схемалар элементтерге және әріптік кодтарға шартты белгілерді қолдану арқылы орындалады (2-қосымша).

10.2.1. Сексель торлы роторымен үшфазалы асинхронды қозғалтқышты іске қосу схемасы кері қайтарылмайтын контактор

Қарастырылған схема 1 кВ дейінгі кернеуге дейінгі кіші және орта қуаттың сақиналы-цехтық асинхронды қозғалтқыштары бар электр жетектерінде ең көп таралған және тежеу мен керісінше болмаған кезде желіге тікелей қосылуға мүмкіндік береді.

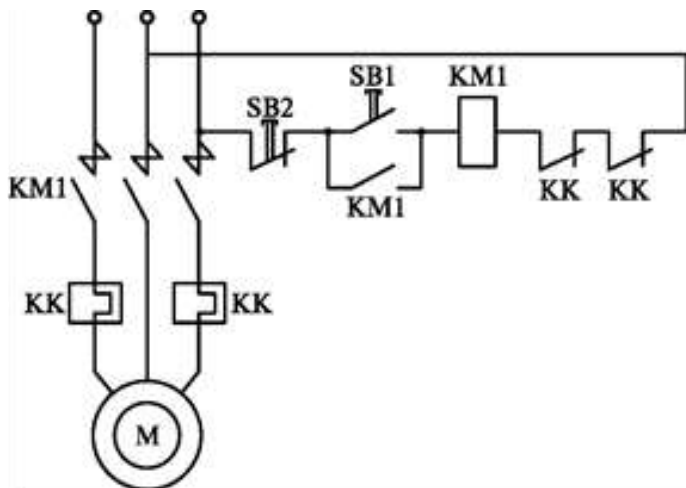
SB1 «Пуск» түймесі басылғанда, KM1 сызықтық контакторының катушкасының қуат көзі іске қосылады (10.2-сурет), ол іске қосылады және оның қуат көздері KM1 желісіне қозғалтқыштың статор орамасын қосады. Сонымен қатар, KM1 контактілері KM1 «Пуск» бұл түйме босаған кезде контактордың орамасы.

Қозғалтқыш SB2 «Stop» батырмасын басу арқылы токтатылады. Бұл жағдайда KM1 контакторының катушкасының жеткізу тізбегі ашылады, бұл оның барлық KM1 контактілерінің ашылуына, қозғалтқыштың статор орамасын желіден ажыратуға, сондай-ақ контактілерді SB1 түймесіне бұрып жібереді.

SB2 түймесі шыққанда, оның контактілері жабық, бірақ KM1 контакторының катушкалар тізбегі ашық қалады.

Жоғарыда келтірілген басқару схемасында қозғалтқышты КК екі жылулық реле арқылы жүктемеге қарсы қорғау қолданылады. Егер

қозғалтқыш шамадан тыс жүктелсе және тұтынылатын ток рұқсат етілген мәннен асып кетсе, КК жылу реледегі жылытқыш элемент арқылы өндірілетін жылу КМ1 ашық кернеудің контуры контурының контурының КК контактілері мен қозғалтқышты өшіретін биметаллдық пластинаның бұралуына әкеледі (6.8 суретті қараңыз) желі.

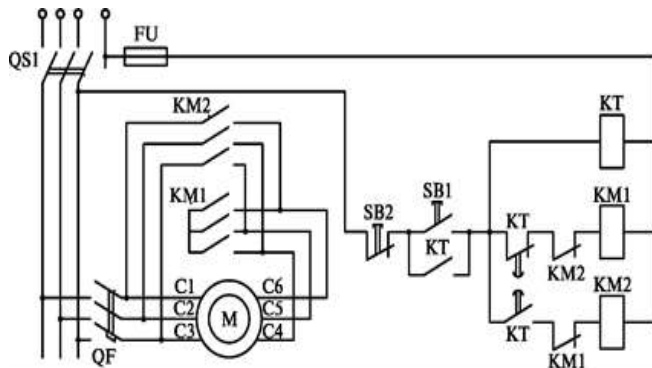


Сурет. 10.2. Үш фазалы асинхронды қозғалтқышты басқарудың басқару тізбегі қысқа тұйықталу роторы

10.2.2. Статор орамасын «жұлдыз» -дан «үшбұрышқа» ауыстыру арқылы іске қосу тогының шектелуімен сквиннокиндік асинхронды қозғалтқышты басқарудың схемасы

Үшфазалы асинхронды қозғалтқыштар статор орамасын «үшбұрышпен» қосқанда, іске қосу тогын азайту үшін қозғалтқышты статор орамасын «жұлдыз» -дан «үшбұрышқа» ауыстырыңыз (3.5 қараңыз).

QS1 және QF ажыратқышын бірінші рет қосыңыз (сурет 10.3). Содан кейін, КМ1 түймені басу арқылы КМ1 контакторы іске қосылады, ол өздерінің күштік байланыстарымен КМ1 мотордың статор орамасын «жұлдыз» арқылы қосады. Бұл қозғалтқыштың роторының статордың фазалық орамасындағы кернеудің азаюымен басталады. Сонымен қатар, КТ уақыт релесі белсендіріледі, оның КТ контактілері арқылы SB1 түймесі басылады. Баяулауы тоқтаған кезде КМ1 катушкаларының контурындағы КТ байланыстары ашық және КМ1 контакторы өшіп, статор орамасының «жұлдызымен» байланысын бұзады. Сонымен бірге, КМ2 контакторлық схемасында КТ байланыстары жабылады, ол іске қосылады және КМ2 контактілері арқылы қозғалтқыштың статор орамасын «үшбұрышпен» байланыстырады. Қозғалтқыш жеделдетілуін жалғастырады, бірақ статор орамасындағы номиналды кернеумен.



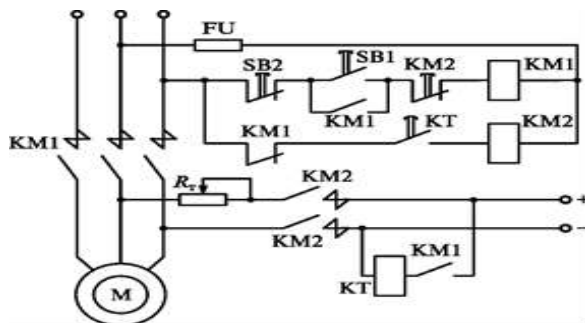
Сурет. 10.3. Үшфазалы асинхронды қозғалтқышты «жұлдыз» -тан «үшбұрышқа» дейін статор орамасын ауыстыру арқылы сақал-торды ротордың схемасы

10.2.3. Динамикалық тежеуді қолдану арқылы қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқышты іске қосу және тоқтатуды кері бақылаусыз схемасы

SB1 «Пуск» түймесі басылған кезде, KM1 желісінің контактілі катушкасының қуат көзі жабылады және KM1 қозғалтқышы М үш фазалық желіге қосылады (10.4-сурет) және динамикалық тежеуіш уақыт релесінің КТ катушкасы тұрақты ток көзіне қосылады. KM1 контакторы қосылғанда, KM2 тежегіш контакторларының контурындағы контактілері ашылады және KM1 контактілері SB1 «Пуск» батырмасын басады. КТ релесі басталғанда KM2 тежегіш контакторының катушкалар тізбегіндегі КТ контактілері жабылады, бірақ бұл контактор жұмыс істемейді, өйткені оның катушкасының сұлбасы KM1 контактілері арқылы ашық қалады.

Қозғалтқышты тоқтату үшін SB2 «Тоқтату» түймесін басыңыз. Сонымен бірге, KM1 контакторының катушкасын беру үзіледі және электр қозғалтқышы ажыратылады. Сонымен қатар KM2 контакторының катушкалар тізбегіндегі KM1 контактілері жабылады, ол іске қосылады және KM2 контактілері арқылы қозғалтқыштың статор орамасын тұрақты ток көзіне қосады, бұл қозғалтқыштың динамикалық тежеуіне әкеледі. Сонымен қатар KM1 сызықтық контакторының KM1 контуры тізбегіндегі KM2 контактілері кездейсоқ қосылуларды болдырмайды.

Резистор R динамикалық тежеу барысында қозғалтқыштың статор орамасындағы тікелей ток шектеу үшін арналған. Дегенмен, статор орамасындағы ағым қысқа, өйткені KM1 контакторы тоқтаған кезде,

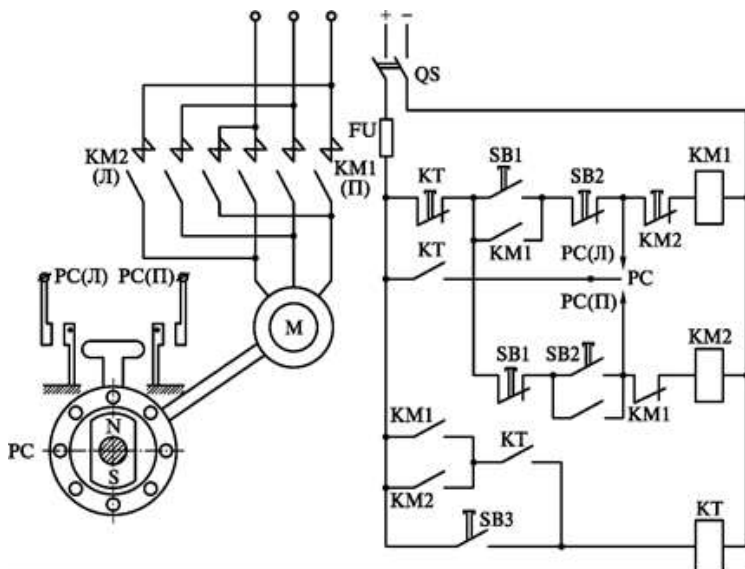


Сурет. 10.4. Динамикалық тежеуішті пайдаланып, үшбұрышты асинхронды қозғалтқышты сақиналы торлы ротормен басқарылмайтын бақылау схемасы

КТ уақытының қуат беру тізбегіндегі контактілері КМ3 тежегіш контакторларының катушкаларындағы КТ байланыс контурларының уақытша кідірілуімен ашылуына алып келеді. Нәтижесінде, КМ2 контактілерінің статор орамасы үшфазалы желіден қозғалтқыш ажыратылғаннан кейін біраз уақыт өткеннен кейін тұрақты желісінен ажыратылады. КТ уақыт релесін байланыстыру үшін уақытша кідіріс мотордың тежеуі үшін қажетті уақытты ескере отырып, тәжірибелі сынаумен белгіленеді.

10.2.4. Жылдамдықты функцияда анти-сәттілік тежеуді қолдану арқылы сілекейлі индукциялық қозғалтқышты іске қосу және тоқтатудың кері басқару схемасы

Бұл схемада (10.5-сурет) электр қозғалтқышы электр қозғалтқыштарының екі тобы арқылы қосылуы мүмкін: КМ1 (І) контактілері, қозғалтқыш роторын бір бағытта (оң жақ айналу) және байланыс КМ2 (ІІ) , қосылған кезде



Сурет. 10.5. Қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқышты жылдамдық функциясына қарсы тежеуішті қолдану арқылы іске қосу, кері айыру және тоқтатуды басқару схемасы

ротор басқа бағытқа айналады («солға» айналдыру). Схема қозғалтқыш білігіне М механикалық түрде қосылған компьютерлік жылдамдық релесі (6.2 қараңыз). Бұл реле РС (П) және РС (Л) байланыстары қозғалтқыштың басқару схемасына қосылады. Басқару схемасын тұрақты тоққа QS қосқышы арқылы жалғау керек.

Қозғалтқышты «оңға» айналдыру үшін, SB1 қос түймесіне басыңыз. Бұл КМ1 сызықтық контакторының катушкалар тізбегін жабады және мезгілде бұл контактордың кездейсоқ қосылуы мүмкіндігін қоспағанда, КМ2 сызықтық контакторының контуры контактілерін ашады, бұл қозғалтқыш контурының қуат бөлігіндегі қысқа тұйықталуды тудыруы мүмкін. КМ1 желілік контакторы болған кезде оның блокты контактілері, SB1 шнұрының түймесі жабық болады және электр қозғалтқышының статор орамасын желіге қосатын КМ1 (Р) қуат байланыстары қосылады. Сонымен бірге КМ2 контакторының мүмкіндігін жоққа шығаратын КМ1 блоктау контактілері және КТ тежеу релесінің тізбегінде КМ1 контактілері жабылады. М қозғалтқышы іске қосылғаннан кейін, компьютердің РС жылдамдық релесі басталады және оның орташа байланыс дербес компьютері компьютердің соңғы байланысымен РС(П) жабылады.

Қозғалтқышты тоқтату үшін SB3 «Тоқтату» түймесін басыңыз. Бұл КТ тежеу релесінің катушкасын қосатын контактілерді жабылады, ол ашылғанда, оның КТ контактілері КМ1 контакторының катушкалар тізбегінде ашық және қозғалтқыш электр желісінен ажыратылып, инерция арқылы айналады. Сонымен қатар, КТ-тің тежегіш релелік сұлбасының схемасында және компьютердің жылжымалы байланысының тізбегінде КТ-ның байланыстары тоқтайды. КМ1 контакторын өшіру КМ2 контакторлық катушкалар КМ2 тізбегіндегі контактілердің жабылуына себеп болғандықтан, КМ2 (Л) қуат байланысын қосып, жабылады.

Қозғалтқыштың сол жақ айналуынан пайда болатын крутящий қозғалтқыштың қарама-қарсы бағытта баяулауын тудырады. Қозғалтқыштың ротордың жылдамдығы номиналды крутяцияның 5-10% мәніне дейін төмендеген кезде, ДК жылдамдық релесінің қысқа тұйықталған ұяшығындағы крутка азаяды, бұл көктемде РС-RSP контактілері ашық, КМ2 контакторының катушкасы ажыратылып, тежеу үрдісі тоқтайды.

Бұл қарама-қарсылықпен тежеу кезінде қозғалтқышты кері қайтару мүмкіндігін жоққа шығарады. Қозғалтқыш роторының айналу РС жылдамдығын реттеу, онда айналу жылдамдығының релесі контактілері 3 және 9 бұрандалар арқылы реле серіппелерінің қысылуын реттеу арқылы орындалады (6.7-суретті қараңыз).

Ротордың дұрыс айналуымен М қозғалтқышы оны қайта қалпына келтіруге мұқтаж болса, онда SB3 «Тоқтату» түймесін басу орындалмайды. Ол үшін SB2 түймешігін басыңыз. Бұл КМ1 контакторының катушкалар тізбегінде контактілерді ашады және КМ2

контакторының контурындағы контактілерді жауып тастайды. Соның салдарынан КМ1 (П) қуат байланыстары ашылады және КМ2 (Л) күштік байланыстары жабылады, статор орамасындағы фазалардың реті өзгереді және қозғалтқыш ротордың айналу бағытын өзгертеді. Егер осыдан кейін қозғалтқыш тоқтаса, SB3 «Токтату» түймесін басу керек, ал тежеу процесі керісінше басталады.

10.2.5. Екі орамасы бар қысқа тұйықталған екі жылдамдықты индукциялық қозғалтқыштың қайтарылмайтын бақылауының әртүрлі полюстерге арналған статорда схемасы

QF1 және QF2 автоматикасын қосқаннан кейін SB1 түймешігін екі рет басыңыз. Бұл КМ2 контакторының кездейсоқ қосылуы мүмкіндігін болдырмау үшін контактілер КМ2 контакторының тізбегін ашатын КМ1 контакторын белсендіреді (3-фаза желісіне кіреді), аздаған полюстермен статор орамасын ($2p = 2$). SB1 түймешігі бір мезгілде де жұмыс істейді. Қозғалтқыш ең жоғары жылдамдықта жұмыс істейді.

Қажет болса, SB2 қос батырмасын басу арқылы төменірек жылдамдыққа ауысыңыз. Бұл жағдайда КМ1 контакторы өшіріліп, КМ2 контакторы іске қосылады. Нәтижесінде, КМ1 желісі байланыстары тоқтайды, КМ2 желісі байланыстары қосылған, бұл статор орамасын желіге көп полюстермен ($2p = 4$) қосады. Қозғалтқышты өшіру үшін SB3 түймешігін басыңыз. Бұл басқару схемасын ашады және осы схеманың барлық құрылғылары ажыратылады. Нәтижесінде, КМ2 желісі қосылып, қозғалтқыш өшеді.

АЖ-ны аса жүктеуден қорғау үшін, КК1-КК4 жылу релесі статор схемаларының сызықтық сымдарына кіреді және оларды ашу схемалары басқару тізбегіне біріктіріледі.

10.2.6. Статорға арналған екі орамдық қозғалтқышты сақиналы торға арналған басқару схемасы, әртүрлі полюстерге ауысады

Қарастырылған басқару схемасынан айырмашылығы (10.6-суретті қараңыз), бұл схема (10.7-сурет) статордағы бір орамдағы қозғалтқышты басқарады, оның конструкциясы орам орамасының топтарын ауыстыру арқылы осы ораманың әртүрлі полюстерінің екі нұсқасын ұсынады 2: 1 қатынасында. Статор орамасын «үшбұрышқа» қосқан кезде, полюстердің саны ең үлкен, мысалы $2p = 4$ және ораманың «қос жұлдызға» қосылған кезде ораманың полюстерінің саны ең аз, мысалы $2p = 2$.

Электржетектің қуат бөлігін қорғау КК1 және КК2 жылу релесімен, сондай-ақ басқару схемасының сақтандырғышын (FU) қорғау арқылы жүзеге асырылады.

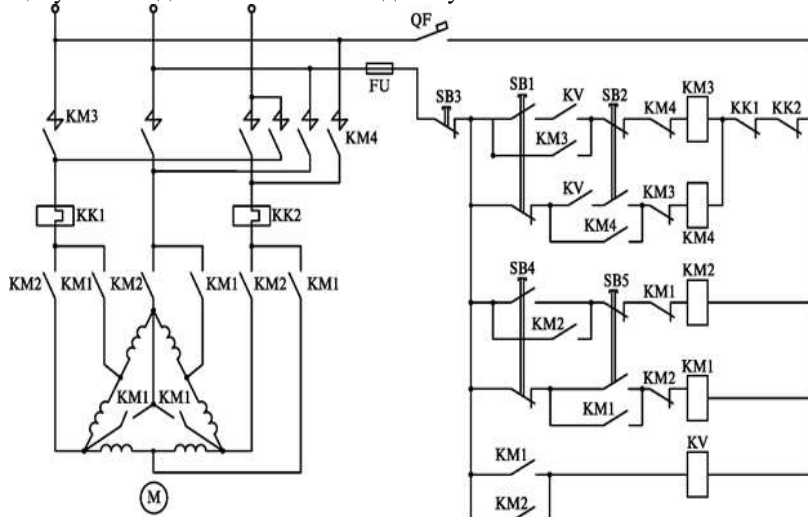
Қозғалтқышты төмен жылдамдықпен іске қосу үшін статор орамасын «үшбұрышқа» жалғау қажет. Осы мақсат үшін, түймені басу ерітілген SB4, белсендірілген контакторлар КМ2 және төленген KV-бұғаттау қосқышын. КМ2 хабарласыңыз, жауып, қозғалтқыш бухталарда тізбектерінің КМ3 және КМ4 жиынтығы оның байланыстарды жабу, «үшбұрыш», KV және эстафетада статор орамасының желісіне байланысты қосу үшін дайындалған, желіге үш фазалы қозғалтқыш байланысын дайындайды. «Алға» немесе «Артқа»

тиісінше, содан кейін түймелерін SB1 немесе SB2, тәуелділігін-ды роторлы қозғалтқыштың айналу қалаған бағытына итеріңіз.

Қозғалтқыш роторы тұрақты (төмен) жылдамдыққа жылдамдатылғаннан кейін оны жоғары жылдамдыққа ауыстыруға болады. Ол үшін SB5 түймені басыңыз, ол KM2 контакторының ажыратылуына және KM1 контакторының белсендірілуіне әкеледі. Нәтижесінде статор орамдарының «үшбұрыштан» «қос жұлдызға» секциялық топтары қайта жаңғыртылады.

Қозғалтқышты тоқтату үшін, барлық контакторлар желіден ажыратылуға себеп болатын SB3 түймесін басыңыз.

Қос тізбектегі екі түйіспелі басқару түймелерін пайдалану КМ1 және КМ2, КМ3 және КМ4 контакторларын бір мезгілде ауыстырып тастайды, бұл статор орамдары секциясының топтарын дұрыс емес қосуға әкеледі және тізбекті пайдалану.



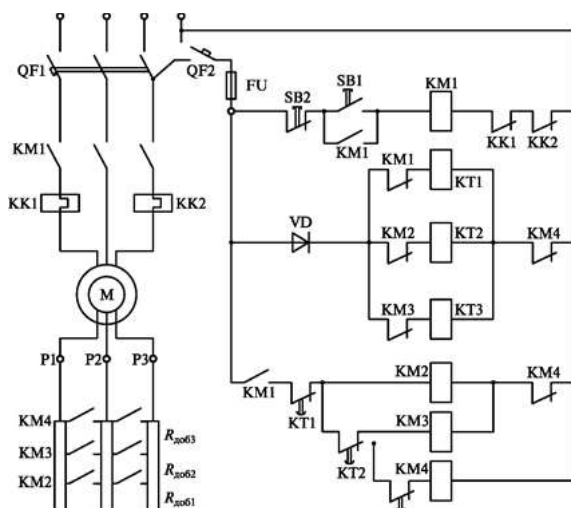
Сурет. 10.7 Полюстермен ауыспалы екі жылдамдықты сығымдауыш асинхронды қозғалтқышты басқару статор орамасы схемасы

10.2.7. Фазалық ротордың көмегімен үш фазалы асинхронды қозғалтқышты іске қосуды басқарудың схемасы

Схема қозғалтқыштың уақытша функциясы ретінде реостатикалық қозғалуды қамтамасыз ете отырып, босату кезінде баяулауы бар КТ1, КТ2 және КТ3 тұрақты ток релесін қолданумен қамтамасыз етеді.

