Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі
«Кәсіпқор» Холдингі» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

**Д.Г. СЕЙЧАНОВА, М.Н. ПАРХОМЕНКО, Б.Б. ЕНКЕНОВ,
Б.А. СЫЗДЫКОВ**

АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖЕТЕКТЕР ЖҮЙЕЛЕРІН АВТОМАТТАНДЫРУ ЖӘНЕ ҚОРҒАУ

1519000 – «Мехатроника» мамандығы бойынша техникалық және кәсіптік, орта білімнен кейінгі білім беру жүйесі үшін өзектендірілген типтік оқу жоспарлары мен бағдарламалары бойынша оқу құралы ретінде әзірленді

Нұр-Сұлтан, 2019

ӘОЖ 681.5
КБЖ 32.965
А 18

Автоматтандырылған жетектер жүйелерін автоматтандыру және қорғау / Оқу құралы Д. Г. Сейчанова, М.Н. Пархоменко, Б.Б. Енкенов, Б.А. Сыздыков - Нұр-Сұлтан, «Кәсіпқор» Холдингі» коммерциялық емес акционерлік қоғамы, 2019 ж.

ISBN 978-601-333-818-7

Осы оқу құралы КМ 05 «Автоматтандырылған жетектер жүйелерін автоматтандырудың және қорғаудың барлық элементтерінің жұмысын және өзара іс-қимылын бақылау» кәсіптік модулі бойынша оқыту нәтижелеріне қол жеткізу мақсатында 1519012 – «Мехатроника білімі бар жабдықтарды жөндеу жөніндегі кезекші электрослесарь (слесарь)» біліктілігінің 1519000 – «Мехатроника» мамандығы бойынша құрастырылған.

Оқу құралында қарастырылған теориялық мәселелер бойынша практикалық дағдыларды қалыптастыруға мүмкіндік беретін алты зертханалық жұмыс бар.

Оқу құралы электротехникалық мамандықтардың оқытушылары мен студенттеріне арналған.

ӘОЖ 681.5
КБЖ 32.965

Рецензенттер:

- «Технологиялық машиналар мен жабдықтар» бейіні бойынша ОӘБ Жамбыл жоғары политехникалық колледжі;

- «Тау-кен өндіруші және тау-кен металлургиялық кәсіпорындардың республикалық қауымдастығы» ЗТБ.

«Оқулық» Республикалық ғылыми-практикалық орталығымен ұсынылған

© «Кәсіпқор» Холдингі» КЕАҚ, 2019 ж.
«Delta Consulting Group» ЖШС аударған

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ 4

1 ТАРАУ. ЖҰМЫС МАШИНАЛАРЫНА АРНАЛҒАН ЭЛЕКТР ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРДЫ ТАҢДАУ 5

1.1. Электр қозғалтқыштардың түрлері және олардың ерекшеліктері 5

1.2. Тәуелсіз қоздырылатын тұрақты тоқ қозғалтқышының механикалық сипаттамалары. Қозғалтқыш режимі 7

1.3. Тәуелсіз қоздырғышпен тұрақты тоқ қозғалтқышының механикалық сипаттамалары. Электр тежегіштің тәртібі 12

1.4. Біртіндеп қоздырғышпен тұрақты тоқ қозғалтқышының механикалық сипаттамалары. Қозғалтқыш тәртібі 19

1.5. Біртіндеп қоздырғышпен тұрақты тоқ қозғалтқышының механикалық сипаттамалары. Электр тежегіштің тәртібі 23

1.6. Асинхрондық қозғалтқыштардың механикалық сипаттамалары. Қозғалтқыш тәртібі 26

1.7. Асинхрондық қозғалтқыштардың механикалық сипаттамалары. Электр тежегіштің тәртібі 30

1.8. Синхрондық қозғалтқыштың механикалық және энергетикалық сипаттамалары 36

№1 «Қуаттылығы бойынша тұрақты тоқ электрқозғалтқыштарды таңдау» зертханалық жұмысы 40

№2 «Параллельді қоздырғыш тұрақты тоғы қозғалтқышының сипаттамаларын есептеу және құру» зертханалық жұмысы 46

2 ТАРАУ. ҚҰРАЛДАРДЫ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУ-ӨЛШЕУ АСПАПТАРМЕН ҚҰРАСТЫРУ ЖҰМЫСТАРЫН ОРЫНДАУ 52

2.1. Детальдарды өңдеу түрлері және тәсілдері 52

2.1.1. Термоөңдеудің негізгі түрлері 54

2.1.2. Металды кезумен өңдеудің негізгі әдістері 55

2.1.3. Механикалық өңдеудің прогрессивтік әдістері 56

2.2. Құралдардың түрлері және олардың мақсаттары 57

2.2.1. Қол құралдары 57

2.2.2. Механикаландырылған қол құралдары 61

2.2.3. Бақылау-өлшеу құралдары 61

2.2.4. Слесарлық және құрастыру жұмыстарын орындаған кезде қауіпсіздік техникасы 66

№3 «Слесарлық жұмыстардың алуан түрлеріне арналған құралдарды таңдау» зертханалық жұмысы 69

№4 «Детальдарды өңдеу кезінде бақылау-өлшеу құралдарымен жұмыс» зертханалық жұмысы 79

2.3. Электр жабдықтардың ақауларын анықтау және жою әдістері 82

2.3.1. Электр жабдықтардың ақаулары 82

№5 «Ауыспалы тоқ электр қозғалтқышын шашудың және жинаудың техникалық карталарын толтыру» зертханалық жұмысы 85

3 ТАРАУ. ҚОЗҒАЛЫС МОДУЛЬДЕРІНІҢ ҮЛГІЛІ ҚҰРЫЛЫМДАРЫ 88
3.1. Мехатрондық модульдер мен роботтардың механизмдері, түйіндері және детальдары 88
3.1.1. Негізгі терминдер және анықтамалар 88
3.1.2. Мехатрондық модульдердің жіктемесі 90
3.1.3. Электр жетектік мехатрондық модульдер. Қозғалыс модульдері 91
3.2. Маңызды емес динамикалық жүктемелер кезінде әмбебап мехатрондық модульдерді энергетикалық есептеу 96
3.3. Қозғалыс түрлендіргішін есептеу 100

4 ТАРАУ. ДЕТАЛЬДАРДЫ МЕХАНИКАЛЫҚ ӨҢДЕУ 109
4.1. Құрылыстық және технологиялық құжаттама 109
4.2. Технологиялық процестерді орындау кезіндегі қауіпсіздік техникасы 126
№6 «Өндіріс жағдайында дайындаманы алу тәсілдері» 128
А қосымшасы 133

ҚОРЫТЫНДЫ 140
ГЛОССАРИЙ 141
ҚОЛДАНЫЛҒАН ДЕРЕККӨЗДЕРДІҢ ТІЗІМІ 143

КІРІСПЕ

Осы оқу құралының ұйымдастырушы негізі 1519000 – «Мехатроника» мамандығы 1519012 – «Мехатрониканы білумен жабдықтарды жөндеу жөніндегі кезекші электрслесарі (слесарі)» біліктілігі бойынша өзекті үлгілі оқу жоспарлары мен бағдарламалары болып табылады.

Оқу құралы КМ 05 «Автоматтандырылған жетектер жүйесін автоматтандырудың және қорғаудың барлық элементтерімен өзара әрекет ету және жұмысын бақылау» модулі бойынша оқыту нәтижелері негізінде құрылған.

Модульдың мақсаты – оқушыларға автоматтандырылған жетектер жүйелерін автоматтандыру және қорғау элементтердің өзара әрекет саласында электртехникалық және слесарлық-жинақтау жұмыстарын жүргізудің негізгі тәсілдері мен әдістеріне түсіндіктеме беру.

Оқу құралары оқыту нәтижелеріне қол жеткізуге көмектеседі:

а) жұмыс машиналарының әр түрлеріне арналған электр қозғалтқыштарды таңдайды;

б) жинау жұмыстарын орындаған кезде аспаптарды және бақылау-өлшеу құралдарын қолданады;

в) қозғалыс модульдерінің және оның құрамдас бөліктерінің үлгілі құрылыстарын дайындайды;

г) детальдарға механикалық өңдеуді жасайды.

Заманауи өнеркәсіп әр түрлі техникалық агрегаттарды қолданудың жоғары дәрежесімен сипатталады. Электр құрылғылар мен механизмдердің алуын түрлілігі кезінде, олардың тиімділігі мен қажеттілігі бақылау-өлшеу құралдары мен автоматиканы қолданусыз нөлге әкеледі. Сонымен қатар, әлемдік экономикада өнеркәсіптік және өндірістік объектілерді автоматтандыру үрдісі геометриялық прогрессияда өсіп келеді.

Автоматтандырудың заманауи құралдары мен аспаптары әр түрлі жұмыс тәртібінде оларды пайдалану талаптарына, автоматтандырылған механизмдердің барлық элементтері мен түйіндерін қорғауға және өзара әрекет етуге қойылатын жаңа талаптарды ұсынады.

1 ТАРАУ. ЖҰМЫС МАШИНАЛАРЫНА АРНАЛҒАН ЭЛЕКТР ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРДЫ ТАҢДАУ

1.1 Электр қозғалтқыштардың түрлері және олардың ерекшеліктері

Жабдықтардың үнемділігі мен сенімділігі электр қозғалтқышқа тікелей байланысты, сондықтан да, оны таңдау күрделі тәсілдерді талап етеді. Электр қозғалтқыш арқылы электр энергиясы (ЭЭ) механикалық энергияға (МЭ) айналады. Электр қозғалтқыштардың негізгі көрсеткіштері қуаттылық, минутына айналым саны, кернеу және тоқ алу түрі болып табылады. Сондай-ақ, көп мағынаға массогабариттік және энергетикалық көрсеткіштері бар.

Электр қозғалтқыштарында көп артықшылықтары бар. Жылу қозғалтқыштарын салыстырмалы қуаттылықпен салыстырған кезде, көлемі бойынша электр қозғалтқыштары біршама қомақты. Олар кішігірім алаңдарда орнатуға жарайды, мысалы, трамвайлар жабдықтарында, электровоздарында және әр түрлі мақсаттағы станоктарда. Оларды қолданған кезде бу мен бұзылу өнімдері шықпайды, ол экологиялық тазалықты қамтамасыз етеді [7].

Тұрақты тоқ электр қозғалтқыштары. Жоғары қарқынды және пайдалану көрсеткіштерімен реттелетін электр жетектерді құру үшін қолданылады. Осындай көрсеткіштерге айналудың жоғары теңдігі және жүктеу қабілеттілігі жатады. Олар қағаз жасайтын, бояу-әрлеу және көтергіш-көлік машиналарды жинақтау үшін, полимерлік жабдықтар, бұрғылау станоктар және эксскаторлардың қосалқы агрегаттар үшін қолданылады. Олар электр көліктерінің барлық түрлерін жабдықтау үшін жиі қолданылады.

Ауыспалы тоқ электр қозғалтқыштары. Тұрақты тоқ қозғалтқыштарынан қарағанда аса жоғары сұранысқа ие. Оларды жиі тұрмыста және өнеркәсіпте қолданады. Оларды өндіру біршама арзандау, құрылымы қарапайым және сенімді, ал пайдалануы аса қарапайым. Барлық дерлік үйдегі тұрмыстық техника ауыспалы тоқ электр қозғалтқыштармен жабдықталған. Оларды кір жуғыш машиналарда, асханада ауаны тарту құрылғыларында және т.б. қолданады. Ірі өнеркәсіпте олардың көмегімен станок жабдықтарын, ауыр жүкті ауыстыруға арналған шығырды, компрессорды, гидравликалық және пневматикалық сорғыштарды және өнеркәсіптік желдеткіштерді қозғалысқа келтіреді.

Синхрондық қозғалтқыштар. Ауыспалы тоқ электр қозғалтқыштарының алуан түрлерінің бірі болып табылады. Олардың роторының айналу жиілігі ауа саңылауында магнит алаңының айналу жиілігіне тең болады. Оларды компрессорларға, ірі желдеткіштерге, сорғыштарға және тұрақты тоқ генераторларына қолданылады, өйткені олар тұрақты жылдамдықпен жұмыс істейді.

Асинхрондық қозғалтқыштар. Олардың роторының айналу жиілігі магниттік алаңның айналу жиілігінен ерекшеленеді, олар статорды айналдыру тоғымен құрылады. Асинхрондық қозғалтқыштар ротордың

құрылымына байланысты екі түрге бөлінеді: қысқа тұйық ротормен және фазалық ротормен. Статордың құрылымы екі түрде де бірдей, айырмашылығы тек орауында.

Электр қозғалтқыштар сериясының шартты белгілері

- АИР, А, 4А, 5А, АД, 7AVER –МЕМСТ 51689-2000 бойынша қуаттылықты байлануымен жалпы өнеркәсіптік электр қозғалтқыштары;
- АИС, 6А, IMM, RA, AIS –DIN (CENELEC) евро стандарты бойынша қуаттылықпен байланысты жалпы өнеркәсіптік электр қозғалтқыштары;
- АИМ, АИМЛ, 4ВР, ВА, АВ, ВАО2, 1ВАО, 3В – жарылыстан қорғайтын электр қозғалтқыштары;
- АИУ, ВРП, АВР, 3АВР, ВР – жарылыстан қорғайтын кеніштік электр қозғалтқыштары;
- А4, ДАЗО4, АОМ, ДАВ, АО4 – жоғары вольттық электр қозғалтқыштары.

Электр қозғалтқыш модфикациясының белгілері

- М – жаңартылған электр қозғалтқыш (мысалы: АДМ63А2У3);
- К – фазалық ротормен электр қозғалтқыш (мысалы: 5АНК280А6);
- Х – алюминий станиндегі электр қозғалтқыш (мысалы: 5АМХ180М2У3);
- Е – бір фазалық электр қозғалтқыш 220В (мысалы: АИРЕ80С2У3);
- Н – өздігінен желдететін қорғап жасалған электр қозғалтқыш (мысалы: 5АН200М2У3);
- Ф – мәжбүрлі салқындатқышпен қорғап жасалған электр қозғалтқыш (мысалы: 5АФ180М2У3);
- С – жоғары дәрежеде жылжитын электр қозғалтқыш (мысалы: АИРС180М4У3);
- В – кірістірілетін электр қозғалтқыш (мысалы: АДМВ63В2У3);
- Р – жоғары іске қосу сәтімен электр қозғалтқыш (мысалы: АИРР180S4У3);
- П – құс шаруашылығында желдеткіштерді келтіруге арналған электр қозғалтқыш (мысалы: АИРП80А6У2).

МЕМСТ жалпы қабылданған климаттық орындауы – машиналардың, аспаптардың, электр қозғалтқыштардың және басқа даа техникалық бұйымдардың барлық түрлеріне таратылады. Шартты белгілердің толық анықтамасы одан әрі келтірілген [1].

Әріп климаттық аймақты білдіреді:

- У – қалыпты климат;
- Т – тропикалық климат;
- ХЛ – суық климат;
- М – теңіз қалыпты-суық климаты;
- О – жалпы климаттық орындалуы (теңізден басқа);
- ОМ – жалпы климаттық теңіздік орындалуы;
- В – барлық климаттық орындалуы.

Сандар орналасу санатын білдіреді:

- 1 – ашық ауада;

– 2 – күн радиациясынан басқа, ашық ауада сияқты жағдайы бар жерлерде, жаппа астында немесе орынжайда;

– 3 – климаттық жағдайды жасанды реттеусіз жабық орынжайда;

– 4 – климаттық жағдайда жасанды реттеумен жабық орынжайда (желдеткіш, жылыту);

– 5 – климаттық жағдайларды жасанды реттеусіз жоғары ылғалдығы бар орынжайларда.

1.2 Тәуелсіз қоздырғышпен тұрақты тоқ қозғалтқыштарының механикалық сипаттамалары. Қозғалтқыш тәртібі

Электр қозғалтқыштары жұмыстың белгіленген тәртібінің жылдамдығына дейін өзі автоматты түрде жетуге; кедергі беру сәтін ұлғайтқан кезде жылдамдықты төмендетуге; үлкен жылдамдығы бар белгіленген тәртіптен аз жылдамдығы бар белгіленген тәртіпке ауысуға; кедергі беру сәтін азайту кезінде жылдамдықты ұлғайтуға; аз жылдамдығымен белгіленген тәртіптен үлкен жылдамдығы бар белгіленген тәртіпке ауысуға қабілетті. Электр қозғалтқыштың осы ерекшелігі, айналу жылдамдығы мен қозғалтқыштың айналу сәті арасында тәуелсіздік $\omega=f(M)$ бар екендігімен түсіндіріледі, оған сәйкес жылдамдық сәтін ұлғайтумен керісінше азаюы да мүмкін. Осы тәуелсіздікті **қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы** деп атайды [8].

Механикалық сипаттамалардың көмегімен электр қозғалтқыштардың негізгі қасиеттерін анықтауға және олардың технологиялық машиналар талаптарына сәйкес келуін тексеруге болады.

M және ω шамалары салынатын абсцисс осі және ординат төрт шаршыға алаңды бөледі. Бірінші нөмірді жоғары оң шаршыға беру қажет, ал қалғандарын сағат тіліне қарсы нөмірлеп шығу қажет.

Бірінші шаршыда M және ω белгілері, яғни, шаманың бағыттары да сәйкес келеді. Сондықтан да, онда электр машиналары жұмысының қозғалтқыш тәртібіне арналған механикалық сипаттамалар орналасады. Айналудың қарама-қарсы бағыттарына арналған ұқсас сипаттамалары үшінші шаршыда орналасады, өйткені M және ω теріс.

Екінші шаршыда ω жылдамдығы оң, ал M сәтінде теріс белгі болады. Сондықтан да, онда электр тежегіш тәртібіне сәйкес келетін механикалық сипаттамалар орналасады, ол кезде инерттік күштердің әсімен айналу бағыты сақталады, ал сәттің бағыты қозғалтқышты қосу есебінен қарама-қарсыға өзгереді. Айналудың қарама-қарсы бағытына тән осындай сипаттамалар төртінші шаршыда да орналасады, өйткені онда ω теріс белгі, ал M – оң белгі.