QF1 және QF2 сәндіргіштері қосылған кезде КТ1, КТ2 және КТ3 барлық уақытша релелер белсендіріледі және олардың байланыстары ОЛ-ның бастапқы ревостатының бөліктерін жабуға арналған КМ2, КМ3 және КМ4 контакторларының тізбектерін ашады (10.8-сурет).

Қозғалтқышты КМ1 желісінің контакторының катушкалар тізбегін жабатын SB1 түймесін басу арқылы іске қосыңыз. Белсенді болған кезде КМ1 желісі байланыста, үш фазалы желідегі мотордың статор орамасын қамтитын.



Сурет. 10.8 Үш реттік негізде іске қосылмайтын бақылауды жүзеге асырудың фазалық роторлы хроно қозғалтқыш схемасы

Сонымен бір мезгілде КМ1 түймесі SB1 түймешесін басады, сол кезде түйме босатылғанда КМ1 контуры КМ1 контуры жабылады. ПР-дегі барлық байланыстар ашық қалады, яғни. қозғалтқыштың басталуы Пр-ның қадамдары толығымен енгізілгеннен кейін басталады ($L_{dob1} + A_{offi} + L_{dob3}$). Сонымен қатар, КМ1 сызықтық контакторының байланыстары КМ2, КМ3 және КМ4 контакторларының катушкаларымен және КМ1 контактілерімен КТ1 уақыт релелік тізбегінде ашық және осы релкті ажыратады. Осы реледегі уақыт кідірісі арқылы КТ1 контактілері жабылады, КМ2 контакторы жұмыс істейді және контактілері OL-тың бірінші сатысын ауыстырады, осылайша қозғалтқыштың іске қосылуы OL ($L_{dob2} + L_{dob3}$) екінші сатысында жалғасады. Сонымен қатар, КМ2 белсендірілген кезде, оның контактілері КТ2 уақыт релесін ажыратады, ал осы реле контактілері КМ3 контакторлы схемасында берілген өлшеу уақытымен қосылады. КМ3 байланысымен, OL-тің екінші кезеңі тоқтап, қозғалтқыштың іске қосылуы OL (L_{dob3}) үшінші кезеңінде жалғасады. Сонымен қатар, К3 уақыт релелік тізбегінде КМ3 контактілері осы схеманы ашады және реле ажыратылады. Оның байланыстары КТ3

босату уақытынан кейін КМ4 контакторының схемасы жабылады, ол жұмыс істейді және оның контактілері арқылы ОЛ-ның соңғы сатысы өтеді.

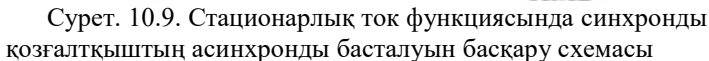
Бұл қозғалтқыштың іске қосу процесін аяқтайды және жұмыс режимін $L_d = 0$ деңгейінде орнатады. Қозғалтқыштың жұмысы ұзақ уақыт бойы жалғасуы мүмкін болғандықтан, КТ1, КТ2, КТ3 және КМ2 және КМ3 контакторларының барлық уақытша релесі контактілері арқылы ажыратылуы ұсынылады. КМ4 контакторының жабық байланыстары толығымен ПР-ды соқтырады.

Қозғалтқышты тоқтатыңыз SB2 түймені басып. Бұл КМ1 сызықтық контакторының катушкасының схемасын ашады, оның байланыстары статор орамасын және КМ2-КМ4 катушкаларының желіден ажыратып тастайды. Уақыттың КТ1-КТ3 релелеріне келетін болсақ, осы релелердің тізбегіндегі контактілердің жабық күйіне байланысты олар қосылады, ол келесі қозғалтқышты іске қосу үшін басқару схемасын дайындайды.

Қозғалтқышты екі желілі сымдармен жүктеуден қорғау үшін, КК1 және КК2 жылу реле қосылады, әдетте ашық контактілер КМ1 сызық контакторының катушкалар тізбегіне қосылады.

10.2.8. Стационарлық ток функциясында синхронды қозғалтқыштың асинхронды басталуын басқару схемасы

Синхронды қозғалтқыштардың ең күрделі жұмысы - бұл іске қосу процесі. Синхронды қозғалтқыштардың көпшілігінде асинхронды іске қосу үшін роторға сақал торы бар. SB1 түймешігі басылғанда, қуат контактілері бар мотор статор орамасын қосатын КМ1 желісі контактісі жұмыс істейді (10.9-сурет). Статордың айналмалы өрісі ротордың бастапқы ұяшығымен келіседі және роторда іске қосу сәті пайда болады. Осы сәтте ротордың жылдамдығымен басталады. Сонымен қатар, тұрақты токтың қозғау орамына берілмейді, ал орам өздігінен айналып тұрған статор өрісіне ораманың аралық айнымалы окшаулануы үшін қауіпті болатын аса жоғары ЭМҚ арқылы бағыттаудан қорғайтын ортаның резисторы R_p -ке жабылады. Ротор жылдамдаған сайын, статор схемасындағы бастапқы ток азаяды. Ағынның шамасын бақылау ағымдағы ток трансформаторы арқылы сызықтық сымдардың біріне қосылған КА ток релесі арқылы жүзеге асырылады. Бұл реле босату үшін статор ток тогының номиналды мәніне тең болады, онда ротордың жылдамдығы синхроникаға ($n \sim 0.95n_1$) жеткілікті жақын. Жарық тогы ток релесінің осы мәнінен асып кеткен кезде, айнымалы ток қосылып, СТ-релелік уақыт катушкасының контактілерінің тізбегін жабады. Бұл жағдайда КМ2 контакторлы схемасындағы СТ байланыстары ашық, ал КМ2 контактілері қозғалтқыш орамасының орамасын талдың кернеуге қосылмайды. Статордың жұмыс істеп тұрған токі бірте-бірте азайған кезде, ол КТ ток релесінің ағымдағы мәніне жетеді. Бұл реле қысқа тұйықталу контактілерімен контактілі КМ2 катушкалар тізбегін жабатын контактілері бар КТ уақыт релесін шығарады және өшіреді. Бұл жағдайда КМ2 контакторы синхронды қозғалтқыштың ОМ-ны

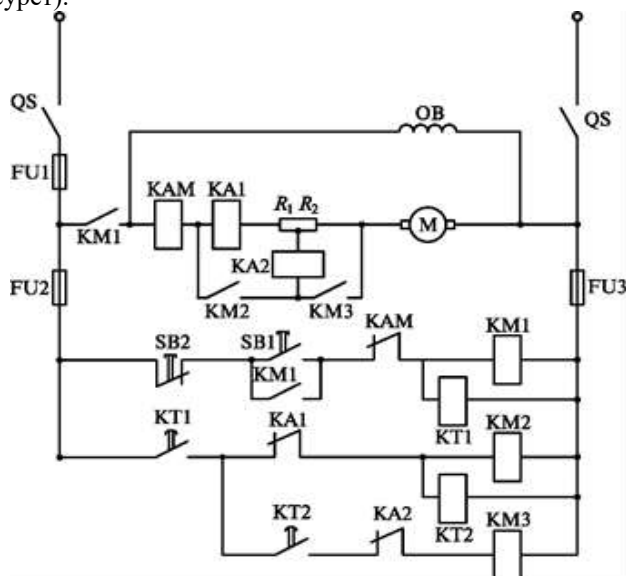


резистенттің шунттағы элементтері ашылады және мотор келесі қосуға дайын болады. Сонымен қатар резистор R контурындағы КМ1 контактілері жабылып, қозғалтқыш динамикалық тежеу режиміне шығады.

Қозғалтқыштың іске қосу сатыларының саны бастауыш резисторға кедергі кезеңдерінің санын қосу арқылы ұлғайтылуы мүмкін, бұл ретте СТ және СМ контакторларының уақыт релелерінің санын арттыру керек. Қозғалтқышты тәуелсіз қоздыру қозғалтқышын іске қосу үшін қарастырылған басқару схемасы сериялы қозғаумен қозғалтқышты іске қосу үшін де пайдаланылуы мүмкін. Қозғалтқышты қозғалтқыш білігіне жүктеме кем дегенде 25% номиналды болғанда ғана қозғалтқышты жүйелі қоздыруға жол берілетінін еске түсіру керек.

10.3.2. Қозғалтқыштың тәуелсіз қоздыру қозғалтқышының токындағы функцияның іске қосуды басқару схемасы

Схема қозғалтқышты екі кезеңде іске қосуды қарастырады. КМ1, КМ2 және КМ3 үш контакторлары, КА1, КА2 және КАМ үш релесі, КТ1 және КТ2 тежеуі бар екі рет реле тізбектерде қолданылады (10.11 сурет).



Сурет. 10.11. Қозғалтқыштың ток тогының тұрақты басқаруындағы тәуелсіз қоздыру ты басқару схемасы

SB1 түймесі басылғанда, КМ1 желісінің контакторы белсендіріледі, ол моторды қуат көздерімен электр желісіне қосады және SB1 түймесі блоктаушы контактілер арқылы ширетіледі. Сонымен бір мезгілде КТ1 уақыт релесі іске қосылады және КМ2 контакторлық тізбегіндегі контактілері баяулаумен жабылады.

Қозғалтқышты зәкір контурындағы ($R1 + R2$) қосымша резисторы бар іске қосу процесі басталады. Бұл жағдайда I_{a1} шамасының арматура тізбегіндегі бастапқы ток $KA1$ ток релесін белсендіру үшін жеткілікті болып шығады және оның контактілері $KM2$ контакторының катушкасының схемасын ашып, осы схема $KT1$ уақыт релесімен байланыста болады.

Ротор жылдамдаған сайын, бастапқы ток азаяды және $I_{a2} < I_{a1}$ мәніне дейін төмендейтін кезде, $KA1$ релесі шығарылады, оның контактілері $KM2$ контакторының тізбегін және $KT2$ уақыт релесін жабады. $KM2$ контакторы жұмыс істейді және контактілері арқылы $R1$ кедергісі $KA1$ ток релесінің катушкасымен бірге ауысады. Бұл қозғалтқышты $R2$ арматура тізбегіндегі кедергісі бар қозғалтқышты іске қосудың екінші кезеңін бастайды және арматура тоғы қайтадан контактілерді $KM3$ контакторларының контурын контактілерін релелік контактілерге дейін аша отырып, $KA2$ ток релесі іске қосылған кезде / $a1$ мәніне қайтадан артады уақыттың $KT2$, баяулауы арқылы іске қосылады.

Қозғалтқыштың зәкір жеделдете берсе, арматураның ток қайтадан I_{a2} шамасына дейін төмендейді, онда $KA2$ ток релесі шығарылады және оның байланыстары $KM3$ контакторының катушкалар тізбегін жабады. Бұл контактор жұмыс істеп, $R2$ қарсыласуын тоқтатады. Енді зәкір тізбегінде қосымша резисторлар жоқ, және қозғалтқыш табиғи механикалық сипаттамасында жұмыс режиміне өтеді.

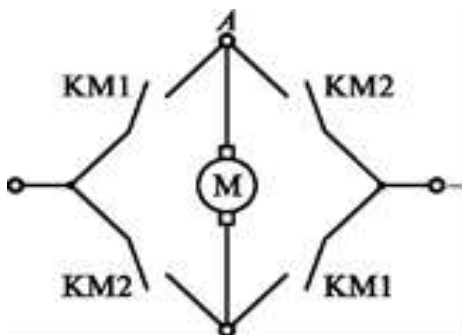
Қозғалтқышты тоқтату үшін $KM2$ контакторын босатып, M қозғалтқышын және барлық релдерді және контакторларды электр желісінен ажырату кезінде $SB2$ түймешігін басыңыз. Нәтижесінде келесі стартка қажетті схема келеді.

Қозғалтқыштың арматура тізбегіндегі KAM -дың артық ток релесі шамадан тыс жүктемеден қорғау үшін қызмет етеді: егер арматура ток I_{a1} -тің өршуі ток шамасынан асып кетсе, KAM релесі жұмыс істейді және контактілерімен $KM1$ контакторының контурын өшіреді.

Қаралып отырған схеманың жұмысын талдай отырып, біз іске қосу кезеңдерінің ауысуын және қозғалтқыштың жұмыс режиміне ауысуын ток релесінің $KA1$ және $KA2$ арқылы ток шамасының бақылауына байланысты екенін көріп отырмыз. Басқаша айтқанда, бастапқы процесс арматура тоғы функциясы ретінде орын алады. Алдыңғы талқыланған іске қосу схемасында (10.10 суретті қараңыз) ток шамасы бақыланды және барлық коммутация $KT1$ және $KT2$ уақыт релесі арқылы жүзеге асырылды, яғни іске қосу тоғының шамасын бақылаусыз уақыт функциясында іске қосу. Сурет. 10.10 қарапайым, яғни құрамында аз элементтер бар (Сурет. 10.10. Реле және контакторлар бес және схема бойынша. 10.11 олардың сегізі бар). Сондықтан схемалардың қайсысы қолайлы болса, электр жетегі, қозғалтқыш қуаты, оны іске қосу шарттары және т.б. нақты жұмыс жағдайларын есепке ала отырып шешілуі тиіс.

10.3.3. Қозғалтқыштың ЭҚК-нің тікелей тәуелсіз қозу қозғалысының функциясындағы кернеудің уақыты, кері функциясы және тежеуі

KM1 және KM2 екі сызықты контакторларының контактілері диагональ бойынша М қозғалтқышы қосылатын көпірді құрайды (10.12 сурет). Арматура орамасындағы ток ағымы



Бұл қозғалтқыш, демек, арматураның айналу бағыты сызықтардың қайсысының жабылғанына байланысты. Осылайша, KM1 контакторы жұмыс істеп тұрған кезде, арматурадағы ток А нүктесінен В нүктесіне дейін және KM2 контакторы белсендірілген кезде ток В нүктесінен А нүктесіне дейін бағытталған.

Сурет. 10.12. Реверсивті басқару схемасының элементі

Қарастырылып жатқан басқару схемасы (10.13-сурет) келесі қондырғыларды қамтиды: QF автоматты ажыратқышы, SB1 (қосарлы), SB2 (екі есе) және SB3 басқару түймелері, KM1, KM2, KM3 және KM4 контакторлары, КТ кешігу уақыты кешігу релесі, KB1 және KB2 релелік кернеулер.

тізбектерін қосады және қосады (КМ4 тізбегі КТ уақыт релесінің ашық контактілері болып қалады). КМ3 контакторы жұмыс істейді және оның контактілері арқылы $L_{д2}$ кедергісі қозғалады, ал қозғалтқыш іске қосудың екінші сатысына көшеді және КТ уақыт релесі басталады және байланыс кезінде уақыт кешігуімен байланыстар КМ4-ден контакторлық схеманы жауып, контактілері арқылы $L_{д1}$ кедергісін ауыстырады. Нәтижесінде қозғалтқыш желінің толық кернеуінде болады, яғни қозғалтқышты іске қосу режимі табиғи механикалық сипаттамалар режимінде жұмысқа ауыстырылады.

Қозғалтқышты сөндіру үшін SB2 түймешігін екі рет басыңыз. Бұл жағдайда КМ1, КМ3 және КМ4 контакторлары өшіріліп, КМ2 контакторы қосылады. Нәтижесінде зәкір тізбегі тоқтың басқа бағытына ауысады (В нүктесінен А нүктесіне дейін). Сонымен қатар, қозғалтқыштың электромагниттік моменті бағытын өзгертіп, алдыңғы бағытта инерция айналуы жалғастыратын якорьге қатысты артта қалады.

Зәкір тоғы $L_{д1} + L_{д2}$ резисторларының кедергісімен шектеледі. $L_{д2}$ резисторы арқылы кернеудің төмендеуіне байланысты КТ уақыт релесі жұмыс істеп, КМ4 контакторлы катушкалары тізбегін контактілерімен ашады. Блоктаушы байланыстар КМ2 SB2 түймені басады және кернеу релесінің KV2 катушкасын қосады.

Дегенмен, қозғалтқыштың қарсыласу жағдайында жинақталған кинетикалық энергияның арқасында бұрынғы бағытта айналу жалғасуда, ал арматура орамасындағы ток өз бағытын өзгертті, арматураның E_A электр желісінің кернеуіне сәйкес басқарылады. Демек, қарсы қосылудың бастапқы сәтінде KV2 кернеу релесі жұмыс істемейді.

Қозғалтқыш негізгі (қозғалтқыш) режимде жұмыс істеп тұрған кезде, ЭДС зәкірі (анти-ЭДС) зәкір тізбегіне қолданылатын кернеуге қарсы және $L_{д1}$ және $L_{д2}$ резисторлары арқылы қатарға қосылады. Сондықтан, KV1 релесінің катушкасы қосылған А және С нүктелерінің арасындағы кернеу тең

$$u_{AC} = E_a + I_a (R_i + 0,5R_2). \quad (10.1)$$

Бұл кернеу шамасы KV1 релесінің жұмысына жеткілікті. Дегенмен, қозғалтқышты кері айналдырғаннан кейін, арматураның орамасындағы ағымдағы бағыт өзгерді және арматураның бірінші сәтте айналу бағыты өзгеріссіз қалады. Осындай жағдайда E_a арматурасының ЭДС бағыты желінің кернеуіне сәйкес келеді. Мұнда өрнек (10.1) форманы алады

$$U_{AC} = - E_a + I_a (R_i + 0,5R_2). \quad (10.2)$$

Алдыңғы сәтте кері таңбаның оң жақ бөлігінің (10.2) екі термині де шамамен тең. Сондықтан KV2 UAC- 0 релелік катушкаларындағы

кернеу. Кейінгі уақытта арматураның ЭДС арматурасының тежегіш моментінің әсерінен арматура айналу жиілігі төмендейді және U_{AC} кернеуі артады. Жиілікті айналу жиілігінде $n \sim (0, 1 \wedge 0, 2) \ll n_{OM}$ номиналды кернеуі KV2 релесінің жұмыс істеуі үшін жеткілікті мәнге жетеді. R_2 кедергісінде C нүктесін таңдап, біз U_{AC} кернеуінің мәнін түзете аламыз.

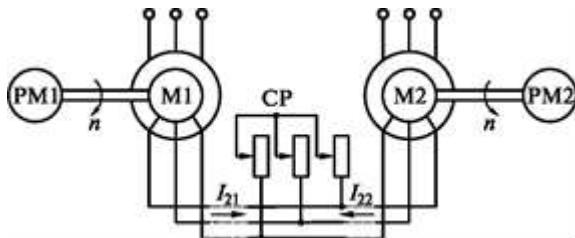
KB2 кернеуінің релесі қозғалыс кезінде KM3 контакторы қосылады, оның контактілері кедергісі $R^\wedge$ ке ауысады. Осы уақытта тежеу үрдісі аяқталады ($n = 0$) және қозғалтқыш кері қайтарылады. Мұндай жағдайларда қозғалтқыш іске қосу процесін бастайды, яғни бастауыш ток резисторларға $R^\wedge$ тоқты беруге шектеу қояды. Бұл жағдайда КТ уақыт релесі өшіріледі және KM4 катушкалар контакторының байланыстар тізбегін жабады. KM4 кедергісі болған кезде, резистор R ығысады және қозғалтқыш жұмыс режиміне ауысады, яғни табиғи режимде жұмыс істейді.

Егер қозғалтқышты тежеуден кейін тоқтату қажет болса, онда арматура айналу бағытын өзгерту сәтінде SB3 батырмасын басу керек, осылайша барлық контакторлар тізбектері ашылып, қозғалтқыш желісінен ажыратылады және басқару тізбегінің барлық релесі мен контактілері келесі күйде қажет болады.

Шығару кедергісі R_p қозғалмалы орамасының ОМ көмегімен тұйық циклды құрайды. Демек, қозғалтқыш QF арқылы өшірілгенде, ОВ-мен индуцирленген өздігінен жүретін ЭМӨ бұл тізбектегі ағымды жасайды және қоздыру орамында сақталатын электромагниттік энергия бұл орамдағы қауіпті асқынулар болмай жылу энергиясына айналады.

10.4. «Электр білігінің» электр жетегі

«Электр білігі» - олардың арасында механикалық байланыс болмаған кезде бірнеше механизмдердің синхронды (үйлестірілген) айналуын қамтамасыз ететін синхрондалған көп қозғалтқышты диск. Бұл үшін әдетте фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштар қолданылады. Статор қозғалтқыштарының орамдары үш фазалық желіге қосылған және роторлардың орамдары өзара байланысты және жабық жүйені құрайды (10.14-сурет). «Электр білігінің» әрбір қозғалтқышы оның жұмыс механизмі арқылы жүзеге асады. M1 және M2 қозғалтқыштары арасындағы электр қосылысы арқасында олардың айналуы синхронды болады. Сонымен қатар, қозғалтқыш роторларының орамында қозғалатын ЭМӨ бірдей және өзара теңестіріледі.



Сурет. 10.14. Фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштар
«Электр білігінің» сызбасы

Ротордың әрқайсысының ағымдары үшфазалы сәйкестікті резистор СР арқылы жабық. Егер қандай да бір сыртқы себептердің әсерінен қозғалтқыштың жылдамдығының теңдігі бұзылса, мысалы, М1 қозғалтқышының жүктемесі артады және айналу жылдамдығы азайса, онда осы қозғалтқыштың сырғыуы артады және тиісінше ротордың фазалық орамдарының ағымдары артады. Нәтижесінде М1 және М2 қозғалтқыштарының роторларының жалғастырушы сымдар мен орамалары пайда болады, бұл М1 моторының моментін арттырады және оны М2 қозғалтқышына азайтады. Сонымен қатар, М2 қозғалтқышының жылдамдығы сәл төмендейді және М1 қозғалтқышының айналу жылдамдығы артады, яғни қозғалтқыштың айналу жылдамдығы белгілі бір орташа мәнге ие болады. Бұл «электр білігінің» қозғалтқыштарының роторларының синхронды айналуын қалпына келтіруге әкеледі.

«Электр білігі» бұл құрылғылардың құрамдас бөліктерінің үйлесімді қозғалысы талап етілетін, олардың арасындағы механикалық байланыс мүмкін емес, немесе техникалық қиындықты туғызатын түйіспелер, құлыптар қақпалары немесе басқа құрылғыларда қолданылады.

Сынақ сұрақтары

1. Автоматты басқарудың ашық және жабық жүйелерінің арасындағы айырмашылық неде?
2. КМ1 және КМ2 контакторларын бір мезгілде ауыстырып қосуға кедергі келтіреді. 10.3?
3. КТ уақытындағы реле суреттегі схемада қандай мақсатқа ие? 10.4?
4. суреттегі схемада жылдамдық релесінің мақсаты туралы түсіндіріңіз. 10.5.
5. Электр тізбегіндегі айнымалы ток релесінің мақсаты қандай? 10.5?
6. КУ2 вольтты релесінің жұмысындағы кідіріс түсіндіреді. 10.13?
7. Электр қозғалтқышының жұмысын «электр білігінің» көмегімен суреттегі схема бойынша түсіндіріңіз. 10.14.

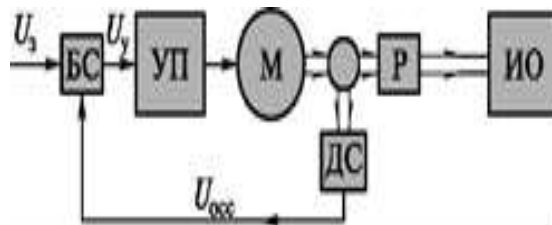
АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЭЛЕКТРО ЖЕТЕКТІ ЖАБЫҚ ЖҮЙЕМЕН БАСҚАРУ

11.1. Негізгі ұғымдар

Көрсетілгендей (10.1-ні қараңыз) электржетектерді автоматтандырылған басқарудың ашық жүйесі параметрлердің белгіленген және шынайы мәндері арасында дәл сәйкестікті қамтамасыз етпейді, себебі күтпеген кездейсоқ факторлардың электр жетегі жүйесіне кері әсер етуі мүмкін.

Жабық жүйелерде параметрлердің белгіленген мәндері туралы ақпаратты тасымалдайтын тікелей эталондық сигнал берілетін тікелей әсер ету тізбегіне қоса, кері байланыс сигналы деп аталатын параметрдің нақты (нақты) мәні туралы ақпарат берілетін кері байланыс ілмелері бар. Кері байланыс - реттелетін параметрдің (координаттың) шығуына пропорционалды болатын физикалық мөлшердің (кері байланыс сигналының) автоматтандырылған тұйық циклдық жүйесін енгізуіне әсер ету. Кері байланыс сигналы ДОС-тың кері байланыс сенсорлары деп аталатын құрылғылардың көмегімен алынған.

Суретте. 11.1 - автоматты басқарудың тұйық жүйесінің блоктық схемасы, онда реттелетін жылдамдық - қозғалтқыштың айналу жиілігі M , бұл механикалық берілетін құрылғы (редуктор) арқылы жұмыс істейтін машинаның ИО атқарушы органын басқарады. Параметрдің шынайы мәні, бұл жағдайда қозғалтқыштың айналу жылдамдығы басқару элементінен (қозғалтқыш) жылдамдық сенсоры арқылы (тахогенератор) және бұл параметрді жылдамдықты $i_{\text{осс}}$ арқылы электрлік кері байланыс сигналына түрлендіреді. Бұл сигнал БС-тің компараторына айналу жиілігін көрсететін сигналмен бірге беріледі, кейінірек түзетіледі. Осыған байланысты УЕ басқарылатын түрлендіргіш U реттелетін параметрдің шын мәніне сәйкес жылдамдықты байланыс сигналы арқылы түзетілген басқару сигналын қабылдайды, бұл жағдайда қозғалтқыштың айналымды жиіліктері M .



Жоғарыда келтірілген қорытындыларды қорытындылай келе, жабық жүйенің міндеті - бақыланатын параметрдің (координаттын) нақты мәнінің белгіленген мәнге сәйкес болуын қамтамасыз ету. Жабық электр жетектер жүйесі тұрақтандыру жүйелеріне және қадағалау жүйесіне бөлінеді.

Тұрақтандыру жүйесінің электр жетектері реттелетін органға кедергі келтіретін факторлардың әсер ету жағдайында қозғалтқыштың кез келген параметрінің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін немесе осы параметрді алдын-ала белгіленген заңға сәйкес өзгертуге арналған. Бұл жиі жылдамдыққа немесе жылдамдыққа байланысты технологиялық процестердің параметрлерін білдіреді. Автоматтандырылған тұрақтандыру жүйесі әдетте металл жұмыс станоктары электр станцияларында, роликті диірмендерде, белдіктерді қайта тегістеу механизмдерінде және т.б. қолданылады. Қайта жылдамдықты байланыс электржетекті механикалық сипаттамаларының қаттылығын арттырудың тиімді құралы болып табылады.

Осындай жүйелердің ең маңызды көрсеткіші - тұрақтандырудың дәлдігі. Тұрақтандырудың статикалық және динамикалық дәлдігі бар. Статикалық дәлдік салыстырмалы «жалпы» жүйелердің қасиеттерін бағалау үшін пайдаланылады. Жүйенің жоғары сапалы индикаторы динамикалық дәлдік болып табылады, ол ең жылдам жылдамдық ауытқуының қатынасы бойынша есептеледі, мысалы, $A_{\max}$ айналу жылдамдығы оның белгіленген мәніне дейін. Динамикалық дәлдікке сәйкес, тұрақтандыру жүйесі төмендегі дәлдікпен (1-5%), орташа дәлдікпен (0.1-1%), дәл (0.01-1.1%) және жоғары дәлдікте (0-ден астам, 01%) [4].

Автоматтандырылған электр жетектерін қадағалау қуаты жетектің көмегімен реттелетін органның қозғалысын ойнатуға арналған, оның қуаты қажетті жылдамдықпен осы ойнату үшін жеткілікті болуы керек. Мұндай электр жетектер өнеркәсіптік манипуляторларда және роботтарда, металл өңдеу машиналарында жем беру механизмдерінде, роликті фабрикалардың бастырғыш құрылғыларында және т.б. қолданылады.

Бақылаушы электро жетектің құрамында жүйе мен сервомоторды қадағалайтын датчик бар. (атқарушы құрылғы). Сенсор атқарушы органның қажетті жағдайын немесе қозғалыс параметрлерін белгілейді: айналдыру бұрышы немесе біліктің айналмалы қозғалысы немесе қозғалу кезінде жүрген қашықтығын. Сервомотор (атқарушы орган) атқарушы органға әсер етеді және бұл қозғалысты жаңғыртады. Қажетті қозғалыс деректерін және атқарушы органға осы қозғалысты ойнататын сервомотор әдетте бір-бірінен қашықтықта орналасқан. Басқаша айтқанда, сервомотор қозғалтқыштың шығысындағы жетектің барлық өзгерістердің артында қадағалауды жүзеге асырады. Электр қозғалтқыштардың жабық автоматтандырылған жүйелері өзара байланысты көп қозғалтқышты электр жетектерінің

жылдамдығын синхрондау үшін; ЧПУ сандық басқару құрылғысын және басқа да бақылау түрлерін қолданумен орындалатын жұмыс машинасының атқарушы органының қозғалысын бағдарламалық бақылау үшін қолданылады;

11.2. Тұрақты токтың электр жетегінің жабық автоматтандырылған жүйелері

11.2.1. Жылдам кері байланысы бар жабық циклді автоматтандырылған электр жетегі жүйесі

Қозғалтқыштың жылдамдығын реттейтін және қозғалтқыш жылдамдығын қозғалтқыш білігінің статикалық жүктеме кезіндегі өзгеруімен және жеткізу желісіндегі ықтимал кернеу ауытқуларынан тұратын міндеттерді орындайтын тұрақты қозғалтқыштың тәуелсіз қозғалтқышының жылдамдық реттегішін мысал ретінде қарастырайық.

Егер бұл процесс қолмен орындалатын болса, оператор айналдыру жиілігін өлшейтін құрылғыны оқып білуге және алынған ақпаратқа сәйкес реттелетін құрылғыда белгілі бір деңгейдегі қозғалтқыш жылдамдығын тұрақтандыру үшін әрекет етуі керек. Осыдан оператордың орнына автоматты контроллер келесі әрекеттерді жасауы керек:

- Қозғалтқыштың айналу жиілігін өлшеу;
- өлшенген жылдамдығын көрсетілген мәнмен салыстыру;
- ауытқудың шамасы мен белгісіне сәйкес реттеу процесіне әсер

етеді.

Осы тапсырмаларды орындау үшін автоматты контроллерде мыналар болуы керек:

- қозғалтқыштың айналу жиілігін орнататын құрылғы;
- айнарудың нақты жылдамдығын өлшейтін және айнарудың нақты жылдамдығына сәйкес электрлік кері байланыс сигналын шығаратын құрылғы;
- кері байланыс сигналы айналу жиілігін анықтайтын және сигнал шығаратын сигналмен салыстырылатын салыстыру құрылғысы;
- электрлік сигнал оны түзету үшін қозғалтқыш жылдамдығына әсер ететін элемент.

Қозғалтқыштың айналу жиілігіне әсер ететін элементке қолданар алдында алынған сигналды күшейткішті қолдануға болады (егер бұл элемент сигнал күшейткіштің қасиеттерін біріктірмесе).

Көрсетілген құрылғылардан тұратын реттеу құралы басқару объектісімен (бұл жағдайда қозғалтқыш болып табылады) автоматтандырылған басқару жүйесін құрайды. Тұрақты қозғалтқышты тәуелсіз қозу қозғалтқышының айналу жиілігін тұрақтандыру және реттеу үшін осындай жүйені қарастырайық. Қозғалтқыштың айналу жылдамдығына әсер ететін жетегі ретінде бұл жүйе басқарылатын тиристор түрлендіргішін пайдаланады (8.4.3 қараңыз).

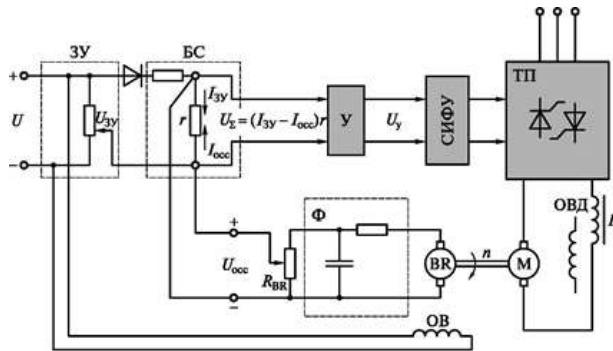
Жүйе мынадай элементтерден тұрады (11.2-сурет):

Потенциометрді білдіретін магистральдық құрылғы, оның шығуында қозғалтқыштың айналу жиілігіне сәйкес U_{3y} кернеуінің мәні орнатылған;

салыстыру блогы, БС салыстыру блогы, онда U_{3y} сигналы i_{occ} жылдамдығына қатысты кері байланыс сигналымен салыстырылады және шығу сигналы i_{occ} г кезінде шығатын $i_y = (13U - i_{occ})г$ сигнал қалыптасады;

күшейткіш, СИФУ импульстік-фазалық басқару жүйесін басқару үшін жеткілікті үйге сигнал күшейтілетін күшейткіш V;

СИФУ жүйесі, трансформатордың тиристор түрлендіргішінің жұмысын бақылайтын импульстарды шығаратын СИФУ жүйесі; басқару сигналының i_y сәйкес;



Сурет. 11.2. Электр қозғалтқышы бар электржетекті автоматтандырылған басқару үшін жабық жүйенің функционалдық диаграммасы жылдамдық туралы теріс кері байланыспен күшті қозғау

Тиристор арқылы басқарылатын айнымалы токтың тұрақты токқа айналуы түрлендіргіші;

электромагниттік қозғалыстағы BR тахографераторы, ол нақты қозғалтқыш жылдамдығына сәйкес i_{occ} жылдамдық кері байланыс сигналын шығарады;

сүзгістің (F) жылдамдығын кері байланыс сигналындағы гармоникалық компоненттерді жоғарылату үшін BR тахогенераторының шығуындағы

i_{occ}

Басқару тізбегіндегі U кернеуінің мүмкін ауытқуы басқару жүйесіндегі қателерді енгізбеуі үшін, тахогенератор ОВ-ның козу қозғалысы негізгі құрылғыға параллель тұрақты ток желісіне қосылады.

Тахогенератордың шығуындағы кернеу айналу жылдамдығына тікелей пропорционалды [(7.1)]:

$$U_{br} = i_{occ} = C_u n, \quad (11.1)$$

мұндағы C_u — пропорционал коэффициенті

Салыстырмалы блоктың кірісінде потенциометрмен орнатылған U_{3y} тірек сигналы айналу жылдамдығына пропорционалды:

$$U_y = C U_n. \quad (11.2)$$

U_{3y} және $U^{\wedge}$ кернеуі БС кедергісі бар, ол үлкен қарсылық кедергісі болып табылады (негізгі құрылғылардың және ВР тахогенераторының сигналдарындағы қателерді енгізе алмайтын 1_{3y} және I_{occ} токтарының мәндерін азайту үшін).

$$U = (I_{3y} - I_{occ}) r = U_{3y} - I_{cc}. \quad (11.3)$$

Теріс кері байланыспен қозғалтқыштың айналу жылдамдығының төмендеуі (мысалы, статикалық жүктеме моментінің өсуіне байланысты) кері байланыс сигналының төмендеуіне әкеледі және U_2 сигналын көбейтеді. Бұл, өз кезегінде, УТ басқару сигналының жоғарылауына алып келеді. Нәтижесінде, СИФУ жұмыс істеуі қозғалтқыштың жылдамдығы мәнге дейін артады, онда жылдамдықты кері байланыс сигналы $U^{\wedge}$ қалпына келтіріледі, бұл U_L және U_y сигналдарының мәндерін қалпына келтіреді және нақты қозғалтқыш жылдамдығы бастапқыда көрсетілген мәнге қалпына келтіріледі. Егер қандай да бір себептермен қозғалтқыштың айналу жиілігі қозғалтқыш білігіне жүктеменің азаюына немесе жеткізу желісіндегі кернеудің жоғарылауына байланысты орын алуы мүмкін орнатылған мәннен асып кетсе, кері байланыс сигналы күшейе түседі және көрсетілген сигнал $U_{3y} = const$, онда сигналдардың маңызы азаяды және u_y , бұл қозғалтқыштың жылдамдығын төмендетуге әкеледі белгілі бір мәнге. Бұл жағдайда кері байланыс сигналы оның мәнін қалпына келтіреді.

Егер қарастырылып жатқан реттеуші жүйеде оң кері байланыс қолданылса, тахогенераторды салыстыру блогымен байланыстыратын сымдармен алмасу жеткілікті болса, онда салыстыру блогында сигналдардың қосылуы болады

$$u_{3y} + u_{occ} = (I_{3y} + I_{occ}) r = U_{3y} + I_{cc}. \quad (11.4)$$

Бұл жағдайда қозғалтқыштың жылдамдығын аздап жоғарылату, I_{occ} сигналы оң кері байланыс сигналымен бірге, U_2 сигналының жоғарылауына алып келеді, бұл қозғалтқыштың айналу жиілігін одан да жоғарылатады. Нәтижесінде, айналу жиілігін тұрақтандырудың орнына оның шексіз ұлғаюы орын алады, яғни. электр жетегінің жүйесі бақыланбайтын болады.

Қажет болған жағдайда, қозғалтқыштың жылдамдығы шебер U_{3y} сигналының мәніне әсер етуі керек. Мысалы, жылдамдықты арттыру үшін, U_{3y} кернеуін БС компараторының магниттік құрылғының потенциометрі арқылы кіруін ұлғайту қажет, бұл сигналдар мен u_y ұлғаюына әкеледі.

$$v = u_{cc}/u_{3y}. \quad (11.5)$$

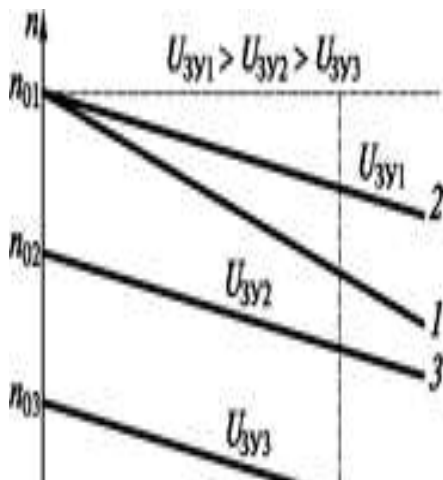
Мұны істеу үшін кері байланыс сигнал деңгейін потенциометр R_{BR} арқылы өзгерту керек.

Теріс жылдамдықты кері байланыспен автоматты басқарудың тұйық жүйесіндегі электр жетегінің механикалық сипаттамалары (11.3-сурет, 2-сурет) ашық жүйелердің ұқсас сипаттамаларынан (1-график) жоғары қатаңдық дәрежесімен ерекшеленеді. Бұл тұйық жүйеде жылдамдықты кері байланыс бар болғандықтан айналу жылдамдығы сақталады, сондықтан статикалық жүктеме жоғарыласа, қозғалтқыштың айналу жылдамдығы іс жүзінде өзгермейді және жабық басқару жүйесінде ашық жүйедегі электр жетегінің механикалық сипаттамаларына қарағанда, электр жетегі сипаттамаларының бұрышы аз.

Кері байланыс сигналының деңгейіне әсер ету арқылы механикалық сипаттамалардың бейімділігін өзгертуге болады: iOS-ді азайту арқылы кері байланыс электр жетегінің қасиеттеріне әсер етеді және сипаттамалардың бейімділігінің бұрышы артады.

Осылайша, теріс жылдамдықты кері байланыс енгізу электр жетегінің механикалық сипаттамаларының қатаңдығына әсер етудің тиімді құралы болып табылады.

Осінің биіктігіндегі сипаттамалардың негізгі құрылғының кернеуі анықталады: U_{3y} неғұрлым аз болса, онда оның механикалық сипаттамасы төмен болады.



Сурет. 11.3. Теріс жылдамдықты кері байланыспен

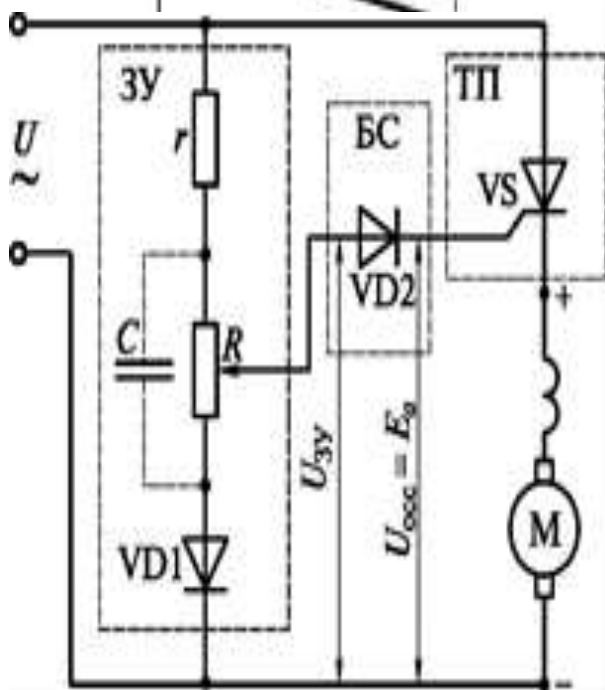
электр жетегінің механикалық сипаттамалары

Суретте. 11.4

сериялы қоздыру қозғалтқышы бар

электржетекті жабық жүйені көрсетеді.

Бұл мән айналу жылдамдығына байланысты DC мотор параметрін пайдаланып кері байланыс кері байланыс сигнал электр жетегі жылдамдығы қолданылады. диск кері байланыс сигнал белгілі



ретінде, орамасының арматура, жылдамдығы электр күшіне АА үшін пайдаланылады Қазіргі жылы жылдамдығы мен қарсы бағытталған кернеу пропорционал якорь тізбегіндегі ток қолданылады. Осы ағынның сұлбалық диаграммасында блок-схеманың элементтері сызылған сызықтармен кесіледі. Қарастырылған электр жетегінің жұмыс принципі U3y негізгі құрылғысының сигналын жылдамдықты кері кернеумен салыстыруға негізделген Еа қозғалтқышының қарсы э-эмфімен өндірілген i_{oss} . Схеманы салыстыру элементі VD2 диодты болып табылады, себебі осы диод арқылы ток кернеу айырмасы $U_{3y} - i_{oss}$ арқылы анықталады.