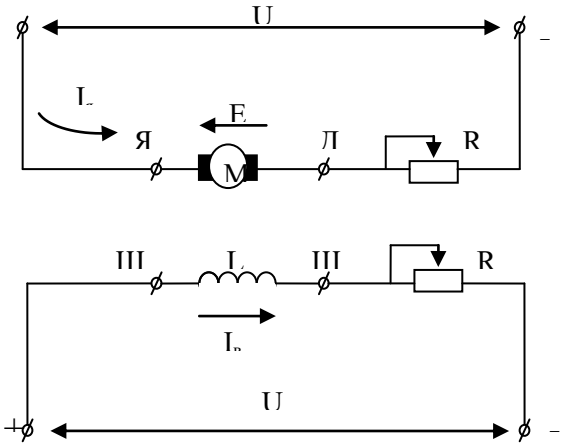
Тәуелсіз қоздырғышпен тұрақты тоқ қозғалтышын (ТТҚ) қосу кестесі 1.1-- суретте келтірілген.

Қозғалтқыш якорі және LM қозғалтқышты орау U және $U_в$ кернеудің тәуелсіз көздерінен тоқ алады. Сондықтан да, $I_в$ қоздыруды айналдырудағы тоқ $I_я$ якорь тоғына байланысты болады. $U_в$ тоқ көзінің қуаттылығы U тоқ көзі қуаттылығынан 15%-дан аспайды. Айналатын якорьде оны айналдыру Е э.қ.к. айналымында болады. Қозғалтқышты қосу кестесінде Е бағыты U

бағытына қатысты қарсы орналасқан, ол жұмыстың қозғалтқыш тәртібіне сәйкес келеді. Е шамасы (1.1) формула бойынша анықталады:

$$E = k\Phi\omega, \qquad (1.1)$$

онда ω – қозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығы; Φ – қозғалтқыш ағымы; $k = \frac{pN}{2\pi a}$ - қозғалтқыштың конструктивтік коэффициенті, оны есептеуге арналған деректер анықтамалықтарда келтірілген; p – қозғалтқыш полюстері жұбының саны; N – якорьды айналдырудың белсенді сымдарының саны; a – якорьді айналдырудың параллельді бұталары жұбының саны.



1.1 - сурет. Тәуелсіз қоздырғышпен тұрақты тоқ қозғалтқышын қосу кестесі

$I_я$ якорьлік тоғының бағыты, Е бағыты сияқты, қосу кестесінде жұмыстың қозғалтқыш режимі үшін көрсетілген.

$I_{я.қос.}$ қозғалтқыштың якорьлік тоғының қолжетімді мәні коммутация талаптарымен және якорьдің механикалық мықтылығымен шектеледі және $I_{я.н.}$ номиналды тоғын 2,5 еседен артық - $I_{я.доп.} \leq 2{,}5 \cdot I_{я.н.}$ аспауы керек.

Қозғалтқыш жұмысының белгіленген тәртібі кезінде кернеу тепе-теңдігін теңдестіруге сәйкес қозғалтқыштың якорьлік тізбегіне берілген U кернеуі $I_я R_{яц}$ якорьлік тізбекте кернеудің құлауымен теңестіріледі және якорь айналымында келтірілген Е э.қ.к.айналымын (1.2) формуламен анықтаймыз:

$$U = I_я R_{яц} + E, \qquad (1.2)$$

онда $R_{яц} = R_я + R_{дп} + R_{ко} + R_п$ – якорьлік тізбектің сомалық кедергісі; $R_Я$ – якорьді айналдыруға кедергі келтіру; $R_{ДП}$ – қосымша полюстерді айналдыруға кедергі келтіру; $R_{КО}$ – өТақырыпқылық айналдыруға кедергі келтіру; $R_П$ – іске қосу реостатына кедергі келтіру.

$I_Я$ шамасын белгілі тәртіпте (1.3) формуласы бойынша анықтаймыз:

$$I_я = \frac{U - E}{R_{яц}}, \qquad (1.3)$$

Іске қосу тәртібінде $E=0$, сондықтан да, іске қосу тоғын айналдыруға кішігірім кедергі келтіру $I_{яп}$ қолжетімді мәнінен асуы мүмкін. Іске қосу тоғын шектеу үшін іске қосу реостаты қызмет етеді, оның кедергісі $R_п$ $I_{ЯП} \leq I_{я.доп.}$ болатындай етіп таңдалады:

$$I_{яп} = \frac{U}{R_я + R_{дп} + R_{ко} + R_п} \leq 2{,}5 I_{ян} \qquad (1.4)$$

LM тоқ көзі тізбегінде R_B кедергісімен реостат кіреді. Оның көмегімен қоздыру айналымындағы тоқ азаяды. Нәтижесінде Ф қозғалтқышының ағымы $\Phi \leq \Phi_н$ номиналды мәнінен аз бола тұра әлсірейді.

Якорьлік тізбек үшін кернеу тепе-теңдігін теңдестіруден қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы үшін аналитикалық мәнін алуға болады.

Е оның мәнін э.қ.к.айналымына қоя отыра және жылдамдыққа қатысты алынған теңдеулерді шеше отыра, **электрмеханикалық сипаттама** деп аталатын $I_Я$ $\omega=f(I_Я)$ якорь тоғынан ω қозғалтқыш жылдамдығының тәуелсіздігін аламыз [7]:

$$\omega = \frac{U}{k\Phi} - \frac{I_Я R_{ЯЦ}}{k\Phi}, \qquad (1.5)$$

M қозғалтқышының айналатын сәті якорь тоғымен және $M=k\Phi I_Я$ тәуелсіздіктің магниттік ағымымен байланысты. Теңдеуде $I_Я=M/k\Phi$ тоқ үшін мәннің электрмеханикалық сипаттамаларын теңдеуге қоя отыра, $\omega=f(M)$ механикалық сипаттамалар үшін мәндер аламыз:

$$\omega = \frac{U}{k\Phi} - \frac{MR_{ЯЦ}}{k^2\Phi^2}, \qquad (1.6)$$

$$\omega = \frac{U}{c} - \frac{MR_{ЯЦ}}{c^2}, \qquad (1.7)$$

онда $c=k\Phi$ – егер қозғалтқышта Тақырыпқылық айналу болса немесе егер якорь реакциясы есепке алынбаса, онда якорь тоғынан тәуелсіз тұрақты болып қабылданатын коэффициент.

Өзгермейтін параметрлер кезінде U, Φ, $R_{ЯЦ}$ механикалық сипаттамалардың теңдеуі тура сызық теңдеуі болып табылады. $M_c=0$ және $M=0$ бос жүрістің тәртібінде, өйткені белгілі тәртіпте қозғалтқыш $M=M_c$ бастап жұмыс істейді. Онда

$$\omega = \omega_0 = \frac{U}{k\Phi}, \qquad (1.8)$$

онда ω_0 –идеалды бос жүріс жылдамдығы.

Кедергі сәтін ұлғайтқан кезде, белгілі тәртіптегі жылдамдық $\Delta\omega_c$ жылдамдығының статистикалық құлау шамасына азаяды, ол келесіге тең болады:

$$\Delta\omega_C = \frac{MR_{ЯЦ}}{k^2\Phi^2}, \qquad (1.9)$$

Осылайша, қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы үшін теңдеуді келесі түрде жасуға болады:

$$\omega = \omega_0 - \Delta\omega_C, \qquad (1.10)$$

Якорьлік тізбекте сыртқы кедергілер болмаған кезде $(R_П=0)$ және қозғалтқыш ағымының номиналды мәндері $(\Phi=\Phi_н)$ және якорьде кернеу $(U=U_н)$ болған кезде алынатын қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы **табиғи сипаттама** деп аталады. Алғашқы екі талаптары орындау қиындық тудырмайтындығын атап айту қажет. Үшінші талап $(U=U_н)$, егер қозғалтқыштың якорьлік тізбегі шексіз қуаттылық көзінен немесе кернеудің астатикалық реттегішімен және қайта түзгіш кернеуімен кері байланысы бар қайта түзгіш-қозғалтқыштың тұйық жүйесінен тоқ алады [7].

Оның желілігін есепке ала отыра, табиғи сипаттаманы салу екі нүкте бойынша мүмкін болады - $(M=0;\ \omega=\omega_0)$ координаттарымен идеалды бос жүріс нүктесі және $(M=M_н;\ \omega=\omega_н)$ жұмысының номиналды тәртібіне сәйкес келетін нүктесі. Табиғи сипаттама 1.2 - суретте келтірілген. Қозғалтқыштың паспорттық деректері негізінде $(P_н,\ U_н,\ I_н,\ n_н)$ келесілерді анықтауға болады

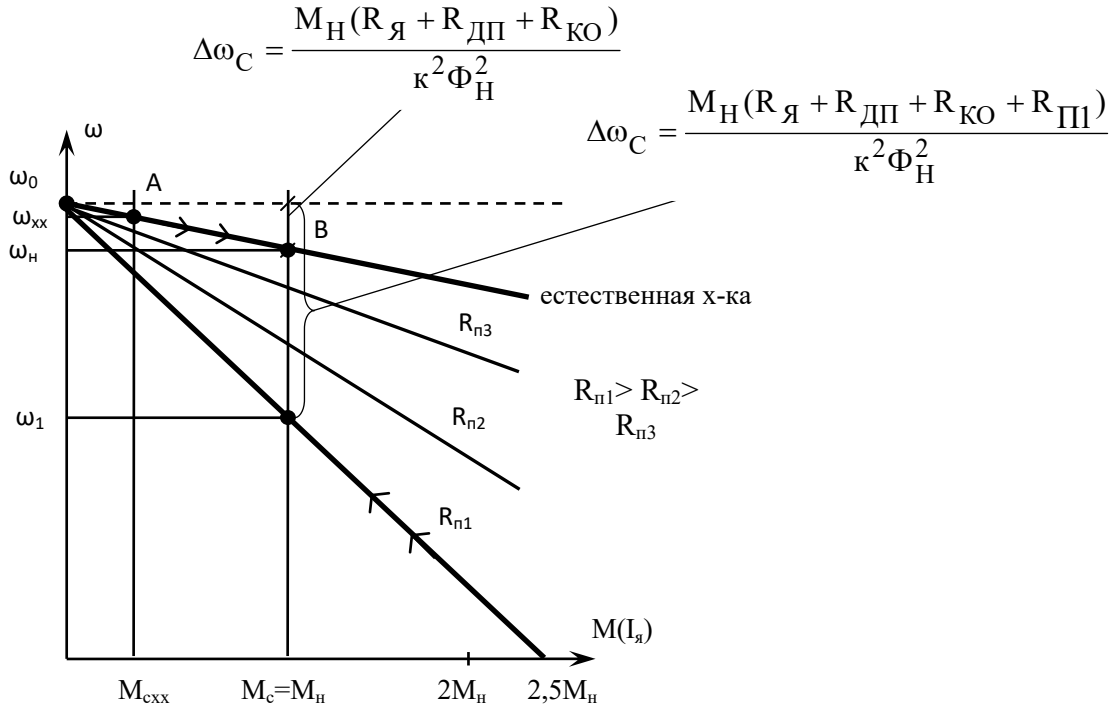
$$\omega_H = \frac{2\pi n_H}{60}; M_H = \frac{P_H}{\omega_H}; \omega_0 = \frac{U_H}{k\Phi_H} \qquad (1.11)$$

Қозғалтқыш жылдамдығы кезінде тоқ $\omega=\omega_0$ $I_Я=0$, өйткені э.қ.к. айналу $E=U$ оған қатысты қарама-қарсы бағытталған. $\omega=\omega_0$ жылдамдығымен қозғалтқыш тәрбідінде қозғалтқыш жұмыс істей алмайды, өйткені технологиялық машиналар жағынан жүктеме болмаған кезде, мойынтіректе және желдеткіш қанатшаларында үйкеліс M_{cxx} бос жүріске кедергі келтіреді. Қозғалтқыш белгілі тәртіпте $M=M_{cxx}$ және $\omega=\omega_{xx}<\omega_0$ жұмыс жасайды. Сонымен қатар, $E<U$, а $I_я>0$.

ω_{xx} шамасын табуға болады, қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары бар бір шаршыда технологиялық машинаның механикалық сипаттамаларын көрсету арқылы мүмкін.

Егер M_c жылдамдыққа байланысты емес деген болжам жасасақ, онда координаторлармен нүкте арқылы $(\omega=0;\ M=M_{cxx})$ оның қиылысатын жеріне дейін қозғалтқыштың механикалық сипаттамасымен тік сызықты өткізу қажет (А нүкте). А нүктесінде A $M=M_c$, ал оның ординат осіне проекциясы ω_{xx} тең.

Кедергінің сәттерін $M_{схх}$ –дан $M_c=M_н$ –ға дейін ұлғайтқан кезде $M_Д<0$ теріс динамикалық сәт пайда болады және қозғалтқыш жылдамдығы азая бастайды. Оның салдары э.қ.к.айналысын азайту $E=k\omega\Phi$, якорьлік тоқты $I_Я=(U–E)/R_{ЯЦ}$ және айналатын сәтті $M=kI_Я\Phi$ ұлғайту болып табылады. Жылдамдықты төмендету және қозғалтқыш сәтін ұлғайту, $M_Д$ нөлге тең болғанша дейін жалғасатын болады, яғни, $M_Д$ қозғалтқыш сәті $M_c=M_н$ тең болады.



1.2- сурет. Тәуелсіз қоздырғыштың тұрақты тоқ қозғалтқыштарының механикалық сипаттамалары

Якорь айналымында э.қ.к. айналымы E болуына байланысты, қозғалтқыш M_c ұлғайған кезде автоматты түрде айналу жылдамдығын төмендетіп және айналу сәтін ұлғайтып, үлкен жылдамдықпен белгіленген тәртіптен ($\omega_{х.х.}$ *А нүктесінде*) кіші жылдамдығымен белгіленген тәртіпте ($\omega_н$ *В нүктесінде*) ауысады.

Жылдамдықтың статистикалық құлауы табиғи сипаттамада тең:

$$\Delta\omega_C = \frac{M_Н(R_Я + R_{ДП} + R_{КО})}{k^2\Phi_Н^2}, \qquad (1.12)$$

Егер $R_П>0$, то $\Delta\omega_c$ іске қосу реостатының кедергісі қозғалтқыштың бірдей сәтінде табиғи сипаттаға қарағанда көбірек болады:

$$\Delta\omega_C = \frac{M_Н(R_Я + R_{ДП} + R_{КО} + R_П)}{k^2\Phi_Н^2} \qquad (1.13)$$

ω_0 шамасы $R_П$ шамасына байланысты болмауына байланысты, **табиғи немесе реостаттық** деп аталын сипаттама табиғи басталаған нүктеден басталатын болады, бірақ абсцисс осіне үлкен иіліммен ауысады [7].

Якорьлік тоқ $I_я$ және М қозғалтқыш сәті тура пропорционалды тәуелсіздікке байланысты. Сондықтан да, іске қосу тоғының $R_п$ көмегімен шектеу $I_{я.доп.} \leq 2,5I_{ян}$ мәні $M_{доп} \leq 2,5M_н$ іске қосу сәтінің қолжетімді мәндерімен автоматты түрде шектеледі. 1.2 - суреттегі механикалық сипаттама осындай жағдайда координаттарымен нүктеде абсцисс осімен қиылысады $(\omega=0; M=M_{доп}=2,5M_н)$ және шектік іске қосу деп аталады. Жоғарыда аталған реостаттық сипаттамалар $R_П$ аз шамада алынады. $M_c=M_н$ кезінде шектік іске қосу сипаттамасы бойынша жібере отыра, қозғалтқыш ω_1 жылдамдыққа дейін қозғалады және жұмыстың белгіленген тәртібіне ауысады. Қозғалтқыш жылдамдығын ұлғайту кезінде $R_П$ шамасын азайту қажет.

Бақылау сұрақтары:

1. Тұрақты тоқ қозғалтқышының ерекшеліктері
2. Қандай тәуелсіздікті қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы деп атайды?
3. Электр қозғалтқыштың қандай қасиеттерін механикалық сипаттама көмегімен анықтауға болады?
4. Қандай тәуелсіздікті қозғалтқыштың электрмеханикалық сипаттамасы деп атайды?
5. Қандай тәуелсіздікті қозғалтқыштың табиғи сипаттамасы деп атайды?

1.3. Тәуелсіз қоздырғышпен тұрақты тоқ қозғалтқышының механикалық сипаттамалары. Электр тежегішінің тәртібі

Технологиялық машина өнімділігін жоғарлату немесе өнім сапасын жақсарту үшін электр жетекті тез және нақты тоқтату қажет. Электр тежегіштің үш тәсілі бар: желіге энергияны берумен тежегіш (рекуперативтік тежегіш), динамикалық тежегіш және қосуға қарсы тежегіш [8].

Рекуперативтік тежегіш, қозғалтқыш жылдамдығы $\omega>\omega_0$ идеалды бос жүріс жылдамдығынан жоғары болған кезде мүмкін және э.қ.к. айналу якорьлік тоқ көзінің кернеуінен $E>U$ көп болған кезде мүмкін.

Мысалы, көтергіш шығыр жетегінде рекуперативтік тежегіш, ол белсенді M_c құратын көтеру жүгін жіберген кезде қолданылады. Қозғалтқыш жүкті жіберу бағытына кіреді және осы бағытта оны кедергі беру сәтіне дейін айналдырады. Сондықтан да, электр жетек қозғалысының теңдеуі келесідей түрде болады:

$$+M + M_C = J\frac{d\omega}{dt}, \qquad (1.14)$$

$M_Д>0$ жылдамдық болғанда, қозғалтқышты айналдыру жылдамдығы ұлғаятын болады. Ω ұлғаюымен э.қ.к. $E=k\cdot\omega\cdot\Phi$ ұлғаятын болады және салдары ретінде якорьлік тоқ $I_Я=(U–E)/R_{ЯЦ}$ және сәт $M=k\cdot I_Я\cdot\Phi$ азаятын болады.

$\omega=\omega_0$ болған кезде, э.қ.к. Е U тең болады, ал олар қарама-қарсы бағытталғандықтан, онда $I_Я=0$ и $M=0$. Қозғалыс теңдеуі осындай жағдайда мындай түрде болады.

Динамикалық сәт $M_Д>0$ оң болып қала береді және белсенді M_c әрекетімен қозғалтқышты айналдыру жылдамдығы ұлғаятын болады.