Сурет. 11.4. Тұрақты ток қозғалтқышы
бар электр қозғалтқышының
жабық жүйесіжәне кері байланыс сигналы ретінде қарсы ЭДС Еа
қолдану арқылы

Ағым диапазоны VD1 диод арқылы тек V айнымалы кернеудің оң жартылай циклі арқылы өтеді. РП потенциометрімен U3y кернеуінің мәні орнатылады, егер М қозғалтқышының жылдамдығы қажетті мәнден асып кетсе, Еа арматура ЕА-ға қарсы ЭМӨ артады, онда айырмашылық $U_{3y} i_{oss}$ VS тиристорының құлпын ашу үшін жеткіліксіз мәнге дейін төмендейді, ал мотор өшеді. Бірақ, мотор арматурасының жылдамдығы төмендей бастағаннан кейін, U3y - i_{oss} айырмасы артады, тиристор ашылады да, қозғалтқыш қайтадан қосылады.

Қарастырылған электр қозғалтқышын неғұрлым тұрақты ету үшін, РП потенциометрі С конденсаторы арқылы ауытқиды.

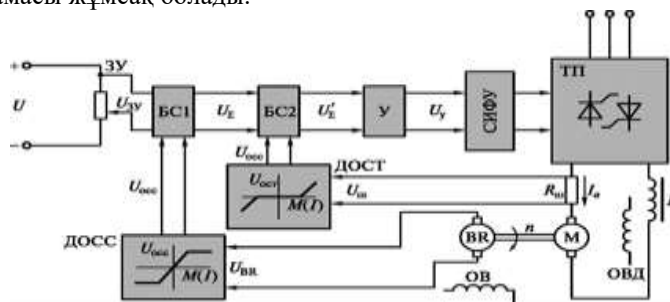
Ағымдағы қозғалтқыштағы сериялы токтың қолданылуы осындай қозғалтқыштардың «жұмсақ» механикалық сипатына ие болғандықтан, олардың айналу жылдамдығын тұрақтандыру өте маңызды болып табылады. Сызбада жарты толқынды түзетуді пайдаланады, бұл тиристордың қосылуын жеңілдетеді, өйткені ол тиристордың құлыптау элементтерін енгізуді талап етпейді. Қарастырылған түрде электр тізбегі төмен қуаттың электр жетегі үшін жарамды. Бірақ схемалық шешімдер үш сатылы көпірлік тізбекте орындалатын күшті бақыланатын түзеткіш арқылы қуатталатын жоғары қуатты электр жетегі үшін схема үшін тиристордың бекітілуін қамтамасыз ете алады.

11.2.2. Зәкір жылдамдығы мен ағымы бойынша кері байланыспен автоматтандырылған тұрақты ток электр жетегінің жабық жүйесі

Механикалық сипаттамалар түрлерінің кері әсерлері әр нақты жағдайға қажетті сипаттамалары бар электр жетектерін жасауға мүмкіндік береді.Осылайша, жабық автоматтандырылған электржетек жүйесіндегі арматура жылдамдығы мен ток көздері бойынша теріс кері байланыс қолдану үш аймақтық механикалық сипаттамаларды алуға мүмкіндік береді.Бұрын қаралған жабық жүйемен салыстырғанда (11.2-суретті қараңыз), бұл жүйе зәкір ағымы туралы теріс кері байланыс тізбегі арқылы толықтырылады. Зәкірдің ағымына пропорционалды

электр сигналын алу үшін, I_a , иш = $I_a R_m$ зәкірдің тоғына пропорционалды электр сигналын алуға арналған шағын электрлік қарсыласудың амплитудалық элементі қозғалтқыштың зәкір тізбегіне дәйекті түрдеқосылады.

Осылайша, қозғалтқыштың жүктемесі артады, ток бойынша теріс кері байланыс сигнал күшейеді, $I_{ш} = I_a R_m$. СИФУ қондырғысына жеткізілетін бақылау сигналының i_y әлсіреуіне әкеледі және зәкір тізбегіндегі кернеуді төмендетуге көмектеседі, демек, зәкір айналу жиілігін төмендетеді. Нәтижесінде электр жетегінің механикалық сипаттамасы жұмсақ болады.



Сурет. 11.5. Электржетекті жабық жүйенің функционалдык диаграммасы теріс теріс қозғалтқышы жылдамдық және зәкір тоғы бойынша кері байланыс

Теріс жылдамдықты кері байланыс схемасы UBR сигналы жылдамдықты кері байланыс сенсорына (ДОСС) берілетін сигнал, BR тахо генераторын қолданады. Сонда $i_{огт}$ сигналы BC1 салыстыру блокына беріледі. BC1 шығыс сигналынан $U_x = U_{зy} - i_{огт}$ тең, BS2 салыстыру блогына өтеді, мұнда теріс кері байланыс сигналының шамасы азаяды:

$$U_x = U_{зy} - i_{огт}. \quad (11.6)$$

Осылайша, егер электр жетегіндегі теріс кері байланыс екі түрі де болса, онда шебердің сигналы екі есе азайтылады, ал СИФУ құрылғысына келетін бақылау сигналы

$$i_y = \frac{U_x}{R_m} - i_{огт} - \frac{U_{огт}}{R_m}. \quad (11.7)$$

Сигнал ток ағымының $I_{ш}$ тоғына пропорционалды, ағымдық ток өшіру құрылғысы бар ағымдағы кері байланыс сенсорының (ДОСТ) кірісіне беріледі. Осы құрылғыға байланысты теріс ток кері байланысы BS2 салыстыру блокқа тек осы құрылғыда көрсетілген белгілі бір мәннен басталатын, мысалы, $M_{огт} > 0,6 M_{ном}$ жүктеу сәтіне сәйкес келетін арматураның тоқынан бастап енгізіледі. $i_{огт} = f(M)$ тәуелділігінің кестесі ДОСТ блогында көрсетілген. Кесу құрылғысындағы орнатылған мәннен

төмен зәкір ток шамаларына сәйкес келетін жүктеме сәттері жүйе теріс жылдамдық кері байланысымен жұмыс істейді.

Алдын-ала қаралғаннан бастап, теріс кері байланыс жылдамдығы электр жетегінің механикалық сипаттамаларының қаттылығын арттырады. Жылдамдық ДОСС үшін кері байланыс сенсорында кескіш құрылғы бар, соның арқасында I_{OCC} жылдамдығы бойынша теріс кері байланыс сигналы қозғалтқыштың айналу жылдамдығымен тек M жүктеу моментінің белгіленген мәніне пропорционалды түрде өзгереді, мысалы $M < 0.8M$. Қозғалтқыштың жүктемелері осы мәннен асып кетсе, жылдамдық i_{OCC} үшін кері байланыс сигналы өзгеріссіз қалады. $i_{OCC} = f(M)$ тәуелділігінің графикасы жылдамдық ДОСС үшін кері байланыс сенсорында бейнеленеді. Жоғарыда айтылғандай, теріс жылдамдық кері байланысы тоқтаған кезде айналу жиілігінің тұрақтануы тоқтатылады, бұл электр жетегінің механикалық сипаттамаларының қаттылығын төмендетеді.

Қозғалыстың механикалық сипаттамаларына теріс кері байланыспен арматура жылдамдығы мен ағымына байланысты (11.6-сурет), осы сипаттамалар бойынша үш аймақ бар: I аймағы, тұйық жүйеде теріс жылдамдықпен кері байланыс болғанда, бұл бөлімнің электр жетегінің сипаттамаларын елеулі қаттылығын береді;

II аймағы, оның ішінде арматура жылдамдығы мен ағымы бойынша теріс кері байланыстың екі түрі де жұмыс істейді, ал соңғысы M жүктеу моментінің ұлғаюымен айналу жылдамдығының төмендеуіне және, тиісінше, жүктеме ток I_a ; соның салдарынан механикалық сипаттамалардың қаттылығы төмендейді (абсцисса осіне қарай бейімділік артады);



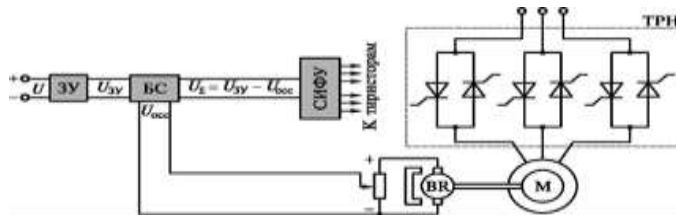
Сурет. 11.6. Жүктеме жылдамдығы мен ток кернеген кері байланысымен электр жетегінің үш аймақтық механикалық сипаттамасы

III аймағы, оның ішінде арматура токтарының теріс кері байланысы ғана жұмыс істейді (жылдамдықта теріс кері байланыс сигналы жоқ), механикалық сипаттамалар тіпті жұмсақ болады.

11.3. Ауыспалы ток электр жетегінің жабық автоматтандырылған жүйелері

11.3.1. Қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқышымен тиристорлық кернеу реттегішінің көмегімен электр қозғалтқышының жабық автоматтандырылған жүйесі

Айналмалы жиілікті өзгерту әдісі ретінде асинхронды қозғалтқышты статор орамына қолданылатын кернеуді реттеу 3.6.4-де қарастырылған. Бұл әдіс тек қана асинхронды қозғалтқыштар үшін тиімді, себебі механикалық сипаттамалары жеткілікті жұмсақ. Басқару әдісі желдеткішті жүктемесі бар электр қозғалтқыштарында ең қолайлы болып табылады, егер статикалық жүктеме моменті $M_{с.в}$ айналу жиілігінің квадратына қатысты өзгерсе, $M_{с.в} = n^2$ (3.2.2, с суретін қараңыз). Бұл бақылау әдісін енгізу үшін автоматтандырылған электр жетегінің тұйық жүйесінде ТПН тиристорының кернеу реттегіштері қолданылады (8.6 қараңыз). Схема теріс жылдамдықты кері байланыс сенсоры ретінде тікелей ток тахогенераторын пайдаланады (11.7-сурет). Тахогенераторды үнемі магнитпен және электромагниттік қозғаумен қозғалту арқылы пайдалануға болады. Кейінгі жағдайда тахогенераторды қоздырудың орамасы суреттегі диаграммада көрсетілгендей қосылады. 11.2.



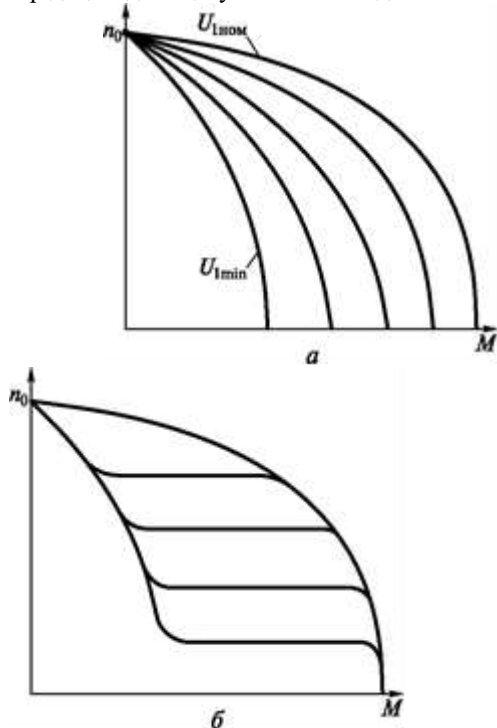
Сурет. 11.7. Жабық автоматтандырылған жүйенің функционалдық диаграммасы
синхронды электр қозғалтқышы бар электржетегі ТПН

U3y драйверінің сигналдарының теріс және кері байланыс жылдамдығының $i_{ос}$ өзара әрекеттесуі 11.2.1-де сипатталғанға ұқсас. Осы өзара әрекеттесудің нәтижесінде импульсті фазалық басқару жүйесін енгізу үшін сигнал енгізіледі

$$I_{с} = I_{3y} - I_{ос} \quad (11.8)$$

СИФУ модулі U_2 сигналына сәйкес тристорлардың жұмысын бақылайды, бұл ТРН шығысындағы қажетті кернеуді қамтамасыз етеді. Қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқыштың автономды түрде немесе ашық ілмекті электр қозғалтқыш жүйесінде жұмыс істейтін механикалық сипаттамалары сурет. 11.8, а. U1 статорларының кернеуі бойынша әрекет ету әдісімен жылдамдықты реттеу аймағы жоғарғы сипаттамалары и1-нің номиналды мәніне және статистикалық кернеудің

ең төменгі U_{lmin} мәндеріне сәйкес келетін сипаттамалардың тұқымымен шектеледі. Қозғалтқыш теріс жылдамдықты кері байланыспен жабық жүйеде жұмыс істеп тұрған кезде механикалық сипаттамалардың қаттылығы айтарлықтай артады және олар суретте көрсетілген форманы алады. 11.8, б. Қозғалтқыштың тұйық жүйеде жұмыс істейтін теріс кері байланыспен жұмыс істейтін механикалық сипаттамаларының мұндай қатаңдығы, жүктеме моменті артып отырғандықтан, қозғалтқыштың ротордың жылдамдығын төмендету үрдісі байқалады. Бұл кері байланыс сигналының i_{occ} төмендеуімен бірге жүреді, бұл өз кезегінде СИФУ енгізу кезінде U_2 кернеуінің ұлғаюына әкеледі. Нәтижесінде басқару бұрышы азаяды (8.4.1-ні қараңыз) және ТПҚ шығу кернеуі артады, бұл қозғалтқыштың ротордың жылдамдығын алдыңғы мәнге дейін қалпына келтіруге әкеледі. Жүктеме сәті төмендегенде, ТРН шығысындағы кернеу азайып, айналу жылдамдығын бір деңгейде сақтауға көмектеседі.



Сурет. 11.8. Автономды режимде (а) және теріс кері байланыспен жабық автоэлектрлі электр жетегіндегі жұмыс кезінде қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары (б)

Электржетектің жабық жүйесінде қолданылатын қысқа тұйықталудағы асинхронды қозғалтқыш қажетті «жұмсақтық» механикалық сипаттамаларына ие болмаса, фазалық-ротордың тізбегіне

қажетті қаттылық механикалық сипаттамаларын алу үшін қажетті $L_{\text{доб}}$ кедергісінің резисторын қосу арқылы фазалық ротордың көмегімен индукциялық қозғалтқышты қолдануға болады.

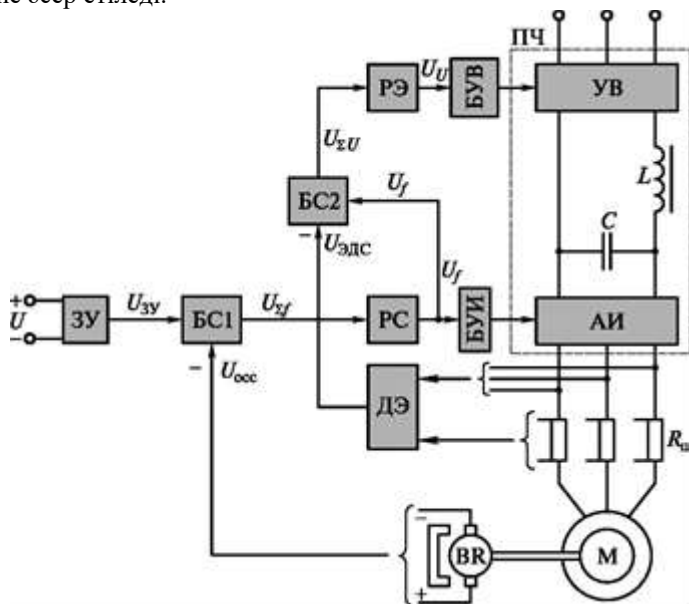
11.3.2. Жиілікпен басқарылатын асинхронды қозғалтқышы бар эпизодты электржетекті жабық автоматтандырылған жүйесі

Асинхронды қозғалтқыштарды реттеу үшін жиілік түрлендіргіштерін пайдалану үлкен мүмкіндіктер тудырады. Алдыңғы уақытта көрсетілгендей (8.5-ні қараңыз), жартылай өткізгіш жиілік түрлендіргіштері айналмалы ток кернеуінің және жиілігін өзгертуге мүмкіндік беретін айнымалы ток қозғалтқыштарының айналу жиілігін реттейтін ең үлкен қолданысқа ие. Айналыру жылдамдығының жиілігін бақылау мезгілде айнымалы токтың жиілігін және қозғалтқыштың статор орамына қолданылатын кернеуді өзгерту арқылы жүзеге асырылады. Осы параметрлердің өзгеруі туралы заң жұмысшы машинаның механикалық сипаттамасына байланысты болады (1.2 суретті қараңыз). Басқару процесінде индукциялық қозғалтқыштың негізгі магниттік ағыны өзгеріссіз сақталса, онда қозғалтқыштың максималды моменті өзгеріссіз қалады, бұл қозғалтқыштың жүктемені үнемі крутящего сәтте тұтастай бақылау ауқымында тежеу қабілетінің тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Кернеудің көтерілуіне жол берілмеген жағдайда номиналды мәннен асатын ток тогының жиілігін реттеу ерекшелік болып табылады. Бұл магнит ағынының төмендеуіне әкеліп соғады, демек, қозғалтқыштың жүктемесінің төмендеуіне әкеледі.

Осылайша, қозғалтқыш білігіне механикалық жүктеме сипатына қарай, жиілік түрлендіргіштері ауыспалы ток пен кернеу жиілігі арасындағы ерекше қатынастарды жүзеге асыратын әр түрлі қозғалтқышты басқару режимдерін қамтамасыз етеді (3.6.3 қара). Кернеу мен жиілік арасындағы сызықтық байланыс ($U / f = \text{const}$) - қарапайым және «тұрақты крутящий» режимін ұстап тұру үшін іске асырылады. Центрифугалаушы сорғылар мен желдеткіштердің электр жетектерін реттеу үшін кернеу мен жиілік $U / f^2 = \text{const}$ арасындағы квадраттық қатынас қолданылады. «Тұрақты қуат» режимін құру үшін жиілік пен кернеу мен $f = \text{const}$ арасындағы қатынастарды қадағалау қажет. Осындай тәуелділіктерді асинхронды қозғалтқыштардың жиіліктік бақылауымен жүзеге асыру көптеген электр жетектеріне жеткілікті. Сонымен қатар, қазіргі заманғы автоматтандырылған электр жетегіндегі реттеудің сапасын арттыру қажет. Осындай реттеу жиіліктік түрлендіргіштерді пайдалана отырып, электр жетектерінің жабық автоматтандырылған жүйелерінде мүмкін.

Белгілі болғандай, тұрақты ток қозғалтқыштарында екі орам бар: қозу қозғалысы және арматура орамасы. Қозу қозғалтқышының қозғалтқышы қозғалысқа келтіреді, ал арматурадағы ток электромагниттік сәттің шамасын анықтайды. Орамдық функциялардың бұл бөлімі тұрақты ток қозғалтқыштарының параметрлерін реттеу процесін жеңілдетеді. Айналмалы ротордың асинхронды қозғалтқышы болсақ, онда бір ғана орамасы бар - статор орамасы, оның параметрлері

Функционалдық сұлбасы күйіште көрсетілген автоматтандырылған электр жетегінің жабық жүйесімен қарастырыңыз. 11.9. Бұл жүйеде жиіліктік реттеу үшін қозғалтқышқа және индукциялық қозғалтқыштың статор Е1-ке қолданылатын кернеу жиілігіне әсер етіледі.



Ауыспалы ток тогының жиілігі $n1$ синхронды айналу

ЭДС $E_1 = E_1 + I \setminus Z \setminus$ статорларына балама болатын uEdC теріс кері байланыс сигналы ДЭ датчигі (ЭДС сенсоры) арқылы қалыптастырылады. Бұл сенсор статор U1 кернеуінің сигналын қабылдайды және шунттағы өлшенген кернеу тамшылары түрінде сызықты сымдардағы токтар 11-ге тең болады. ДЭ датчигі құрамында кернеу трансформаторы, түзеткіш, статор ток өлшеу каналындағы күшейткіш, тартқыш және сүзгі бар. Ioss жылдамдығы үшін теріс кері байланыс сигналын алу үшін BR тахо генераторы қолданылады. Ioss сигналы BS1 жылдамдықты салыстыру блогына өтеді, онда ол U3y сигналынан шығарылады.

Алынған сигнал $U_f = U_{3y} - i_{oss}$ жылдамдықты реттегішке өтеді. УК сигналы ДК шығысындағы, автономды түрлендіргіш АГ жиілігін басқару үшін сигнал болып табылатын, түрлендіргіштің басқару блогына беріледі, ол U_h сигналына сәйкес АН-ларды бақылау үшін кернеу импульстарын шығарады. Сонымен қатар, U_f сигналы BS2 салыстыру қондырғысына қолданылады, онда ол НС түзеткіштің кернеуді басқару сигналын мәнге теңестіреді.

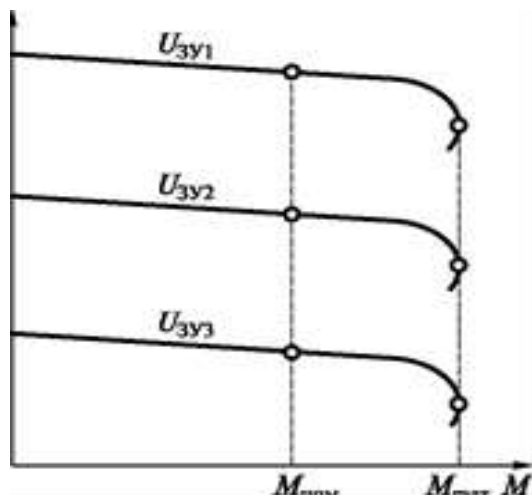
$$U_{XU} = U_f \wedge DC.$$

РЭ электр қозғалтқышының реттеушісі арқылы өтетін бұл сигнал U_U мәнін алады және түзеткіштің ББВ басқару блогына беріледі.