$\omega>\omega_0$ кезінде э.қ.к. Е U көбірек болады және тоқ $I_Я$ өзінің бағытын өзгертеді.

$$+M_C = J\frac{d\omega}{dt}, \qquad (1.15)$$

$$I_Я = \frac{U-E}{R_{ЯЦ}} = \frac{-(E-U)}{R_{ЯЦ}} \qquad (1.16)$$

Яғни, бағытты өзгертеді және $M= –k\cdot\Phi\cdot I_Я$ қозғалтқыштың тежегіш сәті болып табылады.

Қозғалыс теңдеуі келесідей түрге ие болады:

$$-M + M_C = J\frac{d\omega}{dt}, \qquad (1.17)$$

Абсолюттік мән $|M|$ M_c шамасына жеткен кезде, динамикалық сәт $M_Д=0$ нөлге тең болады және қозғалтқыштың айналу жылдамдығын ұлғайту мен жүкті жіберу тоқтайды.

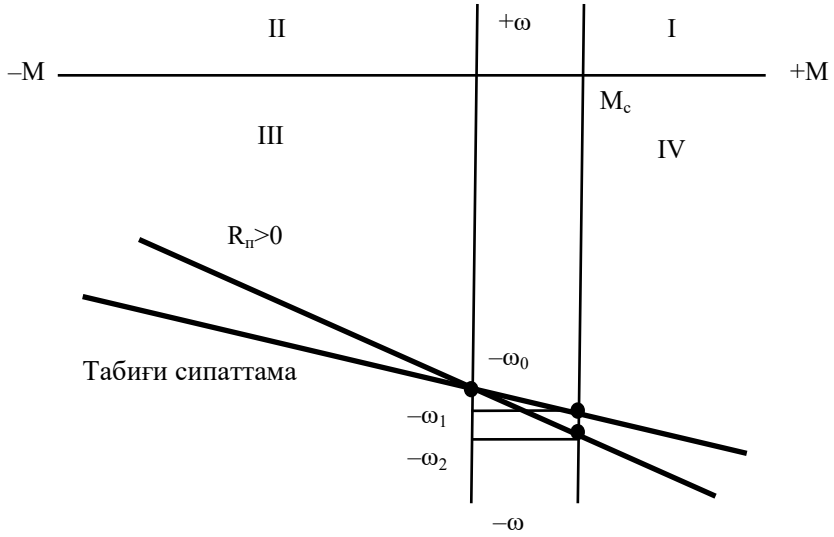
Егер қозғалтқыш сипаттамасы жүкті көтерген кезде бірінші шаршыда орналасса, онда жіберген кезде қозғалтқыш тәртібі үшін олар үшінші шаршыда орналасатын болады, ал электр тежегіш тәртібі үшін – төртіншіде орналасады.

Рекуперативтік тежегіштің тәртібінде механикалық сипаттаманың теңдейінде келесі түр болады:

$$-\omega = -\left(\frac{U}{k\cdot\Phi} + \frac{M\cdot R_{ЯW}}{k^2\cdot\Phi^2}\right), \qquad (1.18)$$

Сипаттама нүктесі арқылы өтеді ($–\omega_0= –U/k\cdot\Phi$). оның иілімі екінші қосылғышты көбейтумен анықталады ($R_{ЯЦ}/k^2\cdot\Phi^2$), ол абсолюттік мән бойынша берілген кедергі кезінде $R_{ЯЦ}$ өзгеріссіз қалады.

Яғни, механикалық сипаттама иілімі қозғалтқыш тәртібінде сияқты болады және ол III шаршыдан IY шаршы үшін сипаттаманы жалғастыру болып табылады. Сипаттамалар 1.3-- суретте келтірілген.

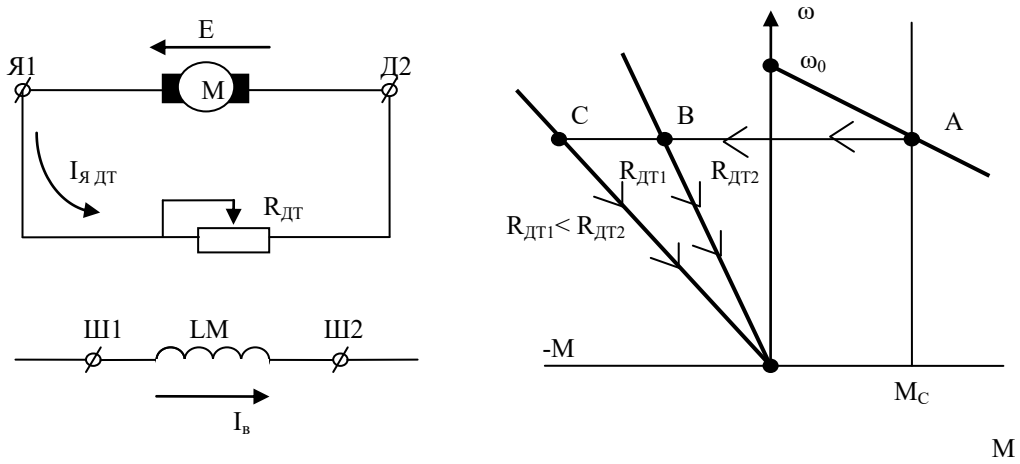


1.3- сурет. Рекуперативтік тежегіш тәртібінде тәуелсіз қоздырғышпен тұрақты тоқ қозғалтқышының сипаттамалары

Табиғи сипаттамада қозғалтқыш жұмыс істеген кезде, жүкті жіберу жылдамдығын ұлғайту *(–ω₁)* жылдамдығы кезінде тоқтатылады, ал реостаттық – *(–ω₂)*. Рекуперативтік тежегіш тәртібінде қозғалтқыш желімен параллельді қосылған генератор ретінде жұмыс істейді. Ол механикалық энергияны электр энергиясына қайта түзеді және оны желіге береді [9].

Динамикалық тежегіш. Жұмыс істейтін қозғалтқышты динамикалық тежегішке ауыстыру үшін якорьлік тізбек якорьлік кернеу көзінен ажыратылады және якорь қысқыштары $R_{ДТ}$ динамикалық тежегіш реостатына қосылады. Қозғалтқышты қосу кестесі 1.4, *а* - суретте келтірілген.

Инерциондық күштердің әсерінен якорь бұрыңғы бағытта айналуды жалғастырады, ал қоздыру айналымына берілген U_B кернеу полярлығы өзгермейді.



1.4- сурет. а) динамикалық тежегіш тәртібінде қозғалтқышқа қосу кестесі;

яғни, өз бағытын э.қ.к. айналымында *E* сақтайды. Түзілген контурда $I_я$ тоқ Е әсерімен өтетін болады. Өйткені Е қарама-қарсы *U* бағытталса, онда қозғалтқыш тәртіпте қатысты тоқтың бағыты қарама-қарсыға өзгереді:

$$I_{ядт} = -\frac{E}{R_я + R_{дп} + R_{ко} + R_{дт}}, \quad (1.19)$$

Қозғалтқыш сәті тежегіш болып қалады $M= -k\Phi I_я$. Өйткені $U=0$, динамикалық тежегіш тәртібінде қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы теңдеуінде келесідей түр болады:

$$\omega = -\frac{MR_{яц}}{k^2\Phi^2}, \qquad (1.20)$$

Динамикалық тежегіш тәртібінде қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары 1.4, *б* - суретте берілген. Олар екінші шаршыда орналасқан координаттың басы арқылы өтетін тура сызықтарды білдіреді.

А нүктесінде табиғи сипаттамада жұмыс істейтін қозғалтқыш, $R_{ДТ}$ шамасына байланысты динамикалық тежегіш сипаттамасында В немесе С нүктесіне ауысады. Ω қозғалтқыш жылдамдығын азайтумен *E*, $I_{ЯДТ}$ және М қозғалтқышының тежегіш сәті де азаяды. $\omega=0$ кезінде Е, $I_{ЯДТ}$, *M* нөлге тең болады, сондықтан да, динамикалық тежегіш сипаттамасы да координат басынан өтетін болады [9].

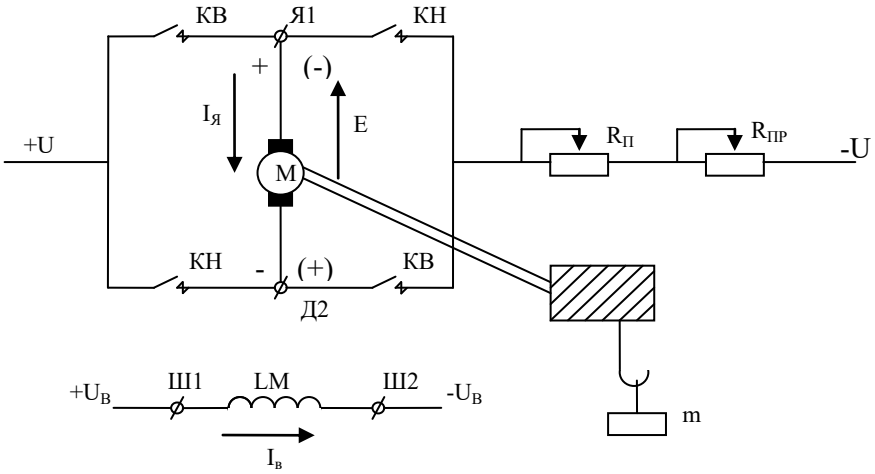
Динамикалық тежегіш тәртібіндегі қозғалтқыш автономды генератор ретінде жұмыс істейді. Ол МЭ-дан ЭЭ-ға қайта түзіледі, ол $I_{ЯДТ}$ ағу тізбегіне қосылатын кедергіге кіретін кедергіге жылу түрінде бөлінеді.

Динамикалық тежегіш M_c реактивтік кезінде электр жетектерді тоқтату үшін қолданылады, жүкті жіберген кезде көтергіш механизмдерде болады.

Қосуға қарсы тежегіш. Қозғалтқышты айналдырудың бір бағыты үшін кірген жағдайда жүзеге асырылады, ал қозғалтқыштың айналатын бөлігі M_c кедергінің белсенді сәтінен немесе инерциясы күшінің әсерінен қозғалтқыштың айналатын бөлігі қарама-қарсы жаққа – қосылуға қарсы айналады.

Қосуға қарсы тежегіш аса жиі реверсивтік электр жетектерінде қолданылады, өйткені реверске қозғалтқыш міндетті түрде тежегіш процесіне келеді. Тәуелсіз қоздырғышпен ТТҚ қосудың реверсивтік кестесі 1.5 - суретте келтірілген. Реверс қозғалтқыш якорі жағынан жүзеге асырылады, не үшін якорь КВ («алға» қозғалу электр жетектерінде немесе «жоғары» көтеру электр жетектерінде) және КН («артқа» және «төмен» тиісінше) айналу бағытының басты байланыстарымен түзілген реверсивтік көпірге кіреді. Реверс кезінде қоздырғышты айналдыру жағынан оған аз габариттің электр аппараттарының байланысымен түзілген реверсивтік көпірге кіреді, өйткені тізбек бойынша тұтынатын қоздырғышты айналдыру

көзі якорь көзі тізбегінен алынатын қуаттылықтың 15%-нан аспайды. Алайда, якорь жағынан реверс тезірек жүзеге асырылады, өйткені якорь тізбегінің тұрақты уақыты $T_я$ қоздырғыш тізбегінің тұрақты уақытынан $T_в$ біршама аз.



1.5- сурет. Тәуелсіз қоздырғышпен ТТҚ қосудың реверсивті кестесі

$I_я$ тоғы кеткен тізбекте $R_П$ кедергісімен іске қосу реостаты және $R_{ПР}$ қосуға қарсы реостаты кіреді. Қозғалтқышты қосудың осындай кестесі көтерме шығардың электр жетегінде болуы мүмкін, оның ілгегінде *m* салмағымен жүк ілінеді.

КВ байланыс тұйықталған, ал $R_П$ және $R_{ПР}$ шунтирленген болады деп ойласақ, онда олардың кедергісі нөлге тең болады. Я1 якорьдің қысқышы +U-ға қосылады, ал Д2 – якорьдік кернеудің U көзіне қосылады. $I_я$ якорьдегі тоқ Я1-нен Д2-ға өтеді, ал э.қ.к. айналу *E* кері жаққа бағытталады, яғни Д2-ден Я1-ға келеді.

КВ байланыстарын тұйықтайды және КН тұйықтайды. Қозғалтқыш якорі кері полярлықпен якорьлік кернеу көзіне қосылады. Бұл, қозғалтқыш кері бағытта жұмыс істеу үшін қосылатындығын білдіреді. Қосылған сәтте қозғалтқыш якорі инерциялық күштің әсерімен айналу бағытын сақтайды, яғни қосылуға қарсы айналады. Өзгеріссіз қалады және LM қоздырғыш айналымында тоқ бағыты қалады. Сондықтан да, э.қ.к. айналу $\hat{A} = k\omega\hat{O}$ бағыты сақталады.

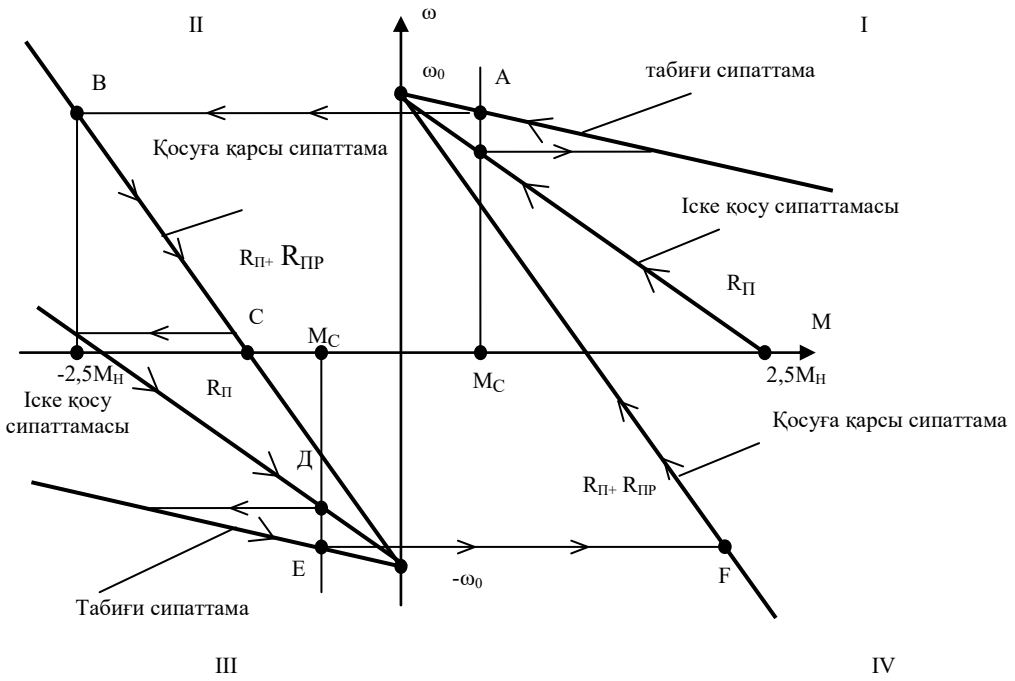
Якорь қышқыштарында кернеу полярлығын өзгертумен якорь тоғының бағыты өзгереді және сондықтан да, қозғалтқыш сәті тежегіш болып қалады. Е шамасы қозғалтқыш жұмысының белгіленген тәртібінде *U* шамасынан шамамен 90% құраса, онда якорь қысқыштарында кернеуді қайта ауыстыру сәтінде $U \approx 2U_i$ және $I_{Я\ ПР}$ қосуға қарсы тежегіш тәртібінің басындағы тоқ $I_{ЯП}$ іске қосу тоғынан маңызды түрде аспайтын болады.

Сондықтан да, оны шектеу үшін, сондай-ақ, қозғалтқыш сәтін шектеу үшін, КН тұйықтағышпен бірге $R_п$ іске қосу реостатынан басқа, якорь тізбегіне
$R_{пр}$ қосуға қарсы реостатты қосу қажет [9].

$R_{ПР}$ реостатының кедергісі $I_{ЯПР} \leq 2,5\ I_{ЯН}$ болатындай болуы тиіс. Онда тоқ $I_{ЯПР}$ (1.21) формуласы бойынша анықталатын болады:

$$I_{ЯПР} = \frac{-(U+E)}{R_Я + R_{ДП} + R_{КО} + R_П + R_{ПР}} \le 2.5I_{ян}, \qquad (1.21)$$

1.5- суретте қозғалтқышты қосу кестесіне сәйкес келетін тәуелсіз қоздырғышпен ТТҚ сипаттамасы 1.6 - суретте кетірілген. Қосылғышты қосу кестесі реверсивті болуына байланысты, сипаттамалар төрт шаршыда орналасқан. КВ тұйық байланыстар және шунтирленген $R_П$ және $R_{ПР}$ байланыстар кезінде, қозғалтқыш А нүктесінде бірінші шаршыда табиғи сипаттамаларда жұмыс істейді.



1.6 - сурет. Қосуға қарсы тежегішпен режимде тәуелсіз қоздырғышпен ТТҚ сипаттамасы

Қайта қосылу сәттерінде қозғалтқыш якорінің қысқыштарында кернеу полярлығы өзгереді және ол «артқа» бағытында жұмыс жасау үшін қосылатын болады. Сондықтан да, оның сипаттамалары координаттарымен нүктеде үшінші шаршыда басталатын болады (0; $-\omega_0$).

$I_я$ якорі тоғының бағыты және М қозғалтқыштың айналатын сәті өзгереді. Алайда, ω қозғалтқыш жылдамдығы өзгеріссіз қалады, өйткені электрмагниттік ауыспалы процестің тұрақты уақыты электрмеханикалық ауыспалы процестердің тұрақты уақытынан біршама аз болады. Сондықтан да А нүктесінен қозғалтқыш тура, параллельді абсцисс осі бойынша екінші шаршы бойынша қосылуға қарсы сипаттамада В нүктесіне ауысады. Егер $R_{ПР}$ шамасы дұрыс болса, онда якорь тоғын және тежегіш сәтін тастау қосылған кезде қолжетімді мәнінен аспайды.

Тежегіш сәтінің әсерімен қозғалтқыш жылдамдығы азаяды және егер ол тоқтау үшін тежесе, онда С нүктесінде КН тұйықтау және қозғалтқышты тоқ көзінен сөндіру қажет.

Егер тоқтағаннан кейін бірден қарама-қарсы жақта қозғалыс басталса, онда нөлге жақын жылдамдықты $R_{ПР}$ шунтирлеу және шектік іске қосу сипаттамасында қозғалтқышты келтіру қажет. Бұл «артқа» барынша жылдамдықпен жылжуды қамтамасыз етеді және тез жүру уақытын азайтуға мүмкіндік береді. Үшінші шаршыда қозғалтқыш Д нүктесінде іске қосу сипаттамасында немесе Е нүктесінде табиғи түрде жұмыс істейтін болады.

Егер тағы да бір рет қозғалтқыш якорінің қысқышында кернеу полярлығын өзгертсе және якорьлік тізбекке $R_П$ және $R_{ПР}$ енгізсе, онда қозғалтқыш Е нүктесінен F нүктесіне төртінші шаршыда қосылуға қарсы сипаттамада ауысады. Тежегіш процесі және «алға» бағытында қозғалу осылай өтетін болады.

Белсенді М бар электр жетектерінде, мысалы, көтергіш шытырлардағы электр жетекте, онда белсенді M_c ілгекте ілінген m салмағымен жүк құрылады, қосуға қарсы тежегішпен тәртіпті қозғалтқыштың механикалық сипаттамасын өзгерту есебінен алуға болады. Қозғалтқышты қосу кестесі 1.5 - суретте келтірілген, қозғалтқыш механикалық сипаттамаларын қосу кестесі 1.7 - суретте келтірілген. Олар бірінші және төртінші шаршыда орналасқан, өйткені белсенді M_c қозғалтқыш айналу бағытын өзгерткен кезде өз бағытын өзгертпейді [7].

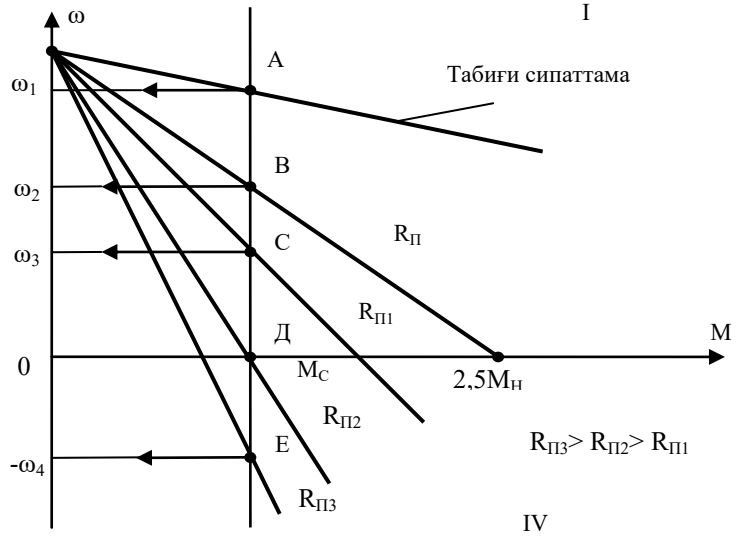
КВ тұйық байланыстар және шунтирленген $R_П$ және $R_{ПР}$ байланыстар болады деп ойлайық. ω_1 жылдамдығымен қозғалтқыш А нүктесінде табиғи сипаттамада көтеру бағытында жұмыс істейді. Якорь тоғы тізбегіне $R_П$ қозғалтқыш іске қосу реостатын енгізген кезде, қозғалтқыш шектік іске қосу сипаттамасына ауысады және ω_2 жылдамдығымен В нүктесінде жұмыс істейтін болады. $R_{ПР}$ енгізумен сипаттамалардың иілімі ұлғаятын, ал қозғалтқыш жылдамдығы ($\omega = \omega_3$ $R_{ПР} = R_{ПР1}$ кезінде) азаятын болады.

$R_{ПР}$ шамасын, М M_c тең болатындай шамасын таңдауға болады, ω қозғалтқыш жылдамдығы кезінде нөлге тең болады. 1.7 - суретте осындай жағдайға $R_{ПР} = R_{ПР2}$ кезінде Д нүктесі сәйкес келеді. Қозғалтқыш тоқтайды және көтерілетін жүк М қозғалтқыштың айналатын сәті есебінен белгісіз жағдайда ұсталады. $R_{ПР} = R_{ПР3}$ кезінде, М қозғалтқыштың сәті M_c аз болады. Көтерілген жүк қосуға қарсы – жіберу бағытында айналатын белсенді M_c әсерімен көтеруге жұмыс үшін кіретін қозғалтқыш та жібере бастайды. Қозғалтқыш сәті тежегіш болады. Қозғалғыш якорі кері жаққа айналғандықтан, ал магниттік ағым бағыты өзгермесе, $E = k\Phi\omega$ қозғалтқышының э.қ.к. айналымының өз бағытын өзгертеді.

$I_{Я\,ПР}$ якорьдік тоқтың шамасы мәнмен анықталады (1.22):

$$I_{ЯПР} = \frac{U + E}{R_Я + R_{ДП} + R_{КО} + R_П + R_{ПРЗ}}, \qquad (1.22)$$

Жүкті жіберу жылдамдығын ұлғайтумен E, $I_{Я\ ПР}$ және М қозғалтқышының кедергі сәтін ұлғайтатын болады. $\omega = -\omega_4$ кезінде (Е нүктесі 1.7 - суретте) М қозғалтқышының тежегіш сәтінің шамасы белсенді M_c шамасына тең болады және жүкті жіберу жылдамдығын ұлғайту тоқтатылады.



1.7 - сурет. Белсенді M_c кезінде қосуға қарсы тежегіштің тәртібінде тәуелсіз қоздырғышпен ТТҚ сипаттамасы

Тежегіштің осындай тәртібі көтергіш шығырлардың электр жетектерінде кеңінен қолданылады, өйткені ол қозғалтқыштың өте төмен «отырғызу» жылдамдығын алуға және соққысыз талап ететін орында жүкті орнатуға мүмкіндік береді.

Қосуға қарсы тежеу кезінде Е э.қ.к. айналымы біртіндеп бағытталған – U якорьлік көздің кернеуімен келісілген, яғни, қозғалтқыш желісімен кезектілік кіретін генератор режимінде жұмыс істейді. Ол МЭ-ды ЭЭ-ға қайта түзіледі, сондай-ақ, желіден ЭЭ тұтынады. Барлық ЭЭ якорь тоғының кету тізбегіне кіретін кедергіге және қозғалтқышқа жылу түрінде бөлінеді. Сондықтан да, қосуға қарсы тежегіш энергия шығындары тарапынан үнемді емес, алайда, басқа түрлерімен салыстырғанда ол тежегіштің минималды уақытын қамтамасыз етеді [7].

Бақылау сұрақтары:

1. Электр тежегіштің тәсілдерін, олардың ерекшеліктерін атаңыз.
2. Қандай жағдайларда рекупервтивтік тежегіш қолданылады?
3. Қандай жағдайларда динамикалық тежегіш қолданылады?
4. Қандай жағдайларда қосуға қарсы тежегішті қолданады?

1.4. Біртіндеп қоздырғышпен тұрақты тоқ қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары. Қозғалтқыш тәртібі

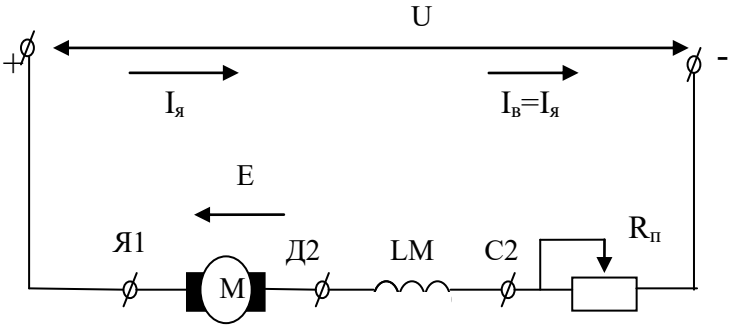
Қозғалтқышты қосу кестесі 1.8 - суретте келтірілген. М қозғалтқыш якорі және LM қоздыру орамы біртіндеп кіреді және U бір көзден тоқ алады.

Сондықтан да, $I_я$ якорь тоғы $I_в$ қоздыру тоғы болып табылады. Бұл мәнжай тәуелсіз қоздырғышпен қозғалтқыштен біртіндеп қоздырғышпен қозғалтқыш құрылымында бірыңғай ерекшелегін анықтайды: LM қоздырғышты орау біртіндеп қоздырғышпен ТТҚ якорь орамы сияқты қиылыстағы сыммен жасалады [8].

Айналатын якорь кезінде оны орауда э.қ.к. айналымы E келеді. Қозғалтқышты қосу кестесінде Е бағыты U бағытына қатысты кездеседі, ол жұмыстың қозғалтқыш тәртібіне сәйкес келеді. э.қ.к. айналымы E келесі формула бойынша есептеледі (1.1).

Якорьлік тоқтың бағыты $I_Я$, Е бағыты сияқты қосу кестесінде жұмыстың қозғалтқыш тәртібі үшін көрсетілген.

Қозғалтқыш якорьлік тоғының қолжетімді мәні $I_{я\ доп}$ коммутация талаптарымен шектеледі және якорьдің механикалық мықтылығы 2,5 еседен жоғары $I_{ян}$ номиналды тоқтан аспауы тиіс $I_{я\ доп} \leq 2{,}5\ I_{ян}$.



1.8 - сурет. Біртіндеп қоздырғышпен ТТҚ қосу кестесі

Қозғалтқыш жұмысының белгіленген тәртібі кезінде кернеу тепетеңдігін салыстыруға сәйкес, қозғалтқыш якорьлік тізбегіне қоса берілген U кернеуі $I_я R_{яц}$ якорьлік тізбекте кернеудің құлауымен және э.қ.к. айналымы E якорінің орамында болуымен теңдестіріледі:

$$U = I_Я R_{ЯЦ} + E, \qquad (1.23)$$

онда $R_{ЯЦ}=R_Я+R_{ДП}+R_{КО}+R_В+R_П$ – якорьлік тізбектің сомалық кедергісі. Онда $R_Я$- якорьді айналдырудың кедергісі; $R_{ДП}$ – қосымша полюстер орамасының кедергісі; $R_{КО}$ – өтақырыпқылық ораманың кедергісі; $R_В$ – қоздыру орамасының кедергісі; $R_П$ – іске асыру реостатының кедергісі.

$I_Я$ шамасы белгіленген тәртіпте тең болады:

$$I_Я = \frac{U - E}{R_{ЯЦ}} \qquad (1.24)$$

$E=0$ жіберу режимінде, сондықтан да, $I_{Я\ П}$ іске қосу тоғы ораманың кішігірім кедергісінен қолжетімді мәнінен аспауы мүмкін. Іске қосу тоғын шектеу үшін іске қосу реостаты қызмет етеді, оның кернеуі $R_П\ I_{Я\ П} \leq I_{Я\ ДОП}$ сияқты таңдалады:

$$I_{ЯП} = \frac{U}{R_Я + R_{ДП} + R_{КО} + R_В + R_П} \le 2.5 I_{ЯН}, \quad (1.25)$$

Якорьлік тізбек үшін кернеу тепе-теңдік теңдеуінен қозғалтқышының механикалық сипаттамасы бар аналитикалық мәнін алуы мүмкін.

э.қ.к. айналу *E* орнына қойып және алынған теңдеуді шешіп, жылдамдыққа қатысты теңдеу **электрмеханикалық сипаттамасы** деп аталатын $I_Я$ $\omega=f(I_Я)$ якорь тоғынан ω қозғалтқыштың жылдамдығына тәуелсіздігін алады:

$$\omega = \frac{U}{k\Phi} - \frac{I_Я R_{яц}}{k\Phi} \qquad (1.26)$$

Қоздыру орамасы қозғалтқыш якорімен біртіндеп кіреді, Ф магниттік ағымы $I_Я$ якорі тоғының функциясы болып табылады.

Тәуелсіздік $\Phi= f(I_Я)$ магниттелген сызық деп аталады және «байыту аймағы» түріндегі желілі емес сипатқа ие. Осы сызықтың нақты аналитикалық сипаттамасы жоқ, сондықтан да, біртіндеп қоздырғышпен ТТҚ механикалық сипаттамасының нақты аналитикалық сипаттамасы да жоқ. Егер, магниттік жүйесінің байытылуымен берілсе, онда Φ және $I_Я$ арасындағы сызықтық тәуелсіздік α пропорционалды коэффициентпен ұсынылады, яғни, $\Phi=\alpha I_Я$ есептейді, онда айналатын сәт келесіге тең болады:

$$M=k\Phi I_Я=k\alpha I_Я^2, \qquad (1.27)$$

Якорь тоғының шамасы келесіге тең болады:

$$I_Я = \sqrt{\frac{M}{k\alpha}}, \qquad (1.28)$$

Электр механикалық сипаттамалар теңдеуінде $I_Я$ үшін мәнді қойып, механикалық сипаттамаларының теңдеуін аламыз:

$$\omega = \omega_0 - \Delta\omega_c = \frac{U}{k\Phi} - \frac{I_Я R_{яц}}{k\Phi} = \frac{U}{k\alpha IЯ} - \frac{I_Я R_{яц}}{k\alpha I_Я} = \frac{U}{k\alpha\sqrt{\frac{M}{k\alpha}}} - \frac{R_{яц}}{k\alpha} = \frac{A}{\sqrt{M}} - B \qquad (1.29)$$

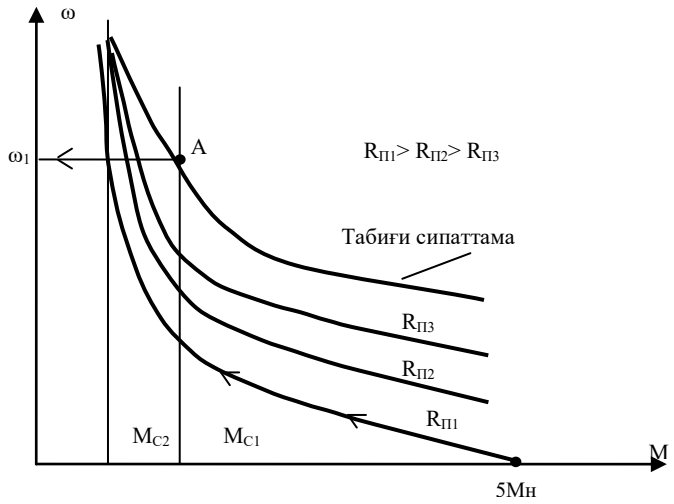
онда $A=U/k\alpha$; $B= R_{ЯЦ}/(k\alpha)$ – тұрақты шамалар.

Алынған теңдеуді талдау, ординат осі қисық үшін асимптомтық болып табылатындығын және сәттердің кіші мәндері саласында онда үлкен мән бар екендігін білдіреді.

$R_П=0$ и $U=U_н$ кезінде, қозғалтқыш табиғи сипаттамада жұмыс істейді. Табиғи сипаттаманы құру үшін қозғалтқыштың әрбір сериясы үшін каталогтарда келтірілген әмбебап сипаттамалары қолданылады. Олар салыстырмалы бірліктерде $n=f(I_Я)$ және $M= f(I_Я)$ тәуелсіздікті ұсынады. Қозғалтқыштың номиналды деректерін біле отыра, абсолюттік шамаларда

оның сипаттамасын құруы мүмкін. Осындай сипаттама 1.9-- суретте келтірілген.

Сипаттаманың ерекшелігі M_c кедергі сәтін азайту кезінде жылдамдықты күрт ұлғайту болып табылады. Сондықтан да, біртіндеп қоздырғышпен тұрақты тоқ қозғалтқышын $M_c<15\div20\%\ M_н$ болған кезде жіберуге болмайды, өйткені қозғалтқыш жылдамдығы $\omega_{доп}=2,5\ \omega_н$ қолжетімді мәнінен аспауы мүмкін. Осы ерекшелікті, жүктемені азайтқан кезде қозғалтқышта өтетін процестерді қарастыру арқылы мүмкін болады. Қозғалтқыш ω_1 жылдамдығымен белгіленген тәртіпте табиғи сипаттамада (1.9 - сурет) А нүктесінде жұмыс істейді деп ойлайық.



1.9 - сурет. Біртіндеп қоздырғыш тұрақты тоқ қозғалтқышының механикалық сипаттамасы

M_{c1} шамасынан кедергі беру сәтін азайту кезінде, мысалы, M_{c2} шамасына дейін, оң динамикалық сәт $M_Д>0$ пайда болады және қозғалтқыш жылдамдығы ұлғая бастайды. Тәуелсіз қоздырғыш кезінде, оның салдары э.қ.к. айналуды $\hat{A}=k\omega\hat{O}$ ұлғайту және якорь тоғын азайту $I_\beta=\frac{U-E}{R_{\beta\ddot{O}}}$ және айналу сәтін $M=kI_я\Phi$ азайту болып табылады. Жылдамдықты ұлғайту және сәтті азайту, М қозғалтқыш сәті M_{c2} тең және $M_Д$ нөлге тең болатындай етіп жалғастыруға болады [8].

э.қ.к. айналу E біртіндеп қоздыру кезінде екі шама функциясы – ұлғаятын жылдамдық ω және азаятын ағым Φ болады. Осының нәтижесінде, Е шамасы, яғни, $I_Я$ және M шамасы, жылдамдық өсуімен маңызды түрде өзгереді, бірақ, $M_Д>0$ сақталуына және жылдамдықты одан әрі өсуіне әкеледі. Егер іске қосу реостатының кедергісі $R_П>0$ болса, онда $\Delta\omega_c$ жылдамдықтағы статикалық құлауы қозғалтқыштың бір сәтінде табиғи сипаттамадан қарағанда көбірек болады. Сондықтан да, реостаттық сипаттамаларда абсцисс осіне үлкен иілімі болуы мүмкін.

Біртіндеп қоздыру кезінде айналатын сәт якорь тоғының шаршысына $\grave{I}=k\alpha I_\beta^2$ пропорционалды және $I_{Я\,ДОП}\leq2,5I_{ЯН}$ мәнімен іске қосу тоғын шектеу

$M_{ДОП}=5\ M_H$ мәнін тәуелсіз қоздыру кезінен қарағанда көбірек алуға мүмкіндік береді.