U_U сигналына сәйкес, бұл блок УВ триисторлары үшін басқару импульстарын шығарады.

Егер жабық жетек жүйесі тұрақты крутящего режимінде жұмыс істейтін болса, онда инверторлық қозғалтқыштың статор орамасына түрлендіргіштен келетін U_1 кернеуінің өзгеруі жиіліктің өзгеруіне / 1-ге пропорционалды болуы керек, яғни. осы параметрлердің қатынасы $U / f = \text{const}$ болып табылады.

Мысалы, электр жетегіндегі қозғалтқыш білігіне жүктемені көтеру сәтінде байланысты айналу жылдамдығын төмендету үрдісі байқалды. Бұл жағдайда Цосс жылдамдығындағы теріс кері байланыс сигналы төмендейді, бұл үй сигналының ұлғаюымен және i_y сигналының тиісті ұлғаюымен бірге жүреді.



Сурет. 11.10. Жиілік басқарумен асинхронды электржетекті жабық жүйенің механикалық сипаттамалары

Нәтижесінде, АИ автономды түрлендіргіштің жұмыс режимі өзгереді және оның шығуындағы ток жиілігі қозғалтқыштың айналу жылдамдығын қалпына келтіретін, ал жүктің жоғары болу жағдайында f шамасына дейін артады. Сонымен қатар, U_f сигналы BS2 салыстырмалы блокқа өтеді, бұл U_{2U} кернеуінің және U_{jj} сигналының жоғарылауына әкеледі. Бұл соққы толқындарының шығуындағы кернеудің ұлғаюына әкеледі, демек, АИ шығу кезінде U мәніне дейін ұлғаяды.

Бірақ ПФ шығарылымындағы кернеу мен жиіліктің өзгерістері U_f сигналының әсерінен пайда болғандықтан, осы параметрлердің қатынасы өзгеріссіз қалды. $f_1 = U_1 / f_1 = \text{const}$. Сонымен қатар,

қозғалтқыштың тиеу мүмкіндігі алдын ала белгіленген деңгейде қалады. Электр қозғалтқышының жиілікті басқару жүйесімен қарастырылған тұйық жүйеде механикалық сипаттамалары, сондай-ақ теріс жылдамдықты кері байланысқа ие электржетектердің басқа жүйелерінде өте қатаң болып көрінеді (11.10-сурет). U3 шеберінің шығысындағы кернеу төмендегенде және механикалық сипаттамалары төмен қарай жылжиды, қалған параллельді, яғни сипаттамалардың қаттылығы өзгеріссіз қалады.

11.4. Бағдарламалық басқарумен электр жетегі

Бағдарламаны басқару - алдын ала белгіленген бағдарламаға сәйкес объектінің жұмыс режимін басқару, бұл жағдайда электр жетегі арқылы басқару. Кез-келген процесті басқару бағдарламасы өндіріс механизмінің атқарушы органдары жүзеге асыратын іс-әрекеттердің реті мен сипаты туралы ақпаратты қамтиды.

Бағдарламаны бақылаудың ең тамаша түрі - бағдарлама операциялық жүйенің реттілігін анықтайтын сандар түрінде, жұмыс органының қозғалыс жылдамдығымен және жылдамдығымен және басқа ақпаратпен көрсетілген кезде, ЧПУ бағдарламасының сандық бағдарламасы.

Бағдарлама сандардағы кодталған комбинация түрінде бұқаралық ақпарат құралдарында (пленка, таспа, магниттік таспа, оптикалық диск және т.б.) жазылады. Бағдарламаның ең ыңғайлы түрі - екілік код. Екілік кодының ыңғайлылығы екі тұрақты күйдегі элементтердің цифрлық басқару жүйелеріндегі сандарды көрсету мүмкіндігімен анықталады: «ашық» (біріне сәйкес келеді) және «жабық» (нөлге сәйкес келеді). Екі тұрақты күйі бар элементтер реле, кілттік режимдегі транзистор, тиристор және т.б. болуы мүмкін.

Перфокарталар мен бұрандалы таспалардағы 1-ші нөмір бағдарламаны оқып жатқанда электрлік импульстың пайда болуына әкеліп соқтырады, ал № 0 саңылаусыз, яғни серпін жоқ. Бағдарламаны жазу үшін басқа кодтық жүйелер бар, мысалы, екілік-ондық жүйе.

Бағдарлама тасымалдаушысы кодталған ақпараттарды жұмыс элементін (құрал немесе бұйым) белгілі бір дәйектілікпен және жылдамдықпен жылжыту үшін электр жетегінің жұмысын бақылайтын электрлік импульстар тізбегіне (сигналдар) түрлендіретін оқу құрылғысына орналастырылады.

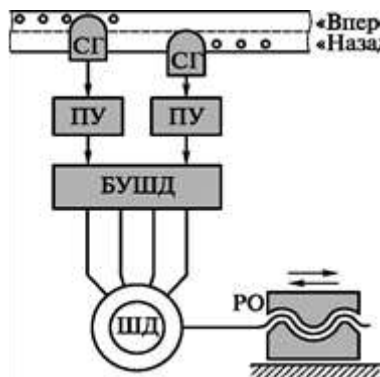
Ең қарапайым ЧПУ жүйелері - электрлік импульстарды бұрыштық немесе сызықтық қадамдық қозғалысқа түрлендіретін қадамдық қозғалтқыштарды қолданатын ашық жүйелер (3.9-шы қара). Дайындау бөлігін координатаның әрбір осіне жылжыту үшін өзіңіздің электр жетегіңіздің электр жетегі бар.

Суретте. 11.11 қозғалыстың бір координатасы үшін бағдарламаланатын басқаруымен қадамдық қозғалтқыштың функционалдық диаграммасы көрсетілген. Бағдарлама екі тректі түрінде жазылған таспаға белгілі бір кодта жазылады - жұмыс органының «алға» қозғалысы үшін бір жол, екіншісі - «артқа» қозғалысы үшін. Дыбыс

таспасы таспа механизмі арқылы СГ оқу басынан өтіп, жазылған таспа бағдарламасында кодталған электрлік импульстардың жүйесіне айналады.

Аралық күшейткіште күшейткіш күшейткіштен кейін импульстар ТТТД сатылы қозғалтқышының фазаларының орамдары арқылы басқару импульстерін тарататын сатылы қозғалтқыштың BUTTД басқару блогына жіберіледі. Қозғалтқыштың қозғалтқышы осы импульстерді орындайды және қозғалтқыш білігінің айналмалы қозғалысын трансляциялық қозғалысқа айналдыратын бұрандалы беріліс қорабымен жүзеге асырады, мысалы, жұмыс элементін, мысалы, металл өңдеу машинасын қолдайды. Бағдарламаның әрбір серпін қозғалтқыштың бір сатысына сәйкес келеді. Импульстардың жалпы саны жұмыс элементінің жылжуының мәнін (қашықтықты) және бұл импульстардың жиілігі - жұмыс элементінің қозғалыс жылдамдығын анықтайды.

Перфотаспа Ашық циклдық CNC жүйесі қарапайым және ықшам, бірақ бағдарламаны іске асырудың жоғары дәлдігін қамтамасыз етпейді, себебі жұмыс элементінің қозғалысы позицияда және жылдамдықта кері байланыспен бақыланбайды. Сондықтан кез-келген параметрдің кездейсоқ өзгеруі (ток кернеуі, жүктеме моменті және т.б.) бағдарламаны ойнату кезінде қате тудыруы мүмкін. Егер бағдарламаның жоғары дәлдігіне қол жеткізу қажет болса, басқару сигналдары нақты элементті басқаруды және жұмыс элементінің қозғалыс жылдамдығын басқаратын датчиктердің кері байланыс сигналдарымен түзетілген CNC-пен электр жетегінің жабық жүйелерін пайдаланады.



Сурет. 11.11. ЧПУ-мен ашық-циклдық жетек жүйесінің құрылымдық диаграммасы

Әдетте электр қозғалтқышының қозғалыстағы электр қозғалтқышы ретінде сандық басқару жүйесімен тікелей ток қозғалтқыштары (қозғалтқышы қуыс немесе тегіс арматурасы бар) қолданылады.

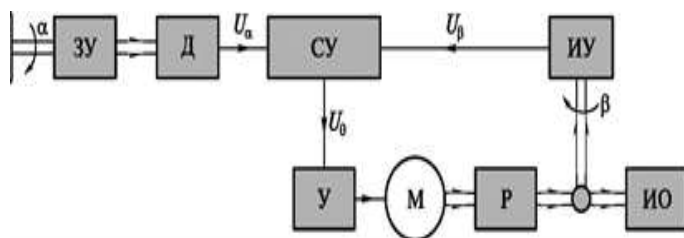
11.5. Бақылаушы электржетекті аналогты басқару

Бақылаушы электржетек (қозғалтқыш) көмегімен бұрыштық қозғалыстарды автоматты түрде шығаратын жабық жүйе. Суретте. 11.12 тармақ бойынша жетекші құрылғыдағы айналмалы қозғалысы бар сервомотордың блоктық схемасы көрсетіледі, онда оған жетектің бұрылыс жетегінің қажетті бұрышы орнатылады. Датчиктің жадымен механикалық байланысы арқасында, соңғы бұрылу бұрышы а сигналының сигналын U_a -ға түрлендіреді. Атқарушы орган

механикалық түрде өлшеу қондырғысына қосылады, онда электр сигналының Жоғарыда қалыптасуы жүзеге асырылады, ол жетектің бұрылу бұрышына белгілі бір функционалдық тәуелділікте болады. Сигнал Жоғарыда - жетектің позициясында кері байланыс сигналы. U_a және U_p сигналдары компараторға жіберіледі, оның шығуында тірек сигналы мен кері байланыс сигналы арасындағы айырмашылыққа тең сигнал бар, ол сәйкессіздік сигналы деп аталады

$$U_e = U_a - U_p. \quad (11.9)$$

Бұл сигнал Y күш күшейткішіне, содан кейін қозғалтқыш M -ге жіберіледі, онда қателік сигналы P -редукторы P арқылы механикалық M қозғалтқышына қосылған қозғалтқыштың бұрыштық қозғалысына айналады. Бұл жетектің p бұрыштық қозғалысы өлшеу қондырғысына беріледі



Сурет. 11.12. бақылаушы жлектржетектің блок-схемасы

Активатордың p бұрыштық қозғалысы өлшеу қондырғысына жіберіледі, жұмыс механизмінің органы $\sim a$ бұрышымен бұрылады, қателік сигналы іс жүзінде нөлдік мәнге дейін төмендейді ($U \sim 0$), яғни, Көрсетілген бұрылу бұрышын орындаған сервомотор, келісілген күйге келеді.

Серводтық дискіде аналогтық (үзіліссіз) немесе релелік бақылау әдістерін қолдануға болады. Аналогтық (үздіксіз) бақылаумен басқару қозғалтқышының жылдамдығы қателік сигналына пропорционалды, яғни бұрылу бұрышының басталуында максималды болып табылады және осы бұрыштың электр жетегінің соңында бірте-бірте нөлге дейін азаяды. Аналогты басқару жүйесі бар сервоприводтар үшін, осы жүйелердің релелік бақылау жүйесімен салыстырғанда жоғары дәлдікке ие болуын қамтамасыз ететін атқарушы құрылғылар тұрақты болуы керек (2.11 қараңыз) немесе айнымалы ток (3.8 қараңыз) жұмыс станогының жұмыс механизмінің (механизмінің) бұрылу бұрышын өзгерту. Трансформатор схемасымен байланыстырылған селсиндердің (7.2.2-ні қараңыз) пайдаланып аналогтық әрекеттің сервоэлектржетегінің жұмысын қарастырыңыз (11.13-сурет).

Аналогтық әрекеттің келесі электр қозғалтқышы екі селсинді қамтиды: есте сақтау құрылғысының басты құрылғысының функциясын орындайтын, Selsin-сенсорлық SD , сондай-ақ өлшеу IU және салыстырмалы басқару құрылғыларының функцияларын орындайтын SP -нің селсин-қабылдағышы.

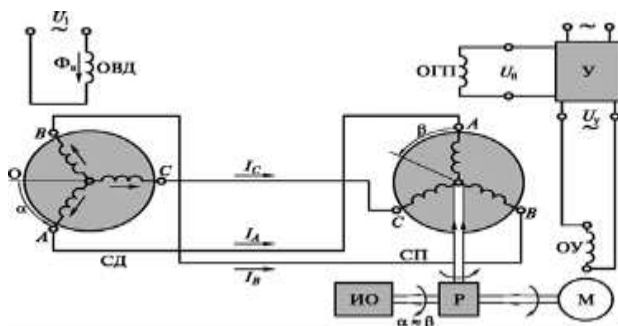
Трансформатор схемасындағы селсиндердің үйлестірілген позициясы - бұл селиндердің үндестіру синхронды орамдарының осі бір-біріне қатысты ауыстыру. Аналогтық әрекеттің келесі электр қозғалтқышы екі селсинді қамтиды: есте сақтау құрылғысының басты құрылғысының функциясын орындайтын, Selsin-сенсорлық SD, сондай-ақ өлшеу IU және салыстырмалы басқару құрылғыларының функцияларын орындайтын SP-нің селсин-қабылдағышы.

Трансформатор схемасындағы селсиндердің үйлестірілген позициясы - бұл селиндердің үндестіру синхронды орамдарының осі бір-біріне қатысты ауыстыру жұмыс тетігі EUT денесі $\sim \alpha$ бұрышымен бұрылады, қателік сигналы іс жүзінде нөлдік мәнге дейін төмендейді ($U \sim 0$), яғни, Көрсетілген бұрылу бұрышын орындаған сервомотор, келісілген күйге келеді.

Серводтық дискіде аналогтық (үзіліссіз) немесе релелік бақылау әдістерін қолдануға болады. Аналогтық (үздіксіз) бақылаумен басқару қозғалтқышының жылдамдығы қателік сигналына пропорционалды, яғни, осы рульдік бұрыштың дамуы басында ең жоғары болып табылады және осы бұрыштың электр жетегінің соңында біртіндеп нөлге дейін азаяды.

Аналогты басқарудағы сервомоторлар үшін релелік бақылауға ие жүйелермен салыстырғанда осы жүйелерді қамтамасыз ететін, қозғалтқыштың айналу бұрышын шығаратын жоғары дәлдікті қамтамасыз ететін қозғалтқышты басқаратын тұрақты токты қозғалтқышты (2.11 қараңыз) немесе ауыспалы ток (3.8 қараңыз) жұмыс механизмінің механизмі. Аналогтық электр жетегінің жұмысын селсиндерді қолдану арқылы, трансформатор схемасымен байланыстырылған жұмысын бақылаймыз, (7.2.2-ні қараңыз), (11.13-сурет).

Аналогтық әрекеттің келесі электр қозғалтқышы екі селсинді қамтиды: негізгі құрылғы ретінде қызмет ететін selsyn-сенсор және өлшеу және салыстыру құрылғысы ретінде қызмет ететін серпінді қабылдағыш. Трансформатор схемасындағы селсиндердің үйлестірілген позициясы - бұл селиндердің үндестіру синхронды орамдарының осьтері 90° бұрышпен бір-біріне жылжиды.



Сурет. 11.13. Бақылаушы электржетек селсинді аналогтық басқару

Сондықтан селсиндердің үйлестірілген позициясымен синхронизациялау орамасының көмегімен жасалынған Φ_n -ның Selsyn-қабылдағышының бүкіл магниттік ағыны көлденең ось бойымен бағытталған, яғни, ОГП-ны генератордың орамасының осіне перпендикулярлы және ЭДС-ты енгізбейді. Бірақ, SD ротордың айналуы берілген бұрышта басталады (бірлескен кәсіпорынның роторы әлі басталған жоқ, яғни $= 0$), кателік бұрышы пайда болады

$$0 = a - p \quad (11.10)$$

ал магнит ағыны синхрондау Селсин-қабылдағыш бұрышпен бұрылады 0,

$$\Phi^{\wedge} = \Phi^{\wedge} \tau 0, \quad (11.11)$$

ол генераторлық ораммен бірге бойлық компонент алады, оның айырмашылығының ЭДС индуцирленеді.

$$E0 = Dnax \sin 0, \quad (11.12)$$

E_{max} - $0 = 90^\circ$ кателік бұрышына сәйкес келетін генераторлық орамасындағы ЭДС-тің ең үлкен мәні.

ОГП-нің селсин қабылдағыш генераторлық орамасының орамасында U_0 күшейткіші күшейтетін U_0 сәйкес келмейтін кернеу пайда болады, ол M басқару қозғалтқышының орамасындағы U кернеуін басқарады.

Бұл жағдайда қозғалтқыш айналымға түседі және P редукторы арқылы атқарушы органды айналдырады. Сонымен қатар, айналу сельсин-қабылдағыш роторына ауысады және берілген бұрыштың бағыты бойынша бұрышпен a айналдырады. Бұл жағдайда ауытқу бұрышы 0 және басқару қозғалтқышы M -нің кернеуі төмендейді, демек, көрсетілген бұрышпен A қозғалтқыштың айналу жиілігі азаяды, ал атқарушы орган және сельсин-қабылдағыш роторы $p \sim a$ бұрышымен айналса, $E0 = 0$ және қозғалтқыш тоқтайды. Бақылау бұрышының қадағалау жүйесінде көрсетілуінің дәлдігі қолданбалы селсиндердің дәлдік класына және күшейткіштің сезімталдығына байланысты. Егер берілген бұрыштың бағыты өзгерсе, $E0$ кателігінің кателігі фазасы 180° өзгереді, соның салдарынан атқарушы мотордың роторының айналу бағыты өзгереді.

Қозғалтқыштың күші мен түріне қарай, сервомоторлы қозғалтқышта әртүрлі қуат күшейткіштері қолданылады: төмен қозғалтқыш қуаттылығында, транзисторлық күшейткіштер әдетте пайдаланылады және үлкен қозғалтқыш қуаты - тиристор күшейткіштері немесе ЕМУ түрінің электрлік көлденең күшейткіштері.

Орнатылған потенциометрдің RP_q параметрінің жүгірткіші сағат тілімен бұрылса, белгілі бір полярлықтың сәйкес келмейтін кернеуі U_e DCT DC күшейткішке, ал содан кейін поляризацияланған үш позициялы KL релесінің катушкаларына өтеді. Бұл жағдайда реле KM1 немесе KM2 контакторының (күшейткіштің шығысындағы кернеу полярлығына байланысты) катушасын жұмыс істейді және қосады. Қосылған контактор асинхронды қозғалтқышты үш фазалық желіге қосады. Бұл жағдайда қозғалтқыштың айналу бағыты потенциометрде берілген нүктенің бағытына сәйкес келеді. еттеуші аспаптар мен қозғалтқыштың электромагниттік және механикалық инерциясына байланысты, берілген бұрыш бұрышын «қайтарады».

Бұл жағдайда УПТ күшейткішін енгізу кезінде U_e сәйкес келмейтін кернеу оның полярлығын керісінше өзгертеді. Полярлық релелік KL катушкаларындағы кернеудің полярлығы өзгереді, ол KM1 және KM2 контакторларын контактілерімен ауыстырады және қозғалтқыш кері бағытта қозғалады. Бірақ тіпті бұл жағдайда жүйе қайтадан тоқтамайды, бірақ осы бұрыштың «кабаттасуы» бұрынғы жағдайға қарағанда анағұрлым аз болады. Басқаша айтқанда, қадағалау жүйесінде демпфирлік тербелістер орын алады. Егер осы уақыт ішінде жүйе берілген бұрышты өзгертпесе, онда жүйе бірте-бірте тынышталып, қозғалтқыш тоқтайды, $\sim a$ бұрышын өңдейді.

Сипатталған демпфирленген тербеліс процесі аналогты басқару жүйесімен жүреді, бірақ ол ұзағырақ болады. Бұл аналогты бақылау кезінде, көрсетілген бұрышпен жұмыс атқарушы қозғалтқыш жұмыс істеп жатқанда, айналу жылдамдығын баяулатады және көрсетілген бұрыштың аз жылдамдықпен орнатылған уақытқа жақындайды. Бұдан басқа, атқарушы электр қозғалтқыштары, әдетте, уақытша уақытты азайтуға ықпал ететін арматураның аз инерция сәті бар.