$K_П= M_{ДОП} /M_H$ сәті бойынша біртіндеп қоздырғышпен тұрақты тоқ қозғалтқышын қайта жүктеу коэффициенті беске тең. Осындай жүктеу қабілеттілігіне бір де бір электр қозғалтқышы ие емес. Осы қасиеттің арқасында біртіндеп қоздырғышпен қозғалтқыш электр көлігінде және көтергіш механизмдерінде қолданылады.

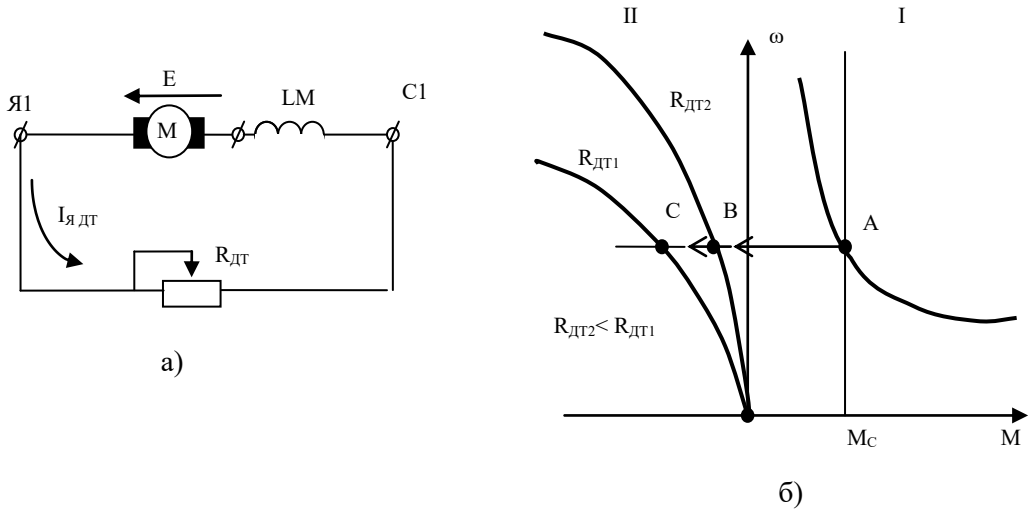
Бақылау сұрақтары:

1. Электр қозғалтқыш жұмысының қозғалтқыш тәртібі деп нені атайды
2. Электрмеханикалық сипаттамалардың теңдеуін жазыңыз?
3. ω жылдамдығын ұлғайтқан кезде Ф ағысымен не болады?
4. Біртіндеп қоздыру кезінде М айналу сәті неге тең (формула)?

1.5. Біртіндеп қоздырғышпен тұрақты тоқ қозғалтқышының механикалық сипаттамалары. Электр тежегіштің тәртібі

Электр тежегіштің екі тәртібі болуы мүмкін: динамикалық тежегіш және тежегіштік қайта қосу. Рекуперативтік тежегішті жасау мүмкін емес, өйткені, э.қ.к. айналу *E U* якорьлік көзінің кернеуінен көбірек болуы мүмкін [9].

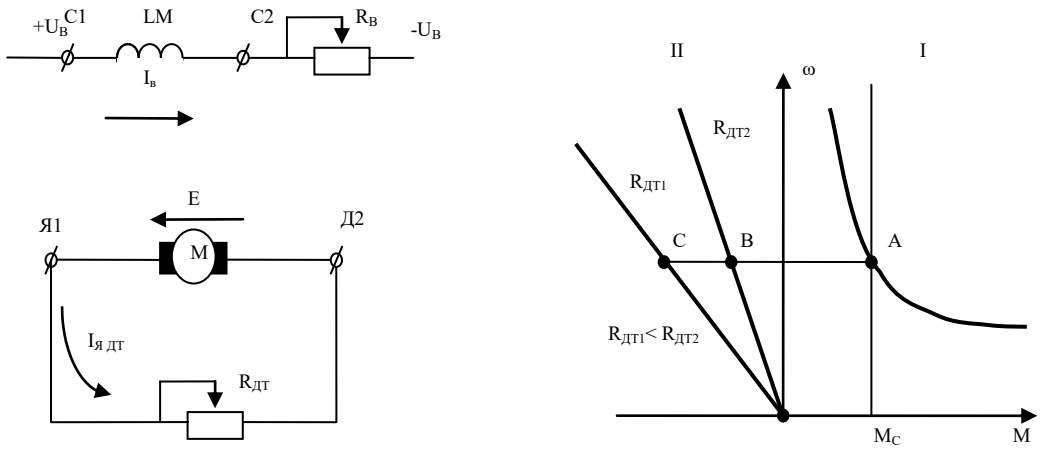
Динамикалық тежегіш екі тәсілмен жүзеге асырылады: өздігінен қозуымен және тәуелсіз қозуымен. Қозғалтқышты қосу кестесі және бірінші жағдай үшін механикалық сипаттама 1.10- суретте келтірілген.



1.10 - сурет. а) өздігінен қозуымен динамикалық тежегіш тәртібінде қозғалтқышты қосу кестесі; 2) өздігінен қоздырғышпен динамикалық тежегіш тәртібінде қозғалтқыштың сипаттамалары

Қозғалтқыш тоқ көзі кернеуінен сөндіріледі, ал қоздыру орамы, ондағы тоқтың бағыты I_B қозғалтқыш тәртібінде болатындай етіп қайта ауысуы тиіс (1.8 - сурет). Тоқ бағытын осылай сақтау қозғалтқыштың магниттік емес статорымен байланысты кіші қалған ағымын жоюды болдыртпайды. Бұл

ағыс өздігінен қоздыру себебі болып табылады: бұрыңғы бағытта инерциялық күштің әрекетімен айналатын якорьдің орамында э.қ.к. *E* болады, оның бағыты қозғалтқыш тәртібінде сияқты болады. Динамикалық тежегіш контурында Е әрекетімен тоқ пайда болады, ол Ф, э.қ.к. *E* ағымы мен $I_Я$ тоғының ұлғаюына әкеледі. $I_Я$ тоқ қозғалтқыш тәртібіне қатысты қарама-қарсы бағыт болуына байланысты, қозғалтқыш сәті тежегіш болып табылады.



а) б)

1.11 - сурет. а) тәуелсіз қоздырғышпен динамикалық тежегіш тәртібінде қозғалтқышты қосу кестесі; 2) тәуелсіз қоздырғышпен динамикалық тежегіш тәртібінде қозғалтқыштың сипаттамалары

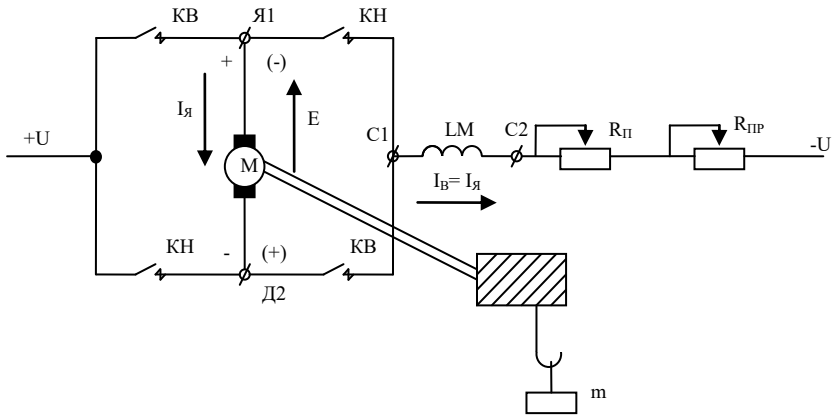
А нүктесінен бірінші шаршыдағы қозғалтқыш екінші шаршыдағы динамикалық тежегіш сипаттамасында В немесе С нүктесіне ауысады. Басында өздігінен қоздырылатын процесс өте қарқынды өтеді және жетектің механикалық бөлігінде соққы тудыруға қабілетті тежегіш сәтін тастауға әкеледі. Сондықтан да, тежегіш қоздырғышпен динамикалық тежегішті қолданады. Қозғалтқышты қосу кестесі және механикалық сипаттамалар 1.11 - суретте келтірілген.

Қозғалтқыш якорінің қысқыштары $R_{ДТ}$ динамикалық тежегіш кедергісіне айналады, ал қоздыру орамы R_B кедергісі арқылы тоқ көзі кернеуіне қосылады.

Ондағы тоқ қозғалтқыш тәртібі сияқты бағытталған және номиналға тең белгіленеді. Сипаттамалар тәуелсіз қоздырғыштармен ТТҚ сипаттамаларына ұқсайды: олар желілі, екінші шаршыда орналасады және координат басы арқылы өтеді.

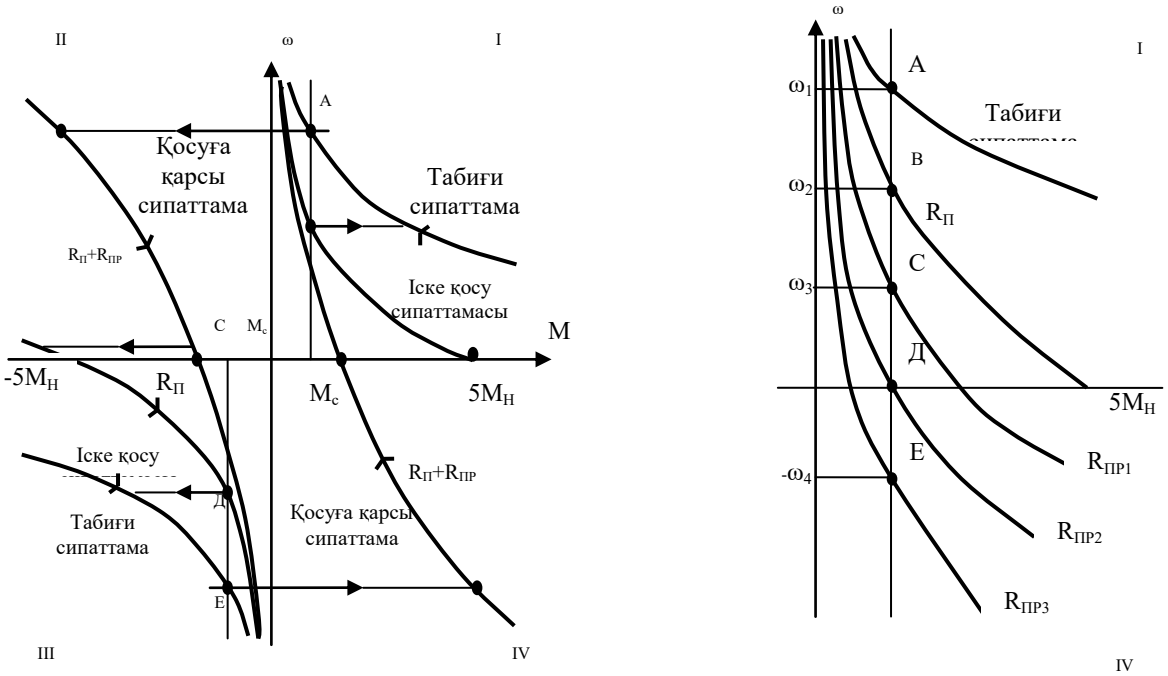
Қосуға қарсы тежегіш, тәуелсіз қоздырғышпен ТТҚ үшін де, айналудың бір бағыты үшін қозғалтқыш орамы кіретіндей етіп жүзеге асырады, ал қозғалтқыш якорі инерция күшінің немесе кедергінің белсенді сәтінің әсерімен қарама-қарсы жаққа – қосылуға қарсы айналады [9].

Біртіндеп қоздырумен ТТҚ қосудың реверсивтік кестесі 1.12 - суретте келтірілген. Элементтердің мақсаты 1.5 - суреттегі кесте ретінде болады. Якорь жағынан қозғалтқыш реверсі кезінде LM қоздырғышы айналымында тоқ бағыты сақталады. Сондықтан да, тежегіш кезіндегі барлық процестер 1.5- суреттегі кестеде болатындарға ұқсас. Қозғалтқыш сипаттамалары 1.13 - суретте келтірілген.



1.12 - сурет. Біртіндеп қоздырғышпен ТТҚ қосудың реверситвік кестесі

Қозғалтқыштың тежегішін басқару іске қосу кезінде сияқты құралдарды қолданумен уақыт, жылдамдық немесе тоқ функциясында жүргізіледі.



1.13 - сурет. а) Қосылуға қарсы тежегіш тәртібінде біртіндеп қоздырғышпен ТТҚ сипаттамасы; б) белсенді M_c ұқсас сипаттамалары

Оның кез-келген түрі кезінде тежегіш процесін автоматтандыру екі негізгі операцияларды орындауды қарастырады:

1 – жұмыс істейтін қозғалтқыштың күштік тізбектерінде тежегішке команданы беруден кейін қосу жүргізіледі, оның нәтижесінде қозғалтқыш сәтінің бағытын өзгертеді;

2 – ω нөлге жақын болған кезде тежегіштің соңында М автоматты түрде желіден сөндіріледі немесе күштік тізбектерде реверс үшін қажетті қосылу жүргізіледі.

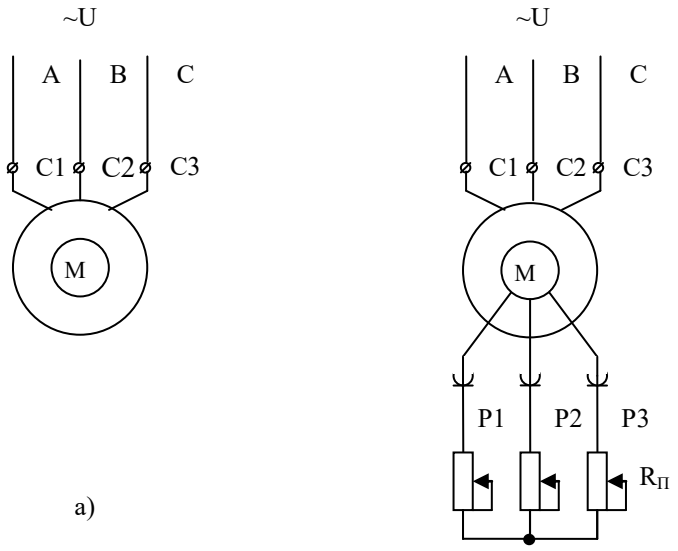
Бақылау сұрақтары:

1. Біртіндеп қоздырғышпен ТТҚ электр тежегіш тәртібін атап айтыңыз.
2. Неліктен біртіндеп қоздырғышпен ТТҚ рекуперативтік тежегішті өткізуге болмайды?
3. Біртіндеп қоздырғышпен ТТҚ қосуға қарсы тежегіштің ерекшеліктерін атаңыз.

1.6. Асинхрондық қозғалтқыштардың механикалық сипаттамалары. Қозғалтқыш тәртібі

Асинхрондық қозғалтқыштар (АҚ) – қозғалтқыштың ең таралған түрі, яғни, олар аса қарапайым және пайдалануда сенімді, қуаттылық тең болған кезде ТТҚ салыстырғанда аз салмағы, габариттері және құны бар. АҚ қосу кестесі 1.14 - суретте келтірілген.

Осы уақытқа дейін қысқа түйінді роторымен АҚ реттелмейін электр жетектерінде қолданылды. Алайда, АҚ статорлық орауға тоқ беретін кернеудің жиіліктің тиристорлық қайта түзгішінің пайда болуымен, қысқа түйінді ротормен қозғалтқыштар реттелетін электр жетектерінде қолданыла бастады. Қазіргі кезде, жиілікті қайта түзушілер күштік транзисторларды және бағдарламалы бақылаушыларды қолданады. Жылдамдықты реттеу тәсілі импульстық деген атқа ие болады және оны жетілдіру электр жетекті дамытуда маңызды бағыт болып табылады [8].



а) б)

1.14 - сурет. а) қысқа түйінді ротормен АҚ қосу кестесі; б) фазалық ротормен АҚ қосу кестесі

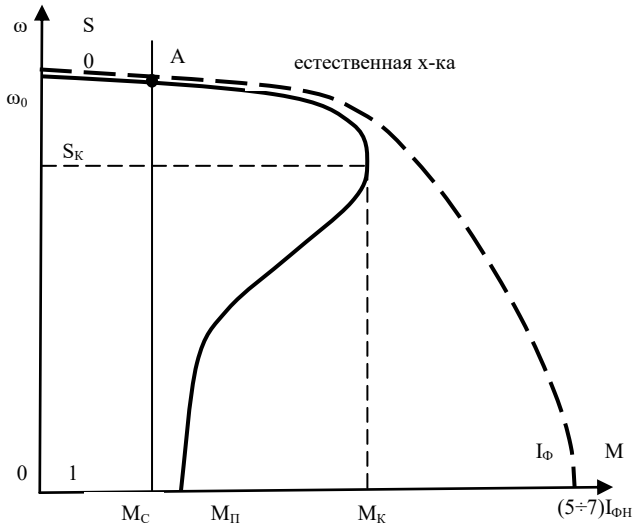
АҚ механикалық сипаттамасы үшін теңдеуді АҚ алмастыру кестесі негізінде алуға болады. Егер осы кестеде статордың белсенді кедергісін қолданса, онда механикалық сипаттамасы үшін мәнінде келесі түрі болады:

$$M = \frac{2M_к}{S/S_к + S_к/S}, \quad (1.30)$$

онда $M_к = \dfrac{3U_ф^2}{2\omega_0 x_к}$; $S_к = \dfrac{R_2^1}{x_к}$.

Бұл жерде $M_к$ – сыни сәті; $S_к$ – оған сәйкес келетін сыни жылжыуы; $U_ф$ – желгінің фазалық кернеуінің қолданыстағы мәні; $\omega_0=2\pi f/p$ – АҚ магниттік алаңының бұрыштың жылдамдығы (синхрондық жылдамдығы); f – тоқ беретін кернеу жиілігі; p – АҚ полюстер жұбының саны; $x_к$ – қысқа түйіндеудің индуктивтік фазалық кедергісі (орын алмастыру кестесімен анықталады); $S=(\omega_0-\omega)/\omega_0$ – жылжыту (айналатын алаң жылдамдығына қатысты ротордың жылдамдығы); R_2^1 – ротор фазасының сомалық белсенді кедергісі.

Қысқа түйінді ротормен АҚ механикалық сипаттамасы 1.15 - суретте кетірілген. Онда үш тән нүктелерін бөлуге болады. Бірінші нүктенің координаттары ($S=0$; $\omega=\omega_0$; $M=0$). Ол ротор жылдамдығы айналатын магниттік алаңының жылдамдығына тең болған кезде, идеалды іске қосу жүрісінің тәртібіне сәйкес келеді. Екінші нүктенің координаттары ($S=S_к$; $M=M_к$).



1.15 - сурет. Қысқа тұйық роторымен АД механикалық сипаттамасы

Қозғалтқыш максималды сәтпен жұмыс жасайды. $M_c>M_к$ кезінде қозғалтқыш роторы мәжбүрлі түрде тоқтатылатын болады, ол қозғалтқыш

үшін қысқа түйінді тәртіп болып табылады. Сондықтан да, осы нүктеде қозғалтқыштың айналатын сәтін сыни $M_к$ деп атайды. Үшінші нүктенің координаттары ($S=1;\ \omega=0;\ M=M_п$). осы нүктеде қозғалтқыш іске қосу тәртібінде жұмыс жасайды: ротор жылдамдығы ω=0 және қозғалмайтын ротор
$M_п$ іске қосу сәтімен әрекет етеді.

Бірінші және екінші тән нүктелері арасында орналасқан механикалық сипаттаманың учаскесін жұмыс учаскесі деп атайды. Онда қозғалтқыш белгіленген тәртіпте жұмыс жасайды. Қысқа түйінді ротормен АҚ-та $U=U_н$ және $f=f_н$ талаптарын орындаған кезде, механикалық сипаттама табиғи деп аталады.

Осындай жағдайда, сипаттаманың жұмыс учаскесінде қозғалтқыш жұмысының номиналды тәртібіне сәйкес келетін және координаттары бар нүкте орналасады ($S_н;\ \omega_н;\ M_н$).

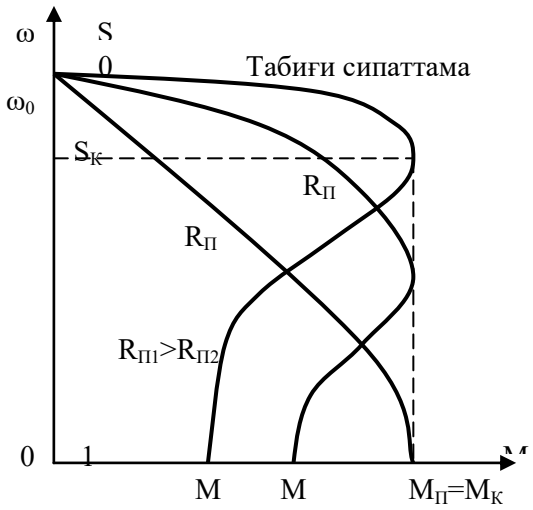
1.15 - суретте штрих сызықтарымен берілген $\omega=f(I_ф)$ АҚ электрмеханикалық сипаттамасы, ТТҚ электрмеханикалық сипаттамасымен салыстырғанда оның жұмыс учаскесінде ғана механикалық сипаттамамен сәйкес келеді. Бұл, E_2 роторының орамында э.қ.к. өзгеретін жиілігінен іске қосқан кезде тоқ жиілігі және орамның белсенді кедергісі өзгереді: тоқ жиілігін іске қоса бастағанда үлкен және индуктивті кедергі белсендіден көбірек; ротор тоғы жиілігінің ω роторын айналдыру жылдамдығын ұлғайтумен, яғни оны орауға индуктивті кедергісін білдіреді. Сондықтан да тура іске қосу тәртібінде АҚ іске қосу тоғы $I_{фн}$ номиналды мәніне 5÷7 есеге асады, ал $M_п$ іске қосу сәті номиналды $M_н$ тең болады. ТТҚ салыстырғанда, онда іске қосу кезінде іске қосу тоғы мен іске қосу сәтін шектеу қажет, АҚ іске қосу кезінде, іске қосу тоғын шектеу қажет, ал іске қосу сәтін ұлғайту қажет. Соңғы мән-жай аса маңызды, өйткені тәуелсіз қоздырғышпен ТТҚ $M_c<2,5M_н$ кезінде жіберіледі, $M_c<5M_н$ кезінде біртіндеп қоздырғышпен ТТҚ, ал АҚ табиғи сипаттамада жұмыс істеген кезде $M_c<M_н$ кезінде болады.

Қысқа түйінді ұлғайтумен АҚ-да $M_п$ ұлғаюы роторды ораудың арнайы құрылымымен қамтамасыз етіледі. Роторды орауға арналған паз терең етіп жасалады, ал ораманың өзін екі қабаттап салады. Қозғалтқышты іске қосқан кезде, E_2 жиілігі және ротор тоғы көбірек болады, ол тоқты шеттету әсерінің пайда болуына әкеледі – тоқ орамның жоғары қабатынан ғана өтеді. Сондықтан да ораудың кедергісі және $M_П$ қозғалтқыштың іске қосу сәті ұлғаяды. Оның шамасы $1,5M_н$ жетуі мүмкін.

Фазалық ротормен АҚ-да $M_П$ ұлғайту оның механикалық сипаттамасын өзгерту есебімен қамтамасыз етіледі. Егер ротор тоғының ағу тізбегіне кіретін $R_П$ кедергісі нөлге тең болса – қозғалтқыш табиғи сипаттамасында жұмыс істейді және $M_П=M_Н$. $R_П>0$ кезінде, R_2^1 ротордың сомалық белсенді кедергісі ұлғаяды. R_2^1 ұлғаюы бойынша $S_к$ сыни жылжуы да ұлғаяды. Оның салдарынан фазалық роторы бар АҚ –да ротор тоғының өту тізбегінде $R_П$ енгізу үлкен жылжу жағында $M_К$ ауысуға әкеледі. $S_К=1$ $M_П=M_К$ кезінде. Фазалық роторымен АҚ механикалық сипаттамалары $R_П>0$ кезінде табиғи немесе реостаттық деп аталады. Олар 1.16 - суретте келтірілген.

Қысқа түйінді ротормен асинхрондық қозғалтқыш $M_n>M_c$ кезінде жіберіледі және А нүктесінде жұмыс істейтін болады (1.15 - сурет). Одан кейін
M_c кедергі сәтін M_K дейін ұлғайтуға болады. Тұрақты тоқ қозғалтқышы сияқты АҚ, M_c ұлғайту сияқты автоматты түрде, сырттан араласусыз, ω жылдамдығын төмендету және M және M_c шамасы жағынан салыстырылғанға дейін М айналатын сәтін ұлғайту қажет, яғни кіші жылдамдықпен белгілі тәртіпке ауысудың жоғары жылдамдығымен белгіленген тәртіпте салыстырылмайды. M_c азайтқан кезде керісінше тәртіп байқалады – кіші жылдамдықпен белгіленген тәртіптен қозғалтқыш автоматты түрде үлкен жылдамдығы бар белгіленген режимге ауысатын болады. АҚ белгіленген сипаттамасының жұмыс учаскесі тәуелсіз қоздырғышпен ТТҚ механикалық сипаттамасына ұқсас, абсцисс осіне иілген тік сызық.

АҚ осындай қасиеттеріне э.қ.к. E_2 арқасында ие болады, ол магниттік алаңында айналатын ротор орамындағы статор беріледі. $M_c>M$ кезінде $M_д<0$ динамикалық сәт және ω ротор жылдамдығы азаяды. ω_0 (синхрондық жылдамдық) тұрақты жылдамдықпен айналатын статордың магниттік алаңы үлкен жиілікпен роторды айналдыруды ұстап алатын болады. Сондықтан да, E_2, ротор орамындағы тоқ, оның жолында әрекет ететін Ампер күші ұлғаятын болады, яғни M айналатын сәтті білдіреді.



1.16 - сурет. Фазалық ротормен АҚ механикалық сипаттамасы

Сәт бойынша АҚ жүктеу қабілеті номиналды M_H сәтіне M_K сыни сәтіне қатысты анықталады. Қысқа түйінді қарапайым АҚ үшін $M_K/M_H=1,7$, фазалық ротормен $M_K/M_H=1,8$. МТК түрінің қысқа түйінді роторымен арнайы крандық АҚ үшін және МТКФ түріндегі фазалық роторымен қатынас $M_K/M_H=2,3\div3,4$.

Бақылау сұрақтары:

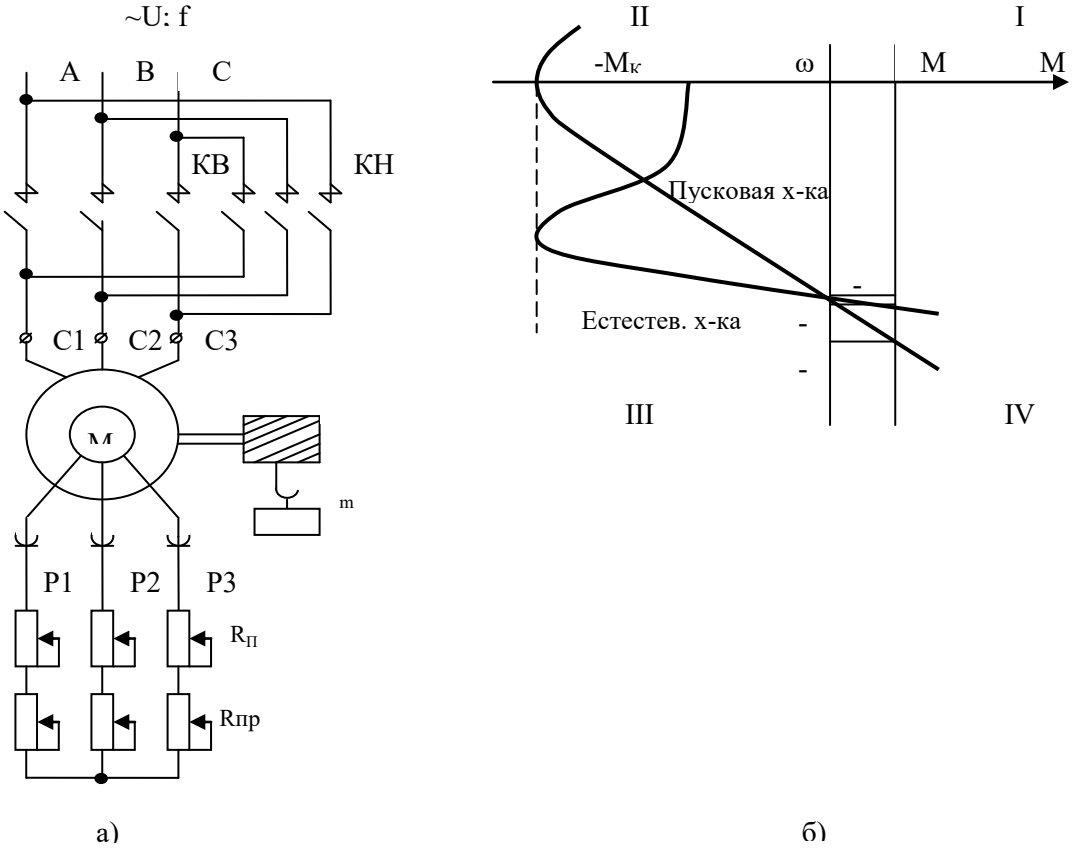
1. Қандай жағдайда асинхрондық қозғалтқышы қолданылады?

2. Қандай тәртіпте асинхрондық қозғалтқыш жұмыс істеуі мүмкін?
3. Сәт бойынша АҚ жүктек қабілеті қалай анықталады?

1.7. Асинхрондық қозғалтқыштардың механикалық сипаттамалары. Электр тежегіштің тәртібі

Асинхрондық қозғалтқыш, тәуелсіз қоздырғышпен тұрақты тоқ қозғалтқышы электр тежегішінің барлық үш тәртібінде жұмыс істеуі мүмкін [8].

Рекуперативтік тежегіш. Желіге энергияның қайтып келуі ω ротор жылдамдығы кезінде ω_0 синхрондық жылдамдықтан жоғары болуы мүмкін. Ω –ның ω_0 жақындауына қарай E_2 шамасы азаяды, ротор орамындағы тоқ және М қозғалтқышының айналатын сәті. Ω үлкен ω_0 мәндеріне дейін ұлғаюы қозғалтқыштың айналуына қабілетті M_c әсерімен мүмкін болады. Осы жағдайда АҚ желімен параллельді қосылған генератор ретінде жұмыс істейді: электр жетектің механикалық бөлігінің қозғалатын элементтеріне қосылған механикалық энергиян ол электрге айналдырады және оны желіге қайтарады. Әр түрлі жүккөтергіш машиналардың көтергіш шығыр электр жетектерінде рекуперативтік тежегіш қолданылады. Фазалық ротормен АҚ қосудың реверсивтік кестесі 1.17 - суретте келтірілген, ал оған сәйкес келетін рекуперативтік тежегіштің сипаттамасы - 1.17, *б* - суретте келтірілген.



1.17 - сурет. Фазалық ротормен АҚ қосудың реверсивтік кестесі; б) рекуперативтік тежегіш тәртібінде фазалық ротормен АҚ механикалық сипаттамасы

АҚ реверсивтілігі, ТТҚ қарағанда, бір тәсілмен ғана – қозғалтқыштың статорлық орауынан тоқ алатын тоқтың фазаларын кезектеп жазу тәртібін өзгертумен алуы мүмкін. Ол үшін үш полюстік контакторды қолданады (кіші және орта қуаттылықтағы электр жетектерде – магниттік қосқыштарда), олардың құрылымында контакторлардың бірмезгілде іске қосу мүмкіндігін болдыртпайтын механикалық блоктауы бар, 1.17, *а* - суретте КВ (алға немесе жоғары) және КН (артқа немесе төмен) бағыттарының конакторларының басты байланысы көрсетілген.

Тұйықталған КВ кезінде АҚ статорлық орамалары фазалардың кезектесіп келуімен желіге қосылады – статорлық орамалардың С1 шығысы А фазасының кернеуіне, С2 шығысы – В фазасына және С3 шығысы – С фазасына. Айналатын магнит алаңы және қозғалтқыш роторы «алға» бағытында айналады.

Ашық КВ және тұйық КН кезінде С1 шығысы С фаза кернеуіне қосылатын болады, С2 шығысы В фазасының кернеуіне қосылып қалады, ал С3 шығысы А фазасының кернеуіне қосылатын болады, фазаларды кезектеп берудің тура тәртібі (А,В,С) керіге өзгереді (С,В,А). Оның нәтижесінде қозғалтқыштың алаңы мен роторын айналдыру бағыты өзгереді.

Көтерілген жүк M_c кедергісінің белсенді сәтін жасайды, оның бағыты қозғалтқыштың айналу бағытын өзгерту кезінде өзгермейді (1.17, *б* - сурет). Сондықтан да, КН түйіндеген және қозғалтқыш жүкті жіберетін бағытта қосылған кезде қозғалтқыш роторы M_c кедергінің айналатын сәті ретінде айналатын болады.

Электр жетегінің қозғалысын теңестіруде келесідей түр болады:

$$+M + M_c = J\frac{d\omega}{dt}, \qquad (1.31)$$

Қозғалтқышты айналдыру жылдамдығы, яғни жүкті жіберу жылдамдығы да ұлғаятын болады. $\omega=\omega_0$ кезінде, айналатын сәт $M=0$ және қозғалыс теңдеуі келесідей түрге ие болады:

$$M_c = J\frac{d\omega}{dt}, \qquad (1.32)$$

Қозғалтқыш жылдамдығы белсенді M_c әрекетімен өсетін болады. Ротор жылдамдығы айналатын алаң жылдамдығын асқан кезде ($\omega>\omega_0$), қозғалтқыш сәті бағытын өзгертеді және тежегіш болады, ал электр жетегі қозғалысының теңдеуінде келесідей түр болады:

$$-M + M_c = J\frac{d\omega}{dt}, \qquad (1.33)$$

Қозғалтқышты қосу өзгермеуіне байланысты, рекуперативтік тежегіш тәртібі үшін АҚ механикалық сипаттамасы (тәуелсіз қоздырғышпен ТТҚ үшін де) үшінші шаршыдан төртіншіге қозғалтқыш тәртібі үшін сипаттаманың жалғасын алады.

Қозғалтқыш жылдамдығын ұлғайтумен М тежегіш сәтінің шамасы өсетін болады. Табиғи сипаттамада қозғалтқыш жұмыс істеген кезде М ($-\omega_1$) жылдамдығы кезінде M_c тең болады және қозғалтқыш жұмыстың белгіленген тәртібіне ауысады. Жүк тұрақты жылдамдықпен жіберілетін болады. Реостаттық сипаттамаларда белгіленген тәртіптегі жылдамдық іске қосу сипаттамасынан көбірек болады– ($-\omega_2$).

Қосуға қарсы тежегіш, тәуелсіз қоздырғышпен ТТҚ үшін, қозғалтқыш орамасында айналудың бір бағыты үшін енгізілген жағдайда жүзеге асырылады, ал қозғалтқыш роторы инерция күштерінің әсерімен немесе кедергінің белсенді сәтімен қарама-қарсы жаққа – қосуға қарсы айналады [8].

1.17, *а* - суретте КВ байланыстары тұйықталған, ал $R_П$ және $R_{ПР}$ шунтирленген болады деп ойлайық. Статорлық орамдар фазаларды кезектесіп, тура тәртіппен желінің қуатына қосылады.

КВ байланыстары ажыратылады және КН тұйықталады. Жұмыс істейтін қозғалтқыш қарама-қарсы бағытқа қосылады. Қозғалтқыштың статорлық орамасы фазаларды кезектеудің кері тәртібімен желіге қосылады. Статордың магниттік алаңын айналдыру бағыты өзгереді, ал қозғалтқыш инерциялық күштердің әсерімен айналу бағытын сақтайды – қосылуға қарсы айналады. Қозғалтқыштың айналу сәтінің бағытын өзгертеді, яғни, ол тежегіш бола бастайды.

Қозғалтқыштың роторы алаңға қарсы айналғандықтан, айналатын алаң жиілік ротор орамынан асады, іске қосу кезінде жиіліктен екі есеге асады (ротор қозғалмайды, ал алаң ω_0 синхрондық жылдамдығымен айналады). Ротор орамында берілетін э.қ.к. E_2 іске қосқан кезде ротор айналымына жіберілетін номиналды э.қ.к. $E_{2н}$ екі есеге асады. Сондықтан да, ротор тізбегінде тоқты шектеу үшін $R_П$ іске қосу кедергісінен басқа $R_{ПР}$ қосуға қарсы кедергі кіруі қажет. 1.17, *а* - суретте кіру кестесіне сәйкес келетін қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары 1.18 - суретте келтірілген.