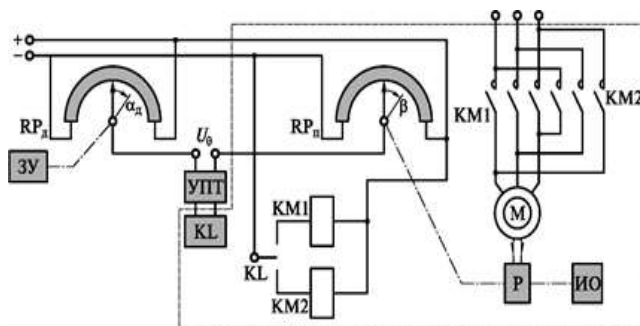


Рис. 11.15. Релелік қызметті бақылаушы электржетек

Релелік бақылауға келетін болсақ, мұнда қозғалтқыш осы бұрыштың жұмысының соңында жұмыс жиілігіндегідей жиілікте айналады. Демек, релелік бақылауға ие сервомоторды бақылауда «тыныштандыру» үрдісі ұзаққа созылады. Қарастырылып отырған схеманың тағы бір жетіспеушілігі үш қабатты реледегі бейтарап контакт

болғандықтан сезімталдық аймағының жүйесінде болу. Сондықтан, егер көрсетілген бұрыш орындалған болса және поляризацияланған релелік байланыс бейтарап қалыпта болса, жүйе күшейтуден кейін U_e қателік кернеуі бейтарап релелік кернеуден асып кеткен кезде ғана жұмысын жалғастыра алады. Полярлық реле әдетте шағын кернеуді алады, бірақ әлі күнге дейін өлі жолақ пайда болады, ол дәлдікті азайтады және алдын-ала бұрыштың шығарылуына әкеледі. Бұл кемшілікті жою үшін қозғалтқышты басқаруға арналған екі тізбектегі (бейтарап позициясыз) полярлық KL релесі қолданылады. Бірақ бұл жағдайда М қозғалтқышы желіге тұрақты түрде қосылады және жүйе осы бұрыштың жанында автоматты түрде тербелістерді орындайды, ал М қозғалтқышы үнемі қысқа уақыт режимінде жұмыс істейді. Осылайша, релелік бақылаумен жұмыс істейтін серво-жүйелерде өздігінен тербелуге немесе жүйенің дәлдігін құртуға және осы үш реттік полярлық релемен, яғни өлке аймағын жүйеге енгізу арқылы, өздігінен тербелістерді жою қажет.

Қорытындылай келе, релелік сервомоторлы қозғалтқыш бар екендігін атап өту керек. Басқару, оның қарапайымдылығына, сенімділігіне және төмен шығындарына байланысты, оның дәлдігі талаптарға сәйкес болғанда, жалпы өнеркәсіптік пайдалану үшін құрылғыларға кең қолданысқа ие болды.

11.7. Серво –қозғалтқыштар

Сервоқозғалтқыш - бұл серво-жүйенің күштік атқарушы элементі, бұл атқарушы механизм жұмыс механизмін (механизмді) берілген басқару сигналына сәйкес жылжытады. Сервомотордың қуаты жетегінің қажетті жылдамдықта жылжуына және реттеу құрылғысының сенсорымен белгіленген қашықтыққа (бұрылу бұрышы) жеткілікті болуы керек.

Сервоқозғалтқыштар жиі электр қозғалтқыштары деп аталады, бұл олардың мақсаттарын неғұрлым нақты көрсетеді. Бұл механизмдер клапандарды, клапандарды, клапандарды және автоматтандырылған объектіге енетін энергия немесе жұмыс затының көлемін өзгертуге қабілетті басқа да өшіру және реттеу құралдарын бақылау үшін қажет. Кейбір учаскелерде ондаған, тіпті жүздеген километрлерде өлшенетін құбырлардағы құбырларда, олардың әрқайсысы электр жетегі арқылы іске қосылатын көптеген демпферлер, клапандар және басқа ұқсас құрылғылар орнатылған.

Релелік басқаруымен сервоқозғалтқыштың элементтері. 11.15, сызықпен айналдыра отырып, электр жетегінің негізін құрайды. Электр жетектегі ПО-ны реттеуші органның механикалық қозғалысы айналмалы (бір немесе бірнеше айналыс шегінде) немесе аударымдық болуы мүмкін. Электр жетегі (сурет 11.16) салыстырмалы блоктан тұрады; күшейткіш; қозғалтқыш; электромагниттік тежеуіш құрылғысы; регулятордың айналу жиілігін төмендетеді, реттеуші органның сызықты қозғалысы бар механизмдерде, сондай-ақ айналмалы қозғалысты аудару қозғалысына түрлендіретін редукторлар; DOS кері байланыс сенсорлары; шектегіш ажыратқыштар.

AIR немесе асинхронды конденсаторлық қозғалтқыштар. Бұл қозғалтқыштар жоғары энергетикалық өнімділікке ие, жұмысында сенімді, ең аз жалпы өлшемдері, салмағы және құны бар. Алайда, мұндай атқарушы механизмдер ЕІМ таңдау кезінде назарға алынуы керек реттеудің жоғары дәлдігін қамтамасыз етпейді.

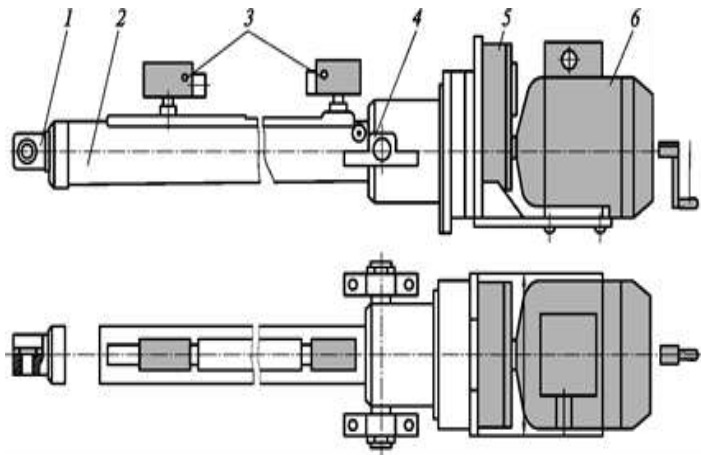
Тежеу құрылғысы бақылау сигналын жасағаннан кейін механизмнің реттеуші механизмнің тұрақты тоқтауына қызмет етеді. ЕІМ-де ең көп қолданылатын электромагниттік бақылаумен үйкеліс тежегіші болып табылады (7.7.2-ны қараңыз).

Кері байланысының сенсорлары электрлік кері байланыс сигналын алуға мүмкіндік береді және оның мәні механизмнің реттеу механизмнің кеңістіктік позициясымен анықталады. Мұндай сенсорлардың тетігі әдетте екеу. Оптикалық сигналдың біреуінен кері байланыс сигналы компараторға жіберіледі, мұнда негізгі сигналмен шоғырландырылған кезде ол тетіктің реттеуші механизмнің кеңістіктік жағдайына сәйкес ЭМУ жұмысын түзетеді және диспетчердің консолінде басқа сенсордан сигнал реттелетін қашықтағы индикаторға жіберіледі. Датчиктердің екі түрін кері байланыс сенсорлары ретінде пайдаланады: реостатикалық және индуктивті. Реостатикалық сенсор потенциометр схемасында қосылған реостат.

Сенсорлық мотордың орналасуы механизмнің реттеу механизмнің кеңістіктік позициясына сәйкес келеді. Реостатикалық сенсорлардың негізгі жетіспеушілігі - контактты мүмкін тұтану немесе тотығудың бұзылуына байланысты ЭІМ сенімділігін төмендететін жылжымалы контакттің болуы. Неғұрлым сенімді индукциялық датчиктер. Мұндай сенсор дифференциалдық тізбеге қосылған екі катушкадан тұрады (7.3 қараңыз).

Ілгектердің ішіне ядросы профилді жұдырықша камерасы арқылы механизмнің шығыс білігіне қосылады. Бұл ядро жұмысының көрсеткіші 5 мм. Сымдардың симметриялық орналасуымен катушкаларға қатысты, екі катушкадағы кернеулер бірдей. Егер ядро осы позициядан ауыстырылса, катушкалардың кернеуі тең болмайды.

Арнайы профилді камераның пайдалануына байланысты катушкалардағы кернеу жетектің білігінің айналу бұрышына пропорционалды түрде өзгереді. Кері байланыс датчигі шектік қосқыштармен бірге бөлек блокта орнатылады. Механизмді соңғы күйге келтіретін механизм механизміне жақындаған кезде, қозғалтқышты ажырататын соңғы өшірулер іске қосылады (11.17-сурет). Жетектің ішіндегі байланыс элементтерінің болуы контактілерді жағу немесе жабыстыру салдарынан оның сенімділігін төмендетеді.



Сурет. 11.17. РЭМ ауыспалы электр қозғалтқышы түрі

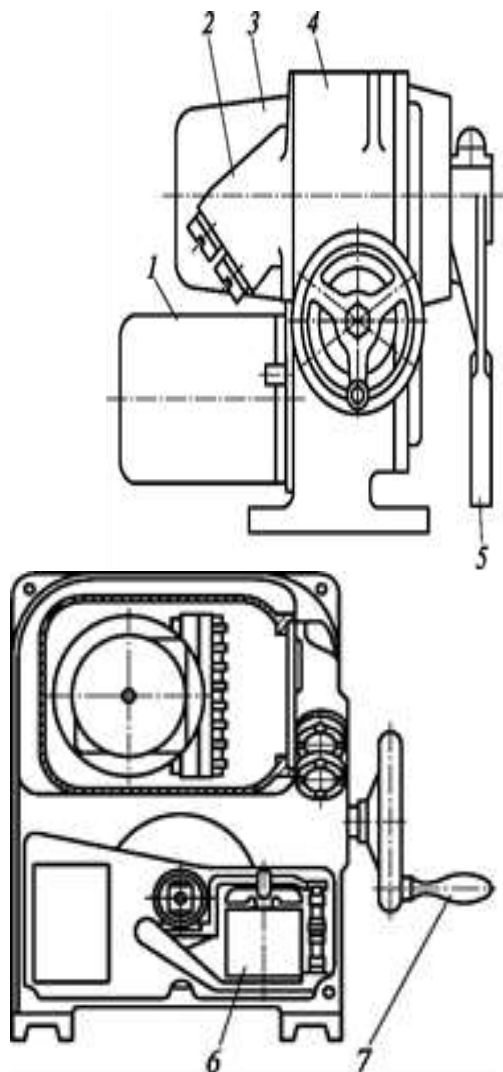
1- жұмыс элементіне қосылу үшін тартылатын шыбық; 2 - «бұрандаманы» электр қуатын беру; 3 - ажыратқыштар; 4 - бекітілген тіреуіштер; 5 - редуктор; 6 - қозғалтқыш; 7 – қол жетек тұтқасы

ЕИМ сенімділігін жоғарылату ниеті өз контурларында ашық немесе жылжымалы контактілерге ие болмайтын контактсыз жетектерді құруға әкелді. Мұндай тетіктерде шектік ажыратқыштар жоқ, ал механикалық тетіктер механизмнің шығу механизмнің шеткі жағдайын шектеу үшін қолданылады. Төтенше жағдайлардың біріне жақындаған кезде реттеу механизмі бекітіледі. контактсыз қозғалтқыштардың жұмыс ерекшелігі қозғалтқышқа қосымша талап етеді - сырғыма $s = 1$ кезде «тоқтау» режимінде (қысқа тұйықталу режимінде) жұмыс істеу мүмкіндігі. Осындай қозғалтқыштар «тоқтау» режимінде оларды қызып кету рұқсат етілген мәннен аспайтын етіп жасақталған асинхронды басқарушы қозғалтқыштарды пайдаланады.

Қозғалтқыштардың бұл қасиеті ротордың орамасының белсенді қарсыласуымен қамтамасыз етіледі, онда номиналды сырғыма $S \wedge M > 20\%$ құрайды. Бұл жағдайда қозғалтқыштың іске қосу моменті максималды моментіне тең. Өнеркәсіпті автоматтандырудың жалпы жүйелерінде және арнайы мақсаттағы жүйелерде жұмыс істеуге арналған ЕИМ шығарады.

Жұмыс корпусының (құбыр арматурасы, есік жақтаулары, кедергілер, жалюздер, бекіткіштер) кері қозғалысы SEM сериясындағы электромеханизмдерді кеңінен қолдануға мүмкіндік береді (11.17-суретті қараңыз). Бұл тетіктерде қозғалтқыш ретінде үш фазалы асинхронды қозғалтқыш пайдаланылады, айналмалы қозғалысы реверман арқылы бұрандалы жұпқа беріледі, ол айналмалы қозғалысты аудару қозғалысына түрлендіреді. Штангтың соққысы 150, 300 және 500

мм аралығында таңдалады. Шегіндегі номиналды күш - 0,5-тен 10 кН-ға дейін. Бұрандалы беріліс өзін-өзі тежейді, сондықтан SEM сериялы электромеханикалық құрылғылардың тежеуіш құрылғысы жоқ.



Сурет. 11.18. Бір реттік электр жетекшісінің жалпы көрінісі
МЭО түрінің механизмі

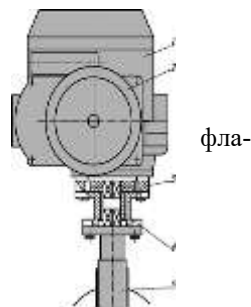
МЭО сияқты атқарушы механизмдер бір айналмалы болып табылады, яғни. шығыс айналмалы қозғалысының органы кемінде бір айналымнан тұрады (11.18-сурет); МЭМ типті (көп айналым) қозғалыс механизмдерін қалыптастырушы бұрандалы шпиндельді денелер; МЭО түрінің атқарушы элементінің негізі (суретті қараңыз).

11.18) қозғалтқыштың 1-ден 4-ден 3-ке дейінгі кері сенсорлық блокты, электромагниттік тежегішті 6 бекітетін корпусында регистратор құрастырады 7. Қол дөңгелегі 7 реттегішті қолмен орнату үшін қызмет етеді 5. Тетік шуды енгізу арқылы автоматты басқару тізбегіне қосылады.

Орнату алаңында электр жетегін бекіту аяқты (11,18-суретті қараңыз) немесе басқарылатын клапанның немесе фланец корпусымен жүзеге асырылады (11.19-сурет).

Рис. 11.19. Сурет. 11.19. Басқарылатын клапанның МЕМ типіндегі фланецті бекіту

механизмі: 1 - механизм; 2 - штурвал; 3 - нец; 4 - жалғаушы бұта; 5 - басқарылатын бұранда



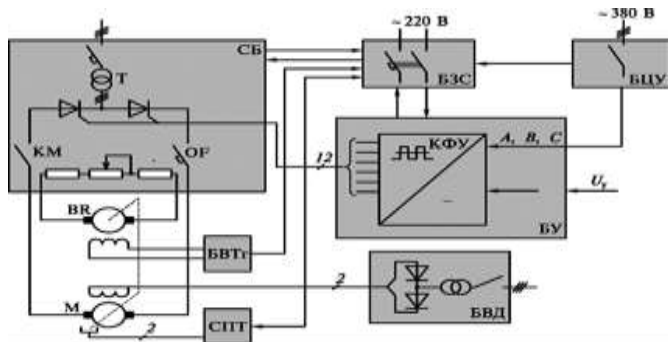
11.8. Толық электр жетектер

Автоматтандырылған электржетекті табысты енгізу автоматтандырылған басқарудың автоматтандырылған электр жетегінің үйлесімді функционалдық элементтерінің жиынтығын қамтитын толық электр жетектерін пайдалану арқылы жеңілдетіледі. Толық электржетегі қуат блогынан және басқару блогынан тұрады.

Қуат блогы, әдетте, электронды түрлендіргішті (жиіліктегі түрлендіргіш, тиристор кернеуінің реттеуіші, басқарылатын немесе бақыланбайтын түзеткіш) қамтиды, соның ішінде КЗА, коммутациялық қорғау құрылғысы, салқындатқыш жүйе, қозғалтқыштың М ауыспалы немесе тікелей ток сенсорымен немесе жылдамдық сенсоры ДС, қуат трансформаторы немесе автотрансформаторсыз,

Басқару блогы, әдетте, басқару схемаларына, кіріс және шығыс құрылғыларына, дисплей құрылғысы бар басқару панеліне, түрлендіргішті (интерпрессу) және байланыс басқарушысына арналған қуат блогын қамтиды. Мүмкін, басқа блоктың, құрылғылардың болуы және т.б. Суретте. 11.20 - КТЭ типті 500 А токпен толық қалпына келтірілмейтін тиристорлы электр жетегінің функционалдық диаграммасы. КНРР электржетек құрамына келесі қондырғылар кіреді: үш фазалы трансформатор Т, үш фазалы бақыланбайтын реактиватордан тұратын, үш фазада орындалатын табиғи суыту (1000 а жоғары

қорғау және сигнал беру блогы, электр жетегіндегі ақаулар туралы авариялық немесе ескерту сигналдарын беру үшін, сондай-ақ модульдер мен жүйелерге кернеулерді қамтамасыз ететін жарық дабылы құрылғылары, құрылғылардың дайын күйі, оларды пайдалану және ЖЭС-да авариялардың пайда болуын көрсетуге арналған ПЗС;



Сурет. 11.20. Кіріктірілген қондырғылар жиынтығымен 500 А токқа жетпейтін толық тиристорлық электр жетегінің функционалдық диаграммасы

*БТС басқару тізбектерін электрмен жабдықтау блогы;
БВД қозғалтқышының М, қозғалтқышы БВТ және
электромагниттік тежегішінің қозғалтқыш орамдарына арналған
қоректендіру блогы.*

Қозғалтқыштың зәкір тізбегі М контактілі КМ және QF автоматты ажыратқышы арқылы тиристор түзеткішімен қосылады. Аталған элементтерден басқа, КТЭ қажетті коммутациялық және қорғаныш құрылғылары бар.

КТЭ барлық блоктары металл шкафтарда орналастырылады, 1000 А дейін токтарда салқындату табиғи болады, ал ағымдардың 1000-нан астамында а салқындату центрифугалық желдеткіш арқылы тазалау сүзгісі арқылы қозғалтқыш бөлмесінен ауаны шығарады.

Өнеркәсіпте сонымен қатар конверторлық құрылғылардың және олардың басқару жүйесін неғұрлым күрделі схемаларымен ерекшеленетін кері рентабельді КЭС өндіріледі.

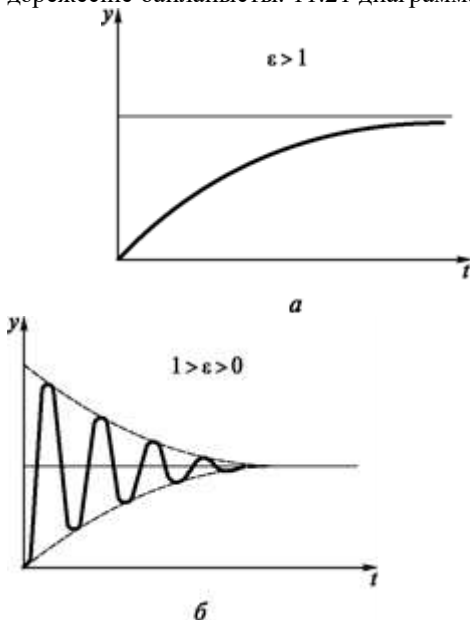
КТЭ 220 және 380 В үшфазалы ток кернеуі, сондай-ақ жоғары кернеулі 6,0 және 10 кВ кернеуі бар 10-нан 10 000 А дейінгі токтар үшін шығарылады.

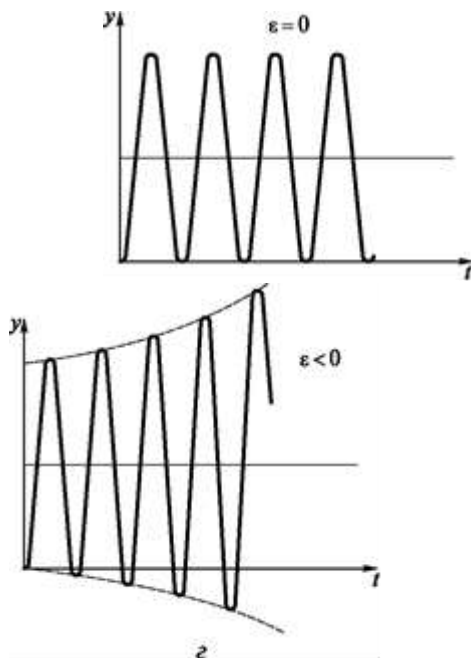
Тұрақты және ауыспалы ток қозғалтқыштарын пайдаланып, толық электр жетегі көптеген салаларда кеңінен қолданылады, бұл ең алдымен олардың сенімділігі, орнату және түзету оңай болуы мүмкін.

11.9. Жабық автоматты басқару жүйелерінің тұрақтылығы тұжырымдамасы

Жабық жүйенің үнемі әрекет етуі қатаң деп аталады және оның көмегі арқылы алынған сипаттамалар статикалық болып табылады. Қатаң кері байланыс қолдану жабық жүйенің тұрақты режимде тұрақты жұмыс істеуіне кепілдік бермейді, өйткені электр жетегіне тербеліс процестерін немесе өтпелі процестің уақытында кідірісін жасауға болады. Басқаша айтқанда, талап етілетін статикалық сипаттамаларды алу динамикалық сипаттамалары бар жетегіне кепілдік бермейді.

Басқарылатын айнымалы y өзгерген кезде немесе жүйенің кез-келген наразылық факторлары әсер еткенде, бір тұрақты күйден жүйе басқа тұрақты күйге ауысады және жүйеде өтпелі режим орнатылады. Уақытша режимдегі жүйенің мінез-құлқы жүйенің тыныштық дәрежесіне байланысты. 11.21 диаграмма ұсынылды





Сурет. 11.21. Өтпелі кезеңнің кестесі

Суретте. 11.21 жабық жүйедегі мүмкін өтпелі процестердің кестесі $y = f(t)$. Егер өтпелі режимде реттелетін айнымалы өзгеріссіз өзгереді, өзгертілген мәнің жаңа мәнін бір-біріне сәйкес келтірместен, өтпелі процесс аperiodты деп аталады. *Аperiodты өтпелі процесс $e > 1$ тыныштық дәрежесіне сәйкес келеді (11.21-сурет, а).*

Егер реттелетін мән осы ауытқулардың бірте-бірте әлсіреуі арқылы дірілдеу заңына сәйкес жаңа тұрақты күйге жетсе, онда өтпелі үдеріс *осцилляторлық тыныс деп* аталады. Мұндай өтпелі процесс тыныштандыру дәрежесінің нөлден бірлікке дейінгі мәндеріне сәйкес келеді (11.21, б).