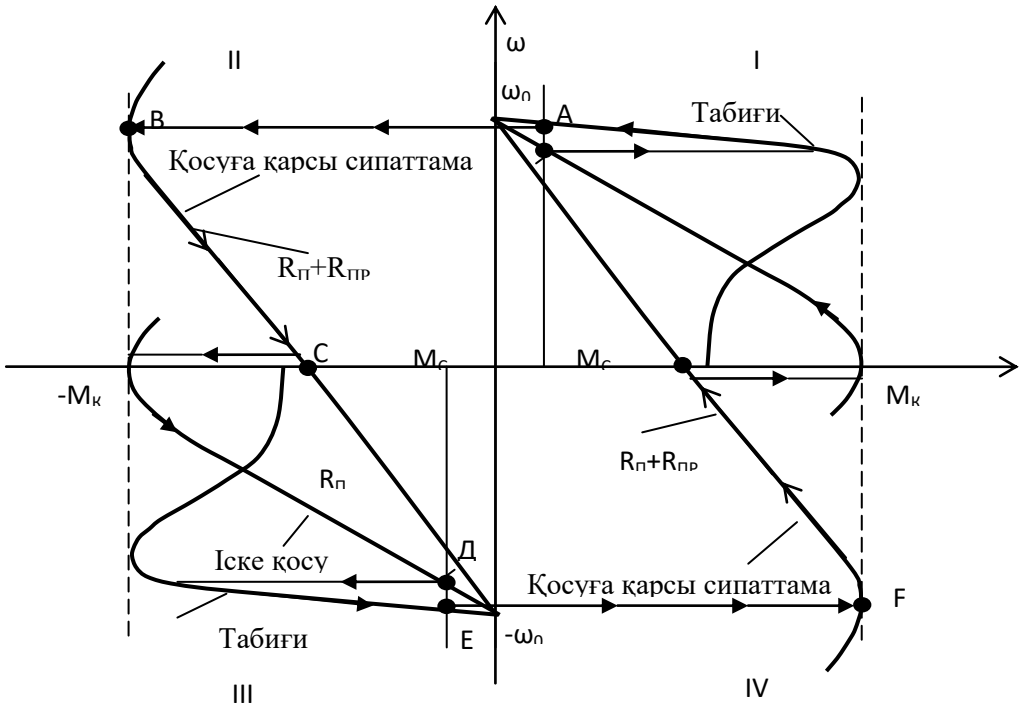
Тұйықталған КВ және шунтирленген $R_П$ және $R_{ПР}$ кезінде қозғалтқыш А нүктесінде табиғи сипаттамада жұмыс істеді. КВ ажыратылғаннан кейін, ротор тізбегіне $R_П+R_{ПР}$ қосылғаннан кейін және КН тұйықталғаннан кейін А нүктесінен қозғалтқыш В нүктесіне қосуға қарсы тежегіш сипаттамасында ауысады. Тежегіш сәтінің әсерімен қозғалтқыш жылдамдығы төмендейтін болады. Егер қозғалтқыш тоқтату үшін тежелсе, онда С нүктесінде $\omega=0$ кезінде КН ажыратылуы тиіс.

Егер тоқтатқаннан кейін қарама-қарсы бағытта жүру басталса, онда нөлге жақын жылдамдық кезінде $R_{ПР}$ шунтирлеу және қозғалтқышты шектік іске қосу сипаттамасына ауыстыру қажет. Осы сипаттамада қозғалтқыш тежегішті аяқтайды және бірден барынша жылдамдық алумен қарама-қарсы бағыт ала бастайды. Үшінші шаршыда іске қосу сипаттамасында Д нүктесінде белгіленген тәртіпте немесе табиғи сипаттамада Е нүктесінде жұмыс істеуі мүмкін. Егер КН ажыратса, ротор тізбегіне $R_П+R_{ПР}$ қосса және КВ ашса, қозғалтқыш Е нүктесінен төртінші шаршыда қосуға қарсы сипаттамада F нүктесіне ауысады. Тежегіш процесі және жылдамдықты көбейту осылай өтетін болады.

Реверсивті кесте кезінде қозғалтқышта қысқа түйінді ротормен АҚ қосуда бірінші және үшінші шаршыда екі табиғи сипаттама болады (1.17, *б - сурет*). Сипаттаманы алу үшін табиғи сипаттаманың қосуға қарсы тежегішін екінші және төртінші шаршыда созу қажет.

Тежегіш процесі және жылдамдықты көбейту АҚ үшін қарастырылатын фазалық роторға ұқсас болады. Алайда, қозғалтқышты қыздыру біршама көбірек болады, яғни, ротор тоғын шектеу болмайды.

Белсенді M_c электр жетектерінде, мысалы, көтергіш шытыр электр жетегінде, онда белсенді M_c ілгекке ілінетін m салмағымен жүк жасайды, қосуға қарсы тежегіштің тәртібі қозғалтқыштың механикалық сипаттамасын өзгерту есебінен алуға болады. Қозғалтқышты қосу кестесі 1.17, *а* - суретте берілген, қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары 1.19 - суретте берілген.



1.18 - сурет. Қосуға қарсы тежегіш тәртібінде фазалық ротормен АҚ механикалық сипаттамасы

КВ байланыстары тұйықталған, ал $R_П$ және $R_{ПР}$ шунтирленген болады деп ойлайық. ω_1 жылдамдығымен қозғалтқыш А нүктесінде табиғи сипаттамада көтеру бағытында жұмыс істейді.

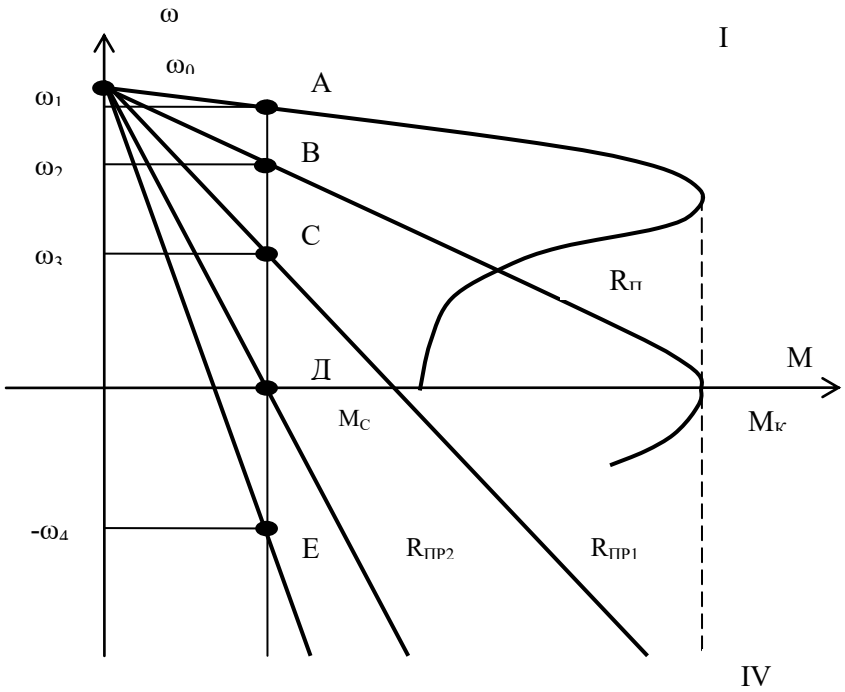
$R_П$ іске қосу роторы тізбегіне енгізген кезде, қозғалтқыш шектік іске қосу сипаттамасына ауысады және В нүктесінде ω_2 жылдамдығымен жұмыс істейтін болады. $R_{ПР}$ енгізумен сипаттама иілімі ұлғаятын болады, ал қозғалыс жылдамдығы азаяды ($\omega=\omega_3$ $R_{ПР}= R_{ПР1}$ кезінде).

$R_{ПР}$ шамасын таңдауға болады, онда М нөлге тең ω қозғалтқыш жылдамдығы кезінде M_c тең болады. 1.19 - суретте осы жағдайға $R_{ПР}= R_{ПР2}$ кезінде Д нүктесі сәйкес келеді. Қозғалтқыш тоқтайды және көтерілетін жүк М қозғалтқышының айналатын сәті есебінен екі ұдай жағдайында қалады.

$R_{ПР}$= $R_{ПР3}$ кезінде М қозғалтқышының сәті M_c-нан аз болады. Көтерілетін жүк түсе бастайды және көтеруде жұмыс істеуге қосылған қозғалтқыш белсенді M_c әсерімен жіберу бағытына – қосуға қарсы айналатын болады. Қозғалтқыш сәті тежегіш бола бастайды. Жүкті жіберу жылдамдығын ұлғайтумен ол ұлғаятын болады. ω=-ω_4 кезінде (1.19 - суретте Е нүктесі) М қозғалтқышының тежегіш сәтінің шамасы белсенді M_c шамасына тең болады.

Қозғалтқыш жұмыстың белгіленген тәртібіне ауысады және жүкті жіберу жылдамдығын ұлғайту тоқтатылады. Тежегіштің осындай тәртібі көтергіш шытырларында кеңінен қолданыады, өйткені ол қозғалтқыштың өте төмен «отырғызу» жылдамдығын алуға және талап етілетін жерге соққысыз жүкті орнатуға мүмкіндік береді.

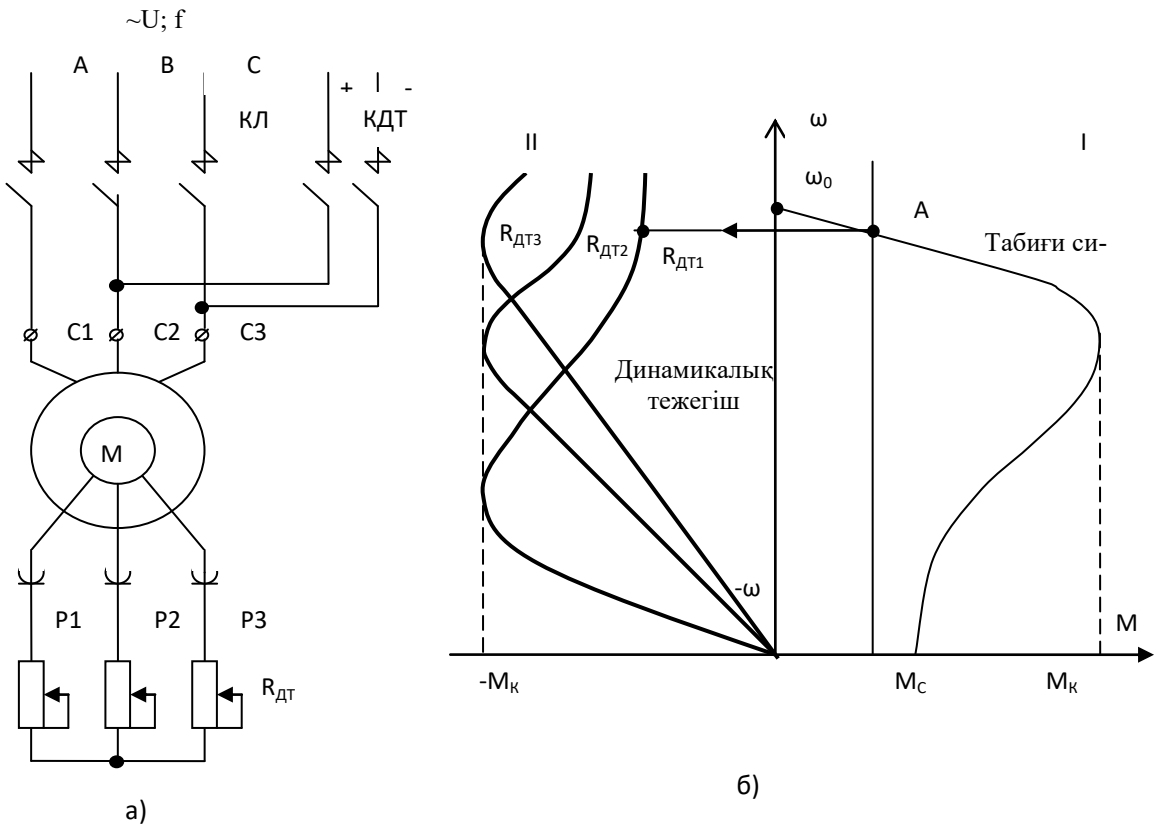
Қосуға қарсы тежегіш кезінде АҚ біртіндеп желімен қосылған генератор тәртібінде жұмыс істейді.



1.19- сурет. Белсенді M_c кезінде қосуға қарсы тежегіш тәртібінде фазалық ротормен АҚ механикалық сипаттамалары

Ол механикалық энергияны электрге айналдырады, сондай-ақ, желіден электр энергиясын алады. Барлық электр энергия ротор тоғында ағу тізбегіне кіретін кедергіде және қозғалтқышта жылу түрінде беріледі. Сондықтан да, қосуға қарсы тежегіш энергия шығындарымен салыстырғанда үнемді емес, бірақ, басқа түрлермен салыстырғанда ол тежеудің минималды уақытын қамтамасыз етеді.

Динамикалық тежегіш ауыспалы тоқты желіден статор орамасын сөндірген және тұрақты тоқ желісіне олардың екеуін қосқан кезде жүзеге асырылады. Қозғалтқышты қосу кестесі 1.20, *а* - суретте, ал механикалық сипаттамалар –1.20, *б* - суретте көрсетілген.



1.20- сурет. а) динамикалық тежегіш тәртібінде фазалық ротормен АҚ қосу кестесі; б) динамикалық тежегіш тәртібінде фазалық ротормен АҚ механикалық сипаттамасы

Тұйықталған КЛ және ажыратылған КДТ және шунтирленген $R_{ДТ}$ кезінде қозғалтқыш А нүктесінде табиғи сипаттамасында бірінші шаршыда жұмыс істейді.

Тұйықталған КЛ және ажыратылған КДТ кезінде статорлық ораманың С2 және С3 шығыстары тұрақты тоқ желісіне қосылады. Тұрақты тоқ, статордың орамасынан өтіп жылжымайтын магниттік алаңды түзеді. Айналатын ротор орамында э.қ.к. болады, оның әсерімен ауыспалы тоқ өтеді. Осы тоқпен құрылатын алаң статорға қатысты қозғалмайды. Тежегіш сәт ротор тоғымен сомалық магниттік ағымының өзара әрекет ету нәтижесінде туындайды.

А нүктесінен қозғалтқыш динамикалық тежегіш сипаттамаларының бірінде В нүктесіне ауысады, олар екінші шаршыда орналасады. Олар координаттың басы арқылы өтеді, өйткені ротордың $\omega=0$ э.қ.к., ротор тоғы және қозғалтқыштың тежегіштік сәті нөлге тең болады.

Динамикалық тежегіш тәртібінде қозғалтқыш автономмды генератор ретінде жұмыс істейді. Механикалық бөлімнің қозғалыстағы элементтерінде берілген механикалық энергияны электр энергияға ауыстырады және ротор тізбегінде қосымша кедергіге және ораманы қыздыруға шығындайды.

Бақылау сұрақтары:

1. Тежегіш тәртібінде асинхрондық қозғалтқыштар жұмыс істей алатындығын атап айтыңдар?
2. Асинхрондық қозғалтқыштың рекуперативтік тежегіштің ерекшеліктерін атаңыз?
3. Асинхрондық қозғалтқыштың қосуға қарсы тежегіш ерекшеліктерін атаңыз
4. Асинхрондық қозғалтқыштың динамикалық тежегіш ерекшеліктерін атаңыз

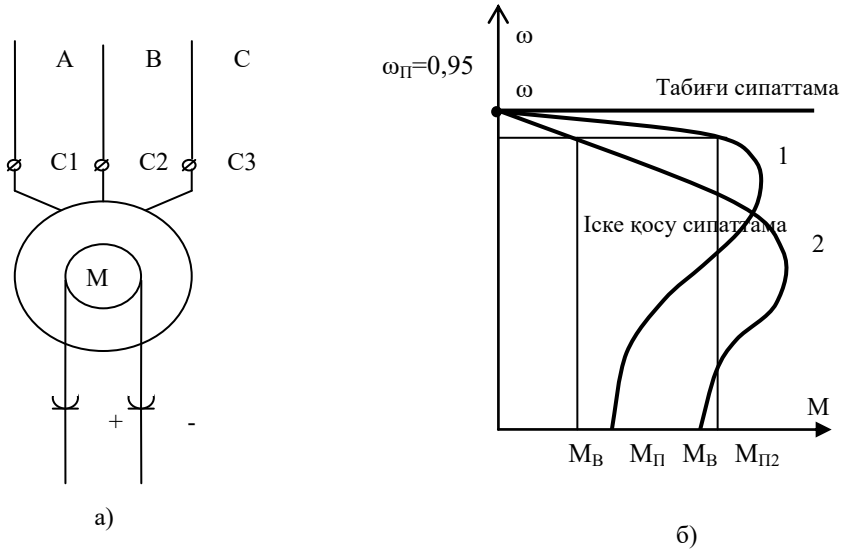
1.8. Синхрондық қозғалтқыштың механикалық және энергетикалық сипаттамалары

Синхрондық үш фазалық қозғалтқыштар (СҚ) ең алуан түрлі технологиялық машиналардың электр жетектерінде кеңінен қолданылады. СҚ қосу кестесі 1.21, *а* - суретте, 1.21,*б* - суретте механикалық сипаттамалар келтірілген.

СҚ статоры АҚ статорына ұқсас орындалған – үш статорлық орамалар статорда, олармен құрылған ағымдардың осі кеңістікте 120^0-ға жылжитындай орналасады. 1.21, *а* - суретте С1, С2, С3 ретінде көрсетілген статор орамасының басын фазалар арасында кернеуді 120 электр градусына қосумен ауыспалы тоқтың үш фазалық желісіне қосу $\omega_0=2\pi f_1/p$ синхрондық жылдамдықпен айналатын магниттік алаңының пайда болуына әкеледі. Онда p – СҚ статорлық орама полюстері жұптарының саны; f_1 – тоқ беретін желілердің жиілігі. $p=1$ кезінде айналатын алаң ω_0 жылдамдығымен айналатын және солтүстік (N) және оңтүстік (S) әр түрлі аталатын полюстердің екі диаметралды қарама-қарсы орналасуын білдіреді [9].