Егер тыныштық $e = 0$ дәрежесі болса, онда ауысу режимінің тербеліс процесі сөнеді, ал тербелудің амплитудасы көбеюде, бірақ жүйе тынышталмайды (11.21, с). Соңында, басқару жүйесіндегі элементтердің параметрлерін қолайсыз үйлестіре отырып, жүйеде тербеліс процесі дірілдің амплитудасының өсуімен ($e < 0$) азайып кетеді (11.21, d). Бұл жағдайда жүйенің жоғалуы туралы айтады. Тұрақсыз жүйеде тіпті шағын наразылықтар да жүйені тұрақты күйден шығарып, маңызды бақылау қателігіне алып келуі мүмкін.

Жабық автоматты жүйенің тұрақтылығын қамтамасыз ету, сондай-ақ өтпелі процесс сипатын жақсарту үшін тұрақтандырғыш құрылғылар сілтемелер мен икемді кері байланыс түрінде қолданылады.

Тұрақтандырушы сілтемелер көбінесе басқару циклына сериясы бойынша қосылады. Қатаң кері пікірлерге қарағанда, икемді кері

байланыс, кері байланыс циклі арқылы магнитті өзі емес, оның туындысын (бірінші, екінші, үшінші және т.б.) жіберіңіз.

11.10. Адаптивті автоматты басқару жүйесі

Автоматты тұйықталған электр жетектерін қоса алғанда, автоматтандырылған жүйелерді пайдаланудың нақты жағдайында, бақылау параметрлеріндегі өзгерістер, жүйедегі сыртқы әсерлер, жұмыс жағдайлары орын алады. Пікірлерді пайдалану жүйені жаңа шарттарға бейімдеуге көмектеседі, бірақ бұл мәселені толығымен шешпейді. Мысалы, металл өңдеу машинасының автоматтандырылған басқару жүйесі осы машинада белгілі бір қасиеттері бар белгілі бір пішіндер мен металлдың өлшемдерін өңдеуге арналған.

Басқа бөлшектерді басқа өлшемдермен, өлшемдермен немесе басқа да қасиеттері бар металлдармен өңдеу қажет болса, онда осы құрылғының автоматты басқару жүйесін қайта құру қажет. Мұндай жағдайларда технологиялық процестің оңтайлы параметрлерін іздеумен жаңа шарттарға автоматты түрде өзгертілетін бейімделген автоматты басқару жүйелерін қолдану орынды.

Бейімделу (бейімделу) деңгейі бойынша жүйе өзін-өзі реттейтін және өзін-өзі ұйымдастыруға бөлінеді. Өзін-өзі реттейтін адаптивті жүйелерде, жүйенің сипаттамаларына және сыртқы әсер ету параметрлері туралы ақпаратқа бейімделген жүйеге кіретін элементтердің параметрлері өзгереді. Өзін-өзі басқаратын адаптивті жүйелерде реттеу нысанының жай-күйі туралы ақпарат негізінде басқарудың басқа алгоритмі (математикалық негізі) қалыптасады, яғни осы басқару жүйесі арқылы жүзеге асырылатын технологиялық процестің (операциялардың) кезектілігінің өзгеруі. Осындай жүйелерде ақпарат технологиялық процесте өңделеді, соның нәтижесінде жаңа процестерді басқару командалары жасалады.

11.11. Электр жетектеріндегі энергияны үнемдеу әдістері мен құралдары

Ресей Федерациясының «Энергия үнемдеу туралы» Федералдық заңына сәйкес әр электр қондырғысына қолданылатын энергияны үнемдеу үшін өнеркәсіптік кәсіпорындарда шаралар әзірлеу қажет. Ең алдымен бұл электр қозғалтқышы бар электромеханикалық аппараттарға қатысты, өйткені әлемде шығарылған барлық электр энергиясының 60%-дан астамы жұмыс машиналары, механизмдері, көлік құралдарының электр жетектеріндегі электр қозғалтқыштарымен жұмсалады. Сондықтан, электр жетектеріндегі электр энергиясын үнемдеу бойынша шаралар өте өзекті болып табылады.

Энергия үнемдеуге арналған тапсырмалар электр жетектерін де, оларды жобалау кезінде да оңтайлы шешімді талап етеді.

Электр қозғалтқышы жұмыс істеп тұрған кезде, өтпелі режимдерде және, ең алдымен, оны іске қосу кезінде маңызды энергия шығыны байқалады.

Ротордың инерция моменттерінің кіші мәндері бар ротордың диаметрі азайып, қозғалтқыштың қуаты өзгермейтіндіктен, уақытша

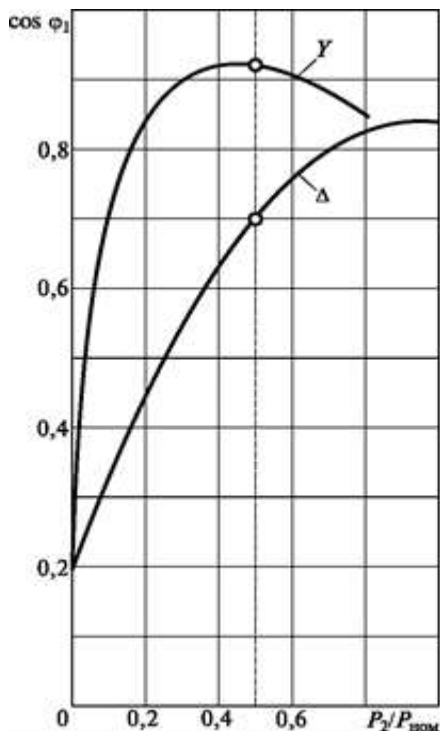
режимдердегі энергия шығыны айтарлықтай азайтылуы мүмкін. Мысалы, кран-металлургиялық сериялы қозғалтқыштарда қысқа уақыт режимінде жұмыс істеуге арналған сағаттардың көп бөлігін қосу арқылы жасалады.

Қозғалтқышты іске қосу кезінде энергия шығынын төмендетудің тиімді құралы статор орамасына қолданылатын кернеудің біртіндеп өсуімен басталады (4.4-т қараңыз). Қозғалтқышты қозғалтқышты іске қосудың мұндай энергияны үнемдейтін тәсілі тек осы қозғалтқыш реттелетін түрлендіргіш жүйеде жұмыс жасағанда мүмкін болады: асинхронды қозғалтқыштар үшін бұл жұмсақ стартерлер (8.7 қараңыз) немесе жиілік түрлендіргіштері (8.5 қараңыз) тиристор) бақылау құрылғылары (8.4 қараңыз).

Электр қозғалтқышының тежегіштері электржетегі қозғалатын бөліктерінде сақталған кинетикалық энергияға тең болғанда тұтынылатын қуат. Тежеу кезінде энергияны үнемдеу әсері тежеу режиміне байланысты. Ең үлкен қуат үнемдеу әсері энергияны желіге шығарумен қалпына келтіретін қалпына келтіру тежеу кезінде пайда болады (2.4, 2.6 және 3.3 қараңыз). Динамикалық тежеу кезінде қозғалтқыш электр желісінен ажыратылады, сондықтан динамикалық тежеу барысында энергия шығыны пайда болмайды. Энергияның ең үлкен ысыраптары электр энергиясын тұтыну үш есеге тең болған кезде тежеу кезінде пайда болады.

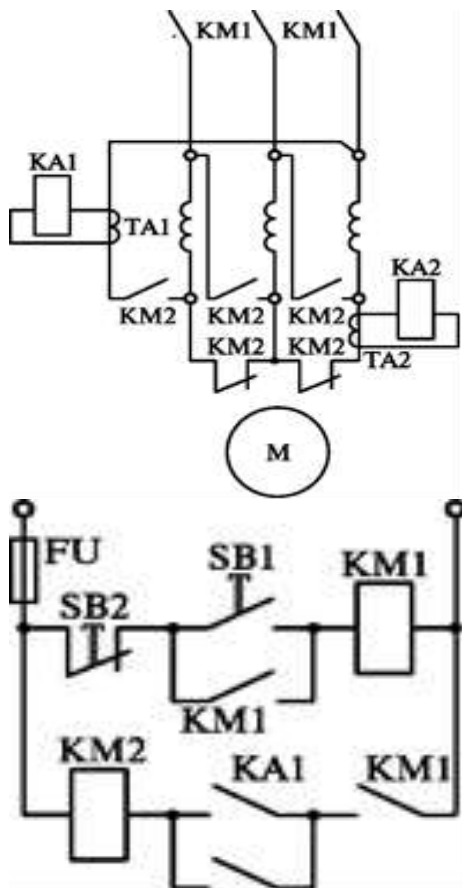
Қозғалтқыштың номиналды жұмыс режимі болған кезде, энергияны жоғалту жүктемесі номиналды мәнмен анықталады

Өнімділік. Бірақ егер диск айнымалы жүктеменің жұмыс істейтін болса, онда оның төмендеуі кезінде қозғалтқыштың тиімділігі төмендейді, бұл шығындардың өсуіне әкеледі. Бұл жағдайда қуатты үнемдеудің тиімді құралы оның жұмыс істеу кезеңінде жүктемені төмендету кезінде қозғалтқышқа қолданылатын кернеуді азайту болып табылады. Қозғалтқыш реттелетін түрлендіргіші бар жүйеде жұмыс істеп тұрған кезде, егер жүктеме тоғы туралы кері байланыс бар болса, мұны іске асыруға болады. Ағымдағы кері байланыс сигналы түрлендіргіштің басқару сигналын тиісті түрде түзетеді, бұл жүктемені азайту кезінде қозғалтқышқа қолданылатын кернеудің төмендеуіне әкеледі. Егер диск статор орамдары «үшбұрыш» байланысқан кезде жұмыс істейтін асинхронды қозғалтқыш болса, онда кернеу фаза-статор орамаларын осы статор орамаларын «жұлдыз» қосылымына қосу арқылы оңай іске асыруға болады, өйткені фазалық кернеу 1,73 есе азаяды.



Бұл сондай-ақ ұсынылады, өйткені бұл ретте электр қозғалтқышының қуат коэффициенті көбейтіледі, өйткені $\cos \phi_1 < 1$; бұл энергия үнемдеуге де ықпал етеді. Суретте. 11.22 - үшфазалы асинхронды қозғалтқыштың қуат коэффициентінің жүктемеге тәуелділігінің кестесі $\cos \phi_1 = f(P_2)$. Осы графиктерден статор орамасын «үшбұрыштан» «жұлдызға» ауыстыру кезінде осы қозғалтқыштың жүктемесі 50% номиналды қуат коэффициенті 20% -ға артады. Энергияны үнемдеудің осы әдісінің практикалық қолданылуы мысал ретінде асинхронды қозғалтқышы бар электр қозғалтқышы ретінде қызмет етуі мүмкін, ол жүктемедегі үлкен ауытқулар жағдайында жұмыс істейді (11.23-сурет).

Сурет. 11.22. TOS тәуелділігі $\cos \phi_1 = f(P_2)$ асинхронды қозғалтқышы бар статор орамасы «үшбұрыш» және «жұлдыз» қосындысы



Сурет. 11.23. Статор орамасының асинхронды автоматты ажыратқышы «үшбұрыштан» «жұлдызша сызбасы

Суретте көрсетілген қарапайым тізбек ерітіндісі. 11.23, статикалық орамды «үшбұрыштан» «жұлдызға» ауыстыруды автоматтандыру үшін қолданыстағы ТА1 және ТА2 өлшеу трансформаторлары арқылы қозғалтқыштың статорының фазалы орамаларына кейіннен катушкалар КА1 және КА2 екі ток релесін пайдалануға мүмкіндік береді. жүктемені қалпына келтіру кезінде номиналды және керісінше ауыстырып қосқышқа қатысты қозғалтқыш 40 -50%.

SB1 түймешігі басылғанда, KM1 қуат контактісі қосылып, қозғалтқышты желілік контактілерге қосады. KM2 контакторы бастапқы іске қосу сәтінде қосылмаған күйде қалады және оны ашу контактілері статор орамасын «жұлдыз» арқылы қосады. Бірақ қозғалтқыштың іске қосылуы басталып, статордың едәуір тербелісі ток КА2 релесінің іске қосылуына әкеледі.

Бұл жағдайда КМ2 контакторы іске қосылады және оның жабық контактары арқылы статор орамасын «жұлдыз» -дан «үшбұрышқа» ауыстырады. КА1 релесі іске қосылды және қозғалтқыш жұмыс режиміне ауысады. Бұл жағдайда КА2 релесі шығарылады және КМ2 катушкаларының контурындағы контактілер ашылады

Егер қозғалтқыштың жүктемесі $P2 < 0,5R_n$ мәніне түссе, КА1 ток релесі босатылып, КМ2 контактісін контактілермен өшіреді, бұл статор орамасын «үшбұрыштан» «жұлдызға» дейін қайта қосуға әкеледі. Сонымен қатар, қозғалтқыш қуат коэффициентінің жоғарылау шамасында жұмыс істей береді. Алайда, егер қозғалтқыштың жүктемесі $P2 > 0,5 R_{ПМ}$ мәніне қайта көтерілсе, статор орамасы «жұлдыздан» үшбұрышқа ауысады.

Электржетекті жобалау кезінде дұрыс қозғалтқыш қуатын таңдау маңызды. Осылайша, тым жоғары қуатты мотор таңдау оның техникалық-экономикалық көрсеткіштерін (тиімділігі мен қуат коэффициенті) азайтады осындай қозғалтқыш underload туындаған және, демек, операциялық электр шығындарының артуына, өйткені азайту тиімділігі және қуат коэффициенті шығын электронды-roenergii арттырады. Қозғалтқышты таңдау Мұндай шешім, сондай-ақ капитал құнының (оның номиналдық қуаты артып арттыру қозғалтқыштың құны) өсуіне әкеледі.

Төмен қуатты қозғалтқыштарды пайдалану оларды жұмыс кезінде жүктеуге мәжбүр етеді. Соның салдарынан орамалардың қызып кету температурасы ұлғаяды, бұл шығындардың жоғарылауына және қозғалтқыштың қысқаруына әкеледі. Нәтижесінде, электр жетегінің апаттар мен күтпеген тоқтауы бар, демек, операциялық шығындар өсуде. Бұл шамадан тыс жүктемелерге аса сезімтал щеткалық-коллекторлық бірліктің болуына байланысты тоқ қозғалтқыштарына көп дәрежеде қатысты.

Құрылғыларды тиімді таңдау өте маңызды. Бір жағынан, іске қосу, тежеу, керісінше және жылдамдықты басқару процестері электр қуатын елеулі ысыраптармен бірге жүрмегені жөн, өйткені бұл электр жетегін пайдаланудың өзіндік құнын арттырады. Бірақ, екінші жағынан, іске қосу құрылғыларының құны өте жоғары емес, бұл күрделі шығындардың ұлғаюына әкелуі мүмкін. Әдетте бұл талаптар керісінше. Мысалы, жартылай өткізгішті бастау және басқару құрылғыларын пайдалану қозғалтқыштардағы өткізушілердің ең үнемді ағындарын қамтамасыз етеді, бірақ бұл құрылғылардың құны әлі де жоғары. Сондықтан, жартылай өткізгіш қуат құрылғыларын пайдалану туралы шешім қабылдау кезінде жобаланған электр жетегінің жұмыс кестесіне қараңыз. Егер диск жетегіне жиі түзетілмесе, басталуы, кері қайтарылуы және т.б. болса, қымбатырақ іске қосу жабдығының шығындары ақталмауы мүмкін, ал энергия шығындарымен байланысты шығындар шамалы. Керісінше, электр қозғалтқышы өтпелі жағдайларда қарқынды пайдаланылғанда, жартылай өткізгіш балласттарды пайдалану ақталған болады.

Электрмен жабдықтау желілеріндегі және электр қондырғыларындағы электрлік шығындар ағымның квадратына пропорционалды ($Rel = 12R$). Осы себепті электр жетектеріндегі жоғары кернеулі электр қозғалтқыштарды пайдалану ұсынылады, себебі берілген қуат үшін жоғары кернеуді қолдану ағымдағы беріктігі төмендейді, демек, шығындардың азаюымен бірге жүреді. Сондықтан, төмен вольтты электр қозғалтқыштарында тұрақты ток қозғалтқыштарына арналған 440 В кернеу немесе айнымалы ток қозғалтқыштары үшін 660 В қолдануға болады. 300 кВт немесе одан артық қуаты бар қозғалтқыштарға келетін болсақ, олар әдетте 6000 немесе 10,000 В кернеуіне есептеледі.

Энергияны үнемдеу мәселесін шешуге синхронды қозғалтқыштарды пайдалану арқылы ықпал етеді, ол кернеу фазадан асып түсетін жеткізу желісінде реактивті ағымдар жасайды. Нәтижесінде желі желідегі осы секциядағы қуат коэффициентінің өсуі реактивтік (индуктивті) компоненттен жүктеледі, бұл осы желідегі ағымның төмендеуіне және соның салдарынан энергияны үнемдеуге әкеледі. Сол мақсаттар желіде синхронды компенсаторларды қосу арқылы жүзеге асырылады.

Синхронды қозғалтқыштарды мақсатты пайдалану мысалы компрессорлық қондырғылардың электр жетегі болып табылады, ол кәсіпорынды қысылған ауамен қамтамасыз етеді. Бұл жетектің режимі: білікке аз жүктемені іске қосу, тұрақты жүктемесі бар ұзақ жұмыс режимі, тежегіш және керісінше емес. Бұл жұмыс режимі синхронды қозғалтқыштардың қасиеттеріне мүлдем сәйкес келеді. Синхронды қозғалтқышта артық жұмыс істеу режимін пайдалану арқылы кәсіпорын ауқымында маңызды энергия үнемдеуге қол жеткізуге болады.

Сол мақсатта қуат конденсаторының қондырғылары («косин» конденсаторлары) қолданылады. Кернеуден асатын желіде ағымдағы ток құру арқылы бұл параметрлер желінің қуат коэффициентінің ұлғаюына әкеліп соғады, демек, энергияны үнемдеуге әкеледі.

Ең тиімді - қуат коэффициентінің белгіленген мәнін және 400 В кернеуде 20-дан 600 квар дейінгі диапазондағы реактивті қуаттылықты кезең-кезеңмен ауыстыру арқылы УКМ58 сериясының (11.1-кесте) конденсаторлар жиынтығын қолдану.

Энергия үнемдеу тек өндірісті ғана емес, электр энергиясын өндірумен байланысты экологиялық проблемаларды да шешуге бағытталғанын есте ұстаған жөн.

11.1. кесте

УКМ 58 сериялы толық конденсаторлық қондырғылар

Құрылғының түрі	кернеу, кВ	Номиналды реактивті қуат, квар	Масса, кг

УКМ 58-04-20-10 УЗ	0,4	20	47
УКМ 58-04-30-10 УЗ	0,4	30	62
УКМ 58-04-50-25 УЗ	0,4	50	70
УКМ 58-04-67-33,3 УЗ	0,4	67	85
УКМ 58-04-100-33,3 УЗ	0,4	100	110
УКМ 58-04-150-30 УЗ	0,4	150	132
УКМ 58-04-180-30 УЗ	0,4	180	145
УКМ 58-04-200-33,3 УЗ	0,4	200	168
УКМ 58-04-300-33,3 УЗ	0,4	300	210
УКМ 58-04-402-67 УЗ	0,4	402	395
УКМ 58-04-603-67 УЗ	0,4	603	585

Ескерту: УКМ 58 белгісінде екінші сан - номиналды кернеу, кВ, үшінші - реактивті қуат, квар, төртінші - бір сатылы қуат, квар.

Энергия үнемдеу тек өндірісті ғана емес, электр энергиясын өндірумен байланысты экологиялық проблемаларды да шешуге бағытталғанын есте ұстаған жөн.

Сынақ сұрақтары

1. Автоматтандырылған электржетектің ашық және жабық жүйесі арасындағы негізгі айырмашылық қандай?
2. Жабық жүйедегі компаратордың мақсатын түсіндіріңіз.
3. Кескіннің тереңдігін фиг. 11.2?
4. Кері байланыс болмағанына қарағанда, жылдамдықты кері байланысқа ие электржетекті механикалық сипаттамалары неғұрлым қатал?
5. Электржетектің үш аймақтық механикалық сипаттамалары қалай алынған?
6. Сервоқозғалтқыш дегеніміз не?

7. Суреттегі блок диаграммасына сәйкес сервомотордың жұмысын түсіндіріңіз. 11.12.

8. Неліктен атқарушы қозғалтқышты аналогтық сервоэлектржетегі арқылы пайдалану керек?

9. Фазаға сезімтал түзеткішті сервомоторлы қозғалтқышта қолданудың себебі неде? 11.14?

10. Сервоэлектржетектің артықшылықтары мен кемшіліктері қандай?

11. Эстафетаның сервоэлектр жетегіндегі өлі аймақ қандай себеппен пайда болуы мүмкін?

12. Серво қозғалтқыштарының мақсаты қандай?

13. ЕИМ негізгі элементтері қандай?

14. Толық электр жетектерін пайдаланудың артықшылықтары қандай?

15. Өзін-өзі реттейтін және өздігінен ұйымдастырылатын адаптивті автоматтық жетектер арасындағы айырмашылық қандай?

16. Энергия үнемдеудің негізгі принциптері қандай?

ҚОСЫМШАЛАР

ҚОСЫМША 1

СИ бірліктерінің халықаралық жүйесінің негізгі және алынған бөлімдері, кітабында қолданылған

Физикалық мөлшер	Бірліктің атауы	Ескерту (Орыс)
Ұзындығы	метр	м
Салмағы	килограмм	кг
Уақыт	секунд	с
Электр тоғының қуаты	ампер	А
Тегіс бұрыш	радиан	рад
Аудан	шаршыметр	м ²
Аудан, сыйымдылығы	Метр куб	м ³

Жылдамдық (түзуде)	метр секундына	м/с
Үдеу	Шаршы метр секунд	м/с ²
Бұрыштық жылдамдық	радиан секунд ішіндеу	рад/с
Мерзімді процестің жиілігі, ауытқу жиілігі	герц	Гц
Айналу жиілігі *	бірінші дәрежелі минусқа дейін	с ⁻¹
Тығыздығы	бір текше метр	кг/м ³
Инерция сәті	килограмм	кг-м ²
Күш, ауырлық (салмағы)	килограмм-метр в	Н
Күшкүші, жұпкүштердің сәті	ньютон	Нм
Қысым, қалыпты стресс	ньютон-метр	Па
Жұмыс, энергия	паскаль	Дж
Энергияны тұтыну	джоуль	Вт
Цельсий температурасы	ватт	°С
Жылу, жылу мөлшері	градус Цельсия	Дж
	джоуль	

Физикалық мөлшері	Бөлім атауы	Ескерту (
Электр қуатының саны (электр заряды)	кулон	Кл
Электр өрісінің күші	метрге келетін вольт	В/м
Электр кернеуі, электр әлеуеті, электр қозғалтқыш күші	вольт	В
Электр қуаты	фарад	Ф
Электр тоғының тығыздығы	шаршы метр үшін ампер	А/м ²

Электр тогының сызықтық тығыздығы	бір метрге ампер	А/м
Магнит өрісінің күші	бір метрге ампер	А/м
Магниттік күш, магниттік потенциалдардың айырмашылығы	ампер	А
Магниттік индукция	тесла	Тл
Магниттік ағын	вебер	Вб
Индуктивтілік, өзара индуктивтілік	генри	Гн
Абсолютті өткізгіштігі	генри на метр	Гн/м
Магнитизация	бір метрге ампер	А/м
(қарқындылығы	ом	Ом
магниттеу)	сименс	См
Электр кедергісі (белсенді, реактивті, толық)	ом-метр	Омм
Электрөткізгіштігі (белсенді, реактивті, толық)	сименс метр	См/м
Арнайы электр кедергісі	генри минус бірінші дәрежелі	Гн - ^{* 1}
Арнайы электрөткізгіштігі	генри	Гн
Магниттік қарсылық	ватт	Вт
Магниттік өткізгіштігі		
	джоуль	Дж

Техникалық құжаттарда, каталогтарда және зауыттық тәжірибеде айналу жылдамдығы, әдетте, «айн / мин» бірліктерінде өлшенеді, белгілеу айналымы немесе мин-1;

1 айналым = 60 с-1.

Бірліктер СИ бірліктерімен тең пайдалануға арналған

Физикалық мөлшері	Бөлім атауы	Ескерту (орысша)	СИ бірліктерімен

Салмақ	тонна	т	10^3 кг
Уақыт	минут	мин	60 с
	сағат	с	3600 с
	тәулік	тәу	86400 с
Тегіс	градус	°	$\rho/180$ рад « $1,745329 \cdot 10^{-2}$ рад
бұрыш	минут		$\rho/10800$ рад « $2,908882 \cdot 10^{-4}$ рад
	секунд	..."	$\rho/648000$ рад « $4,848137 \cdot 10^{-6}$ рад
Көлемі,	литр	л	10^{-3} м^3
сыйымдылығы			
Механик-	ньютон	Н/мм ²	1 МПа
а	шаршы		
а	миллиметр		
Толық	вольт-	В-А	—
сыйымдылығы	ампер		
Реактивті	вар	вар	—
сыйымдылығы			

Қосымша 2

**Электр тізбектеріндегі кейбір элементтер мен
құрылғыларға
түсінік**

Атауы	Ескерту

Электр машиналары: а - генератор; б - айнымалы ток қозғалтқышы; с - үш фазалы асинхронды сақиналы торлы роторлы қозғалтқыш; г - тәуелсіз қозу қозғалтқышы тұрақты; қ - бірдей, қатарлы қозу; е - сол, параллель қозғау; г - бірдей аралас қозғау; z - сол сияқты, екі қатарлы қоздыр орамалары (кері қозғалтқыш)	(а) (м) ({\$)) а б в $Lnr\upsilon nrJ^{\wedge}$ $_{rvnr\upsilon-4}$ где Ж 3

Атауы	Ескерту

Қосқыштар: <i>a - бір полюсті қосқыш;</i> <i>b - бір полюсті</i> <i>ажыратқыш; в - үш полюсті</i> <i>қосқыш;</i> <i>g, d - үшбұрышты</i> <i>автоматты ажыратқыш;</i> <i>электронды жалғыз полюсті</i> <i>қосқыш;</i> <i>ж - өзін қайтару түймесі;</i> <i>h - өзін-өзі қайтаратын</i> <i>түйме; және - өздігінен</i> <i>қайтарылмайтын жабу түймесі;</i> <i>k - өзін-өзі қайтарусыз</i> <i>батырма</i>	<i>1</i> <i>ф* 1 1</i> <i>зде</i> <i>NN</i> <i>Ft</i>
Жартылай өткізгіш құрылғылар: <i>a - Бір фазалы көпірдің түзеткіші;</i> <i>b - фотодиод; с - жарықдиодты;</i> <i>d - фоторезистор;</i> <i>d - күн фотоселлесі; е - рр түріндегі</i> <i>транзистор; j - і типті транзистор;</i> <i>z - n-типті каналмен далалық әсер</i> <i>транзисторы;және - биполярлы</i> <i>транзистордың оқшауланған</i> <i>қақпасы</i>	<i>^ ^ <Sif</i> <i>a б в</i> <i>Ч-0 Ч-®-</i> <i>зде</i> <i>^ (и) "O"</i>
Байланыстар: <i>a - жабу; б - үзіліс; с</i> <i>- коммутация; r - екі есе жабу; d -</i> <i>қосарлы ашумен; e - механикалық</i> <i>байланыспен жабу;</i> <i>ж - жұмыс кезінде баяулауы бар;</i> <i>h - кері қайтару кезінде</i> <i>(отпускании);</i> <i>— үзіліс және қайтару кезінде</i> <i>баяулауы бар; k - өзін-өзі</i> <i>қайтармай; l - жылу релесі</i>	<i>1 ^ П</i> <i>a б в з</i> <i>1 1 П</i> <i>t 1 1 "l z*</i> <i>д е ж</i> <i>^ ^ {!* К</i> <i>3 U к л</i>

Элемент топтық қолы	Құрылғы мен элемент қолтапынын
A – Құрылғылар	AK — Блок реле
B – электр емес мөлшердің түрлендіргі	BK — Жылудатчигі BL— Фотоэлемент BR— Тахогенератор
C – конденсаторлар	
E - элементтер әртүрлі	EK — Қыздырғыш элемент EL— Жарық беру шамы
F - ұстағыштар, сақтандырғыштар, қорғау құралдары	FA— Токтан қорғану бойынша дискретті элемент VСерпін беруші
G - генераторлар, қуат көздері	GB аккумуляторлық батарея
H - сигналдық және индикаторлық құр	HL Белгі беру шамы HA— қоңырау
K - реле, контакторлар, стартер	KA ток релесі KH нұсқаушы реле KK — электрожылу релесі KM байланыстырушы, магнитті қосқыш KT уақыт релесі EV— кернеу релесі EE — аралық реле
L - индукторлар, түтіктер, реакторлар	LL люминесцентті шамның дросселі
M - электр қозғалтқыштары	SA Автоматты ажыратқыштар SB - Switches SL батырмасын қосады - Деңгейден жұмыс істейді
P - өлшеу аспаптары мен құрылғылары	SP - қысымдар арқылы іске қосылатын қосқыштар
Q - электр тізбектеріндегі	SQ - позициялық қосқыштар
R – Резисторлар	SR - Айнымалы жылдамдықпен белсендірілген қосқыштар SK -
S - Басқару, сигнал беру және өлшеу тізбектеріндегі	TA - ток трансформаторы
T - трансформаторлар, автотрансформаторлар	TV - трансформаторлардың кернеуін өлшеу
U - Электр шамаларының электр түрле	UZ - Реттегіш, түрлендіргіш, жиілік түрлендіргіш
V - Semiconductor және electrovacuum құрылғылары	VD - диод VT транзисторы VS тиристоры
X – Байланыс	VL байланыс құрылғысы

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Алиев И. И. Электротехникалық анықтама. — М.: РадиоСофт, 2001.
2. Аракелян А.К., Афанасьев А.А., Чиликин М.Г. Синхронды қозғалтқышпен және тәуелді инвертормен бірге электр жетегінің қақпасы. — М.: Энергия, 1977.
3. Башарин А.В., Новиков В. А., Соколовский Г.Г. Электр жетегін басқару. — Л.: Энергоиздат, 1982.
4. Белов М. П., Новиков В.А., Рассудов Л. Н. Типтік өндіріс механизмдері мен технологиялық кешендердің автоматтандырылған электр жетегі. — М: «Академия» баспа орталығы, 2004.
5. Бут Д.А. Байланыссыз электр машиналары. — М.: Жоғары мектеп, 1985.
6. Васин В.М. Электр жетегі. — М.: Высшая школа, 1984.

7. Вешеневский С.Н. Электржетектегі қозғалтқыштардың сипаттамасы.— М.: Энергия, 1977.
8. Иванов А. А. Электротехника бойынша анықтамалық.. — Киев: Вища школа, 1984.
9. Касаткин А. С., Немцов М.В. Электротехника. — М.: «Академия» баспа орталығы, 2004.
10. Кацман М.М. Электр машиналары. — М.: «Академия баспа орталығы, 2003.
11. Кацман М. М.Автоматты құрылғылардың электр машиналары. — М.: Форум-Инфра, 2002.
12. Кацман М.М. Электр машиналары мен электр жетегі бойынша зертханалық жұмыс. — М.: «Академия» баспа орталығы, 2003.
13. Кацман М.М. Электр машиналарының анықтамалығы. — М.: «Академия» баспа орталығы, 2005.
14. Келим Ю.М. Автоматты басқару жүйелерінің типтік элементтері. — М.: Форум, 2002.
15. Кисаримов Р. А. Электрик анықтамалығы. — М.: РадиоСофт, 2002.
16. Клюев В.И. Электр жетегінің теориясы. — М.: Энергоатомиздат, 2001.
17. Лихачев В.Л. Электротехника. Анықтамалық. Т. 2. — М.: Солон-Пресс, 2003.
18. Миллер Е.В. Электр жетегінің негізгі теориялары. — М.: Жоғары мектеп, 1968.
19. Москаленко В.В. Электр жетегі. — М.: Мастерство, 2000.
20. Москаленко В.В. Электржетектерді басқарудың автоматтандырылған жүйелері. — М.: ИНФРА-М, 2004.
21. Москаленко В. В. Электромонтердің анықтамалығы. — М.: ПрофОбрИз- дат, 2002.
22. Соколова Е.М. Электр және электромеханикалық жабдықтар. — М.: Мастерство, 2001.
23. Электр машиналарының анықтамалығы / . И. П. Копылова и Б. К. Клокова ред.баск. — М.: Энергоатомиздат, 1988.
24. Цейтлин Л.С. Электрожетек, электр жабдықтары мен басқару негіздері. — М.:Жоғары мектеп, 1985.
25. Чиликин М. Г., Сандлер А. С. Электрожетегі жалпы курс. — М.: Энер- гоатомиздат, 1981.
26. Шишмарев В.Ю. Автоматты басқару жүйелерінің типтік элементтері. — М: «Академия» баспа орта лығы, 2004.
27. Автоматтандырудың электромеханикалық құрылғылары / Б.К. Буль, О. Б. Буль, В.А. Азанов, В.Н. Шоффа. — М.: Жоғары мектеп, 1988.
28. Аппараттық құралдардың элементтері / . О.Ф. Тищенко ред.баск. — М.:Жоғары мектеп, 1968

МАЗМҰНЫ

Алғы сөз.....	3
Кіріспе.....	4

БІРІНШІ БӨЛІМ

ЭЛЕКТР ЖЕТЕКТІҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

1-тарау. Электр жетек механикасы 8

1.1. Негізгі ұғымдар	
1.2. Электр жетектің негізгі теңдеуі	
1.3. Кедергінің статистикалық сәттерінің және қозғалтқыш білегінің айналу жиілігіне инерция сәттерінің көрінісі	14

2-тарау. Тұрақты ток қозғалтқышы бар электр жетектер сипаттамасы....21

2.1. Негізгі ұғымдар.....	21
2.2. Тәуелсіз (параллель) қоздырудың қалыпты ток қозғалтқышы бар электр жетектердің механикалық сипаттамасы....	24

МАЗМҰНЫ

2.3. Негізгі (қозғалтқыш) режимде тәуелсіз (параллель) қоздырудың қалыпты ток қозғалтқышы бар электр жетектердің механикалық сипаттамасының есебі	27
2.4. Тежегіш режимде тәуелсіз (параллель) қоздырудың қалыпты ток қозғалтқышы бар электр жетектердің механикалық сипаттамасы	33
2.5. Реттілік қоздырудың қалыпты ток қозғалтқышы бар электр жетектердің механикалық сипаттамасы	39
2.6. Тежегіш режимде реттілік қоздырудың қалыпты ток қозғалтқышы бар электр жетектердің механикалық сипаттамасы	46
2.7. Аралас қоздырудың қалыпты ток қозғалтқышы бар электр жетек	48
2.8. Қалыпты ток қозғалтқышы бар электр жетекті қосу	49
2.9. Қалыпты ток қозғалтқышы бар электр жетектің айналу жиілігін реттеу	57
2.10. Қалыпты ток қозғалтқышы бар электр жетекті импульсті реттеу	63
2.11. Қалыпты токтың орындаушы қозғалтқыштары	64

3-тарау. Ауыспалы ток қозғалтқышы бар электр жетек сипаттамасы 68

3.1.	Үш фазалы бейсинхронды қозғалтқыштар үшін негізгі ұғымдар мен қатынастар	68
3.2.	Қозғалтқыш режиміндегі бейсинхронды қозғалтқыштардың механикалық сипаттамасы	73
3.3.	Тежеуіш режимдегі бейсинхронды қозғалтқышы бар электр жетектер	79
3.4.	Фазалық роторымен бейсинхронды қозғалтқышы бар жетекті қосу	86
3.5.	Қысқа тұйықталған бейсинхронды қозғалтқыштары бар электр жетекті қосу	94
3.6.	Бейсинхронды қозғалтқышы бар электр жетектердің айналу жиілігін реттеу	101
3.7.	Синхронды қозғалтқышы бар электр жетек	110
3.8.	Орындаушы бейсинхронды қозғалтқыштар	114
3.9.	Орындаушы қадамды қозғалтқыштар	116

4-тарау. Электр жетектердегі ауыспалы режимдер 120

4.1.	Негізгі ұғымдар	120
4.2.	Сызықтық бірлескен сипаттама кезіндегі электр жетектегі ауыспалы процестер	121
4.3.	Сызықтық емес бірлескен сипаттама кезіндегі электр жетектегі ауыспалы процестер	124
4.4.	Ауыспалы режимдер кезінде электр жетектегі энергияның жоғалуы	127

5-тарау. Электр жетек үшін қозғалтқыштарды таңдау және олардың қажетті қуаттылығын есептеу.....134

5.1.	Жалпы және арнайы мақсаттағы қозғалтқыштар	134
5.2.	Электр қозғалтқыштардың қызуы және салқындауы	136
5.3.	Қозғалтқышты суытудың тәсілдері және құрылымдық формаларды орындау	140
5.4.	Электр жетектердің жұмыс режимі	146
5.5.	Қозғалтқыштарды алдын-ала таңдау.....	149
5.6.	Қозғалтқыштардың қосу сәті мен ауыстырып тиеу қабілетін тексеру	153
5.7.	Жалғаспалы жұмыс режимі үшін қозғалтқыштың қуатын есептеу	155
5.8.	Қысқа мерзімді жұмыс режимі үшін қозғалтқыштың қуатын есептеу	161
5.9.	Қайта қысқа мерзімді жұмыс режимі үшін қозғалтқыштың қуатын есептеу	163
5.10.	Қызу бойынша таңдалған қозғалтқышты тексеру	167
5.11.	Сермері бар электр жетек	168

ЕКІНШІ БӨЛІМ

ЭЛЕКТР ЖЕТЕКТІ БАСҚАРУ

6-тарау. Коммутация және қорғану құрылғысы 172

6.1.	Түйіспелі коммутациялану құрылғысы	172

6.2.	Басқару релесі.....	179
6.3.	Уақыт реле.....	189
6.4.	Контакторлар және магниттік қосқыштар.....	193
6.5.	Түйіспелі емес коммутациялану құрылғысы	199
6.6.	Қорғану құрылғысы	200
6.7.	Күш резисторлары.....	209
6.8.	Реостаттар.....	215

7-тарау. Ақпараттық құрылғылар 220

7.1.	Негізгі ұғымдар	220
7.2.	Электр машиналық тетіктер.....	221
7.3.	Электр магниттік тетіктер.....	237
7.4.	Сыйымдылық тетіктері	241
7.5.	Температура тетіктері	243
7.6.	Қысымның және дискретті әрекеттің деңгейінің түйіспелі құрылғысы.....	245
7.7.	Орындаушы электр магниттік құрылғылар.....	247
7.8.	Электр жетек муфталаар	251

8-тарау. Электр жетектердің қайта шығару құрылғылары 264

8.1.	Негізгі ұғымдар	264
8.2.	Электр машиналық қайта құраушы және «қозғалтқыш генераторы» жүйесі	264
8.3.	Басқарылмайтын жартылай өткізгішті түзеткіштер	269
8.4.	Қалыпты ток электр жетектер үшін басқарылатын жалтылай өткізгішті түзеткіштер	271
8.5.	Ауыспалы ток жиілігінің жалтылай өткізгішті қайта құраушысы	284
8.6.	Ауыспалы ток қысымының тиристорлық реттеуіші.....	293
8.7.	Ауыспалы ток электр жетектер үшін қорғау-қосу құрылғысы	295
8.8.	Электр жетектерді импульсті басқару құрылысы	298

9-тарау. Қатар қолданылатын жартылай өткізгішті инверторы бар электр қозғалтқыштар

..... 301

9.1.	Қалыпты токтың шұралы қозғалтқышы	301
9.2.	Шұралы-индукторлық жетек	304
9.3.	Бейсинхронды шұралы каскад.....	307

10-тарау. Автоматтандырылған электр жетектерді алыстан басқару жүйесі

..... 310

10.1.	Негізгі түсініктер.....	310
10.2.	Ауыспалы ток электр жетектерінің қосылуы, реверсі және кідіруі автоматтандырылған жүйесінің типтік схемасы	311
10.3.	Қалыпты ток электр жетектерінің қосылу, реверсі және кідіруі автоматтандырылған жүйесінің типтік схемасы	323
10.4.	«Электр білігі» бар электр жетек.....	329

11-тарау. Автоматтандырылған электр жетекті басқарудың тұйық жүйесі

..... 331

11.1.	Негізгі ұғымдар	331
11.2.	Қалыпты ток электр жетектерінің тұйық автоматтандырылған жүйесі	333
11.3.	Ауыспалы ток электр жетектерінің тұйық автоматтандырылған жүйесі	341
11.4.	Басқару бағдарламасы бар электр жетек	346
11.5.	Ұқсас басқару жүйесі бар жалғаспалы электр жетек	348
11.6.	Релелік басқару жүйесі бар жалғаспалы электр жетек	351
11.7.	Сервоқозғалтқыштар.....	353
11.8.	Кешенді электр жетектер	358
11.9.	Автоматты басқарудың тұйық жүйесінің беріктігі туралы ұғымдар	360
11.10.	Автоматты басқарудың бейінді жүйесі	362
11.11.	Электр жетектердегі энергияны қорғаудың тәсілдері мен құралдары	363
	Қосымша	369
	Әдебиеттер тізімі	376
	Пәндік көрсеткіш	378

Оқу басылымы
Кацман Марк Михайлович
Электро жетек
Оқулық

Редактор Б. Д. Керімбекова

Техничекалық редактор О. С. Александрова
Компьютерда теруші: Г. А. Берковский
Корректорлар Л. А. Богомолова, В. А. Жилкина
Бас. № 107106739. Басуға жіберілді 26.05.2014. Формат 60 x
90/16.

Гарнитура «Таймс». Офсеттік басылым. Қағаз офсеттік № 1.
Усл. печ. л. 24,0.

Тираж 1 000 дана. Тапсырыс №
ООО Академия баспа орталығы . www.academia-moscow.ru
129085, Москва, пр-т Мира, 101В, құр. 1.
Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.

Санитарлық-эпидемиологиялық қорытынды № РОСС RU.
29.04.2014 ж. АЕ51. Н 16592

Баспаның электронды тасымалдағышында басылған.
ОАО «Тверь полиграфиялық комбинаты», 170024, г. Тверь,
Ленин даңғылы, 5. Телефон: (4822) 44-52-03, 44-50-34. Телефон/факс:
(4822) 44-42-15.

Home page — www.tverpk.ru Электронды пошта (E-mail) —
sales@tverpk.ru