СҚ роторы екі орамамен орындалады: қоздыру орамасы және «ақ жасуша» түрінде қысқа түйінді іске қосу орамасы. Қоздыру орамасы тұрақты тоқ кернеуінен тоқ алады және онда өткен кезде ол тұрақты тоқ электр магнитіне айналады, оның әр түрлі атауы бар полюстері айналу жылдамдығына байланысты анық та, анық емес те орындалуы мүмкін, яғни, қоздыру орамы ротордың сыртқы беті бойынша жатады. Жылжымайтын ротор кезінде статордың және ротордың айналатын алаңының әр түрлі атаулы полюстері тартылып үлгермейді. Қозғалтқыштың айналатын сәті нөлге тең, ал қоз дыру орамында статор алаңы үлкен э.қ.к. болады, ол қоздыру орамасын оқшаулау сынамасына келеді.

Статор мен ротордың әр түрлі атаулы полюстері тартылуы үшін (синхронизмге кірді) және сонымен қатар, тоқты тастаудың номиналды мәнінен маңызды түрде аспайды, СҚ роторын $\omega_П$ жылдамдыққа дейін қыздыру қажет, ол $\omega_П=0,95\omega_0$ тең. Ол үшін іске қосу қысқа түйінді орамасы қажет, яғни, СҚ қысқа түйінді ротормен АҚ ретінде іске қосылады. АҚ іске қосу сипаттамасы іске қосу орамасының алуан түрлері кезінде 1.21, *б* - суретте көрсетілген.



1.21 - сурет. а) синхрондық қозғалтқышты қосу кестесі;
б) іске қосу тәртібінде және синхрондық айналуда синхрондық қозғалтқыштың механикалық сипттамалары.

Сипаттамада $M_{П1}$ іске қосу сәті 2 сипаттаманың іске қосу сәтінен аз - $M_{П2}$, алайда, $МВ_1$ синхронизмге кіру сәті $МВ_2$-нан көбірек. Іске қосу сипаттамасының түрін таңдау СҚ жұмысының нақты талаптарымен анықталады. СҚ қоздырғышын орау іске қосқан кезде зарядсыз кедергіге әкеледі, ол оны артық тоқ алудан қорғайды. Тұрақты тоқ кернеу көзіне ол, ротор жылдамдығы ω кіші синхрондық $\omega_П$ жеткеннен кейін қосылады.

СҚ іске қосу орамы іске қосу кезінде қарқынды қызады, сондықтан да, СҚ тоғының уақыты шектеледі.

СҚ синхронизмге кірген кезде, оның жылдамдығы білікте кедергі сәтінің шамасы $M_{макс}$ кейбір максималды мәніне дейін өзгерген кезде, айналатын магниттік алаңы жылдамдығы тұрақты және тең – синхрондық жылдамдық ω_0 қалады. Сондықтан да, 1.21, *б* - суретте келтірілген оның механикалық сипаттамасы абсцисс осіне паралелльді тура түрі болады. Егер M_c $M_{макс}$ асса, онда СҚ синхронизмнен шығуы мүмкін.

СҚ максималды сәтін анықтау үшін $M_{макс}$, оған дейін СҚ синхрондық жұмысы сақталады, СҚ бұрыштық сипаттамасы қызмет етеді. Ол М айналу сәтін статордың магниттік алаңының осі мен ротор алаңы осі арасында қозғалыс бұрышын білдіретін θ СҚ ішкі бұрышынан М айналу сәтінің тәуелділігін білдіреді. СҚ сәті θ – $M=M_{макс}sin\theta$ бұрышының синусоидалды функциясын білдіреді.

СҚ айналу сәтінің максималды мәні $\theta=\pi/2$ кезінде жетеді. Үлкен мәні кезінде қозғалтқышты айналу сәтінің θ шамасы азаяды және сондықтан да қозғалтқыш синхронизмнен шығады. Қозғалтқыштың номиналды сәті $M_{ном}$ $\theta_{ном}=25^0 \div 30^0$ номиналды бұрышына сәйкес келеді. Осындай мәні кезінде $\theta_{ном}$ СҚ қайта жүктеу коэффициенті $к_П=M_{макс}/M_{ном}=2 \div 2,5$ сәті бойынша.

Синхрондық қозғалтқыш электр тежегіштің барлық тәртібінде жұмыс істеуі мүмкін. Динамикалық тежегіштің тәртібі аса жиі қолданылады. Оны іске асыру үшін СҚ статорын орау желіден сөндіріледі және $R_{ДТ}$

динамикалық тежегіштің кедергісіне айналады, ал қоздырғыш орамы тұрақты тоқтан тоқ алады. СҚ механикалық сипаттамалары динамикалық тежегіш кезінде АД сипаттамаларына ұқсас (1.20, *б* - сурет).

Қосуға қарсы тежегіш, СҚ осы тәртіпке ауыстыру тоқтың маңызды тастауымен ілесетіндігінен және басқарудың күрделі кестелерін қолдануды талап етуінен сирек қолданылады.

Электрмен жабдықтау жүйесімен жұмыс реактивті қуаттылықтың электр қабылдағыштарымен тұтынумен сипатталады. Бұл жүйе элементтерінде энергияның қосымша жоғалуын, кернеу деңгейін төмендетумен туындайды және кіші станциялар мен бөлгіш желілердің жоғары өткізу қабілеттілігінің қажеттілігін тудырады, ол жүйе жұмысының үнемділігін төмендетеді. Осыған байланысты, электрмен жабдықтау жүйесі жұмысының көрсеткіштерін жақсарту үшін реактивті қуаттылықты өтеуді жүргізу қажет, ол бірнеше тәсілдермен жүзеге асырылуы мүмкін.

Реактивтік қуаттылық өТақырыпқысының тиімді тәсілдерінің бірі СҚ пайдаланумен байланысты, ол қоздыру тоғын реттеу есебінен электр желіде реактивті қуаттылықты генерациялауды жүзеге асыруы мүмкін. Осындай жағдайда, СҚ *cos φ* алға беретін коэффициентпен жұмыс істейді. СҚ реактивті қуаттылық компенсаторы ретінде жұмыс жасау мүмкіндігі 1.22 - суретте келтірілген СҚ U-тәрізді сипаттамасын білдіреді.

Бұл сипаттамалар I_1 статор тоғына тәуелділігін көрсетеді және оның *cos φ U=const* және *P=const* кезінде I_B қоздыру тоғынан көрсетіледі.

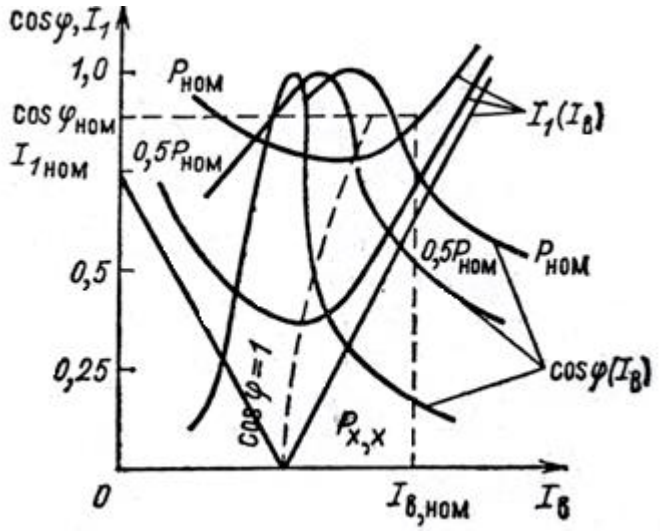
Реактивтік қуаттылық өТақырыпқысының тиімді тәсілдерінің бірі СҚ қолданумен байланысты, ол қоздыру тоғын реттеу есебінен реактивті қуаттылықты электр желісіне генерациялауды жүзеге асыруы мүмкін.

Осындай жағдайда, СҚ *cos φ* алға беретін коэффициентпен жұмыс істейді. СҚ реактивті қуаттылық компенсаторы ретінде жұмыс жасау мүмкіндігі 1.22 - суретте келтірілген СҚ U-тәрізді сипаттамасын білдіреді.

Сипаттамалар $I_1(I_B)$, қоздыру тоғы нөлден ұлғайту кезінде статор тоғы алдымен азаятындығын көрсетеді, ол оның реактивтік құрамдас бөлігін азайту есебінен болады.

Кейбір тоқ кезінде ол нөлге тең болады, ал *cos φ=1*. Қоздыру тоғын одан әрі ұлғайтқан кезде пайда болады және статордың реактивті құрамдас тоғы ұлғаяды, бірақ алға басу фазасымен. Синхрондық қозғалтқыш оны желіге берумен реактивті энергияның генераторымен жұмыс істей бастайды.

1.22 - суреттегі сипаттамалар СҚ өТақырыпқы қабілеттілігін оның білігіндегі Р қуаттылығына тәуелділігін анықтауға мүмкіндік береді. 1.22 - суретте көрінгендей, Р қуаттылығының өсуімен реактивті қуаттылықты генерациялау саласы (алға басатын *cos φ*) қоздырудың үлкен тоғы жағына ауысады. Басқа сөзбен айтқанда, тоқ өзгермеген кезде, желіге берілетін білікте қуаттылықтың өзгеруімен байланысты реактивті қуаттылық та өзгереді.



1.22 - сурет. СҚ U-тәрізді сипаттама

Егер СҚ білікте ауыспалы жүктемемен жұмыс істесе, онда оның өТақырыпқылық қасиеттерін толық пайдалану үшін қоздырудың тоғын реттеуді талап етеді.

СҚ пайдалану кезінде реактивтік қуаттылық көзі ретінде қоздырудың жоғары тоқтарын қамтамасыз ету және СҚ габариттік (толық) қуаттылығын ұлғайту қажет, ол СҚ осылай қолдану үшін шектеуші фактор болып табылмайды. Бұл келесі күрделі емес есеп екендігін көрсетеміз.

S толық (габариттік) қуаттылығының Р белсенді қуаттылығына қатынасы

$$S / P = \sqrt{(P^2 + Q^2 / P} = \sqrt{1 + (Q / P)^2} \qquad (1.34)$$

Реактивті алға басатын қуаттылық белсенді қуаттылықтың 40% құрайды деп ойлайық, яғни *Q/P=0,4*. Есеп, осындай қатынас кезінде *S/P 1,08* құрайтындығын шығарады, яғни, аталған реактивтік қуаттылықты генерациялау габариттік қуаттылықты 8%-ға ұлғайтуды талап етеді. Бұл, СҚ реактивті қуаттылықты өтеу үшін қолдану пайдалы болып табылатындығын көрсетеді [9].

Бақылау сұрақтары:

1. Синхрондық қозғалтқышты қолдану ерекшеліктерін атаңыз
2. Синхрондық қозғалтқышты іске қосу ерекшеліктерін атаңыз
3. Қандай тәртіпте тежегіш синхрондық қозғалтқышпен жұмыс істеуі мүмкін?
4. Қандай қозғалтқыштар реактивтік қуаттылықты өтеу үшін қолданылады?

№1 зертханалық жұмысы

Жұмыстың тақырыбы: Қуаттылығы бойынша тұрақты тоқ электрқозғалтқыштарды таңдау

Жұмыстың мақсаты: электр жетегі үшін электр қозғалтқыштарын таңдау дағдыларын алу, төлқұжаттық деректер бойынша механикалық сипаттамаларын талдау және салу.

Жалпы ережелер

Электр жетектің ауыспалы тәртібі бір белгіленген жағдайдан, айналу жиілігі және желіден алынатын тоқ қолданылатын кезде ауысқанда жұмыс тәртібі аталады. Ауыспалы тәртіптерді зерттеуде үлкен тәжірибелік мәні бар, өйткені ол электр қозғалтқыштар қуаттылығын оңтайлы таңдауын, басқару кестесінде аппараттарды ұтымды таңдауын анықтайды, механизмдердің өнімділігін жоғарлатуға, энергия сыйымдылығын төмендетуге және т.б. мүмкіндік береді.

Жұмыс келесі кезеңдерден тұрады:

1) Қуаттылық есебі және ТТҚ алдын ала таңдау, стандартты редукторды таңдау;

2) Электр қозғалтқыштардың есептік коэффициенттерін анықтау;

3) Тұтынудың механикалық сипаттамаларын құру және электр қозғалтқыштардың табиғи механикалық сипаттамаларын салу;

Есептің қолданылатын әдістемесі фазалық ротормен асинхрондық электр қозғалтқыштары үшін қолданылуы мүмкін.

1. Есептеу үшін шығыс деректер

Тапсырыс нұсқасына сәйкес 1.1 кестеден есептік деректер беріледі.

1. Жүктеу сәттері және олардың әрекет етудің уақытша интервалдары (жүктеу диаграммасы, 1.23 - сурет).

2. Мс.н, Н·м кедергінің номиналды сәті

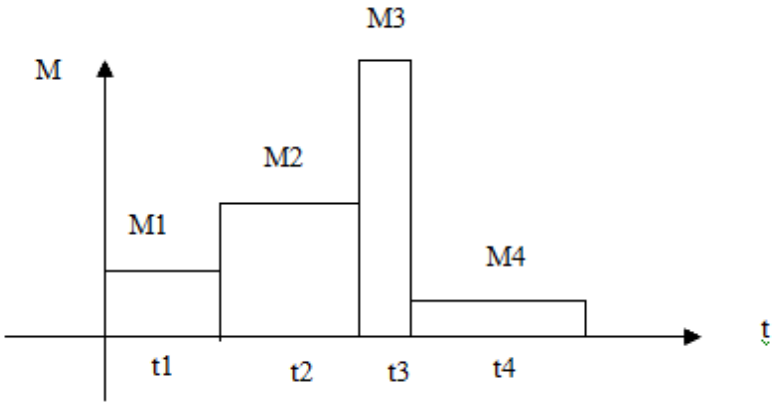
3. Іске қосқан кезде тұтынушы кедергі сәтінің коэффициенті:

Кп = Мс.п / Мс.н

4. Жетектің берілген айналу жиілігі nс.н, об/мин.

5. Сәті бойынша/тоғы бойынша электр қозғалтқыштардың қолжетімді жүктеуі:

Кп.д = Мд.п / Мд.н.



1.23 - сурет. Қозғалтқыш жұмысының жүктеме диаграммасы

2. Қажетті қуаттылықты есептеу және тұрақты тоқ қозғалтқышты алдын ала таңдау

1. Электр қозғалтқыштың қуаттылығын есептеу жүктеудің эквиваленттік сәті бойынша өткізіледі және шығыс деректері бойынша салындған жүктеме диаграммасына сәйкес жұмыс механизм айналымының берілген жиілігінде жүргізіледі [9].

Мс.э жүктеменің эквивалентті сәті келесі мәнмен анықталады

$$Mc.э = \sqrt{\frac{\sum M_i^2 t_i}{\sum t_i}}, \text{ Н·м.} \qquad (1.35)$$

2. Айналдырудың берілген жиілігі кезінде жүктеме кедергісінің есептік қуаттылығы $n_{ñ.í}$, $P\tilde{n} = 0.1 \cdot Mc.э \cdot n_{\tilde{n}i}$, Вт. Сонымен қатар, электр қозғалтқыштың есептік қуаттылығы (берілген $n_{с.н}$ кезінде) Рн ≥ Рс.

Алдын ала 1.3 кестеден қуаттылығы бойынша анықтамалық деректер бойынша параллельді немесе тәуелсіз қоздырғышпен тұрақты тоқ қозғалтқышын таңдаймыз.

Электр қозғалтқыштың негізгі параметрлер:

- Электр қозғалтқыштың түрі;
- Номиналды қуаттылық $P_н$, Вт;
- Номиналды кернеу $U_н$, В;
- номиналды айналу жиілігі $n_н$, об/мин;
- пайдалы әрекет ету коэффициенті η , %;.
- $R_я$ якорін орауға қарсы тұру, Ом;
- Қосымша полюстер орамасына қарсы тұру $R_{ДОП}$, Ом;
- Қоздыру орамасына қарсы тұру Rв, Ом;
- Якорь инерция сәті Jя , кг· м^2.

3. $i = n_i / n_{с.н.}$ беру коэффициентін анықтайды.

Механизммен электр қозғалтқышты қосу тісті немесе клинобелбеуді бергішпен жүргізіледі. Бұл, электр қозғалтқыштың номиналды айналу жиілігі n ≥ 750 об/мин-мен байланысты. Маңызды айырмашылық болған кезде жұмыс механизмі мен электр қозғалтқыштың айналу жиілігі і бергіштің стандартты коэффициентімен редукторды орнату қажет. і бергіштің стандартты коэффициентімен редукторды таңдаймыз (кестелер 1.2, 1.3).

4. Механизмнің нақтыланған айналу жиілігі $n_{с.н.} = n_н / i$, об/мин берілгеннен (1.1 кесте) 5%-дан ерекшеленбеуі тиіс.

5. Қозғалтқыштың номиналды айналатын сәті $Mд.н. = Pн / 0{,}1 \cdot n_i$, Н·м

6. $Mc.д. = Mc.н. / i$, Н·м қозғалтқыш білігіне келтірілген кедергінің номиналды сәті.

3. Электр қозғалтқыштың См′ және СÅ′ есептік коэффициенттерді анықтау

1. Желіден электр қозғалтқышпен тұтынатын тоқ

$$Iн = Pн / \eta\, Uн \text{, А.} \qquad (1.36)$$

2. Параллельді қоздырғышпен қозғалтқышпен якорьдің номиналды тоғы

$$Iя.н = I_H - I_B = I_H - U_H / R_B \text{, А.} \qquad (1.37)$$

3. Ф = const кезінде См′ сәтінің есептік коэффициенті. $M_{Д.Н} = C_M Ф I_Я$ алғанда, $См' = См \cdot Ф$ қабылдаймыз. Онда

$$См' = Мд.н / Iя.н. \qquad (1.38)$$

4. Ф = const кезінде ЭДС СЕ ′ есептік коэффициенті. $Eя = CEФn_н$ және $Eя = Uн - Iя.н. \cdot Rя$ -нен $CE' = CE \cdot Ф$ қабылдайды. Онда

$$CE' = (Ui - Iя.н \cdot Rя) / n_н \qquad (1.39)$$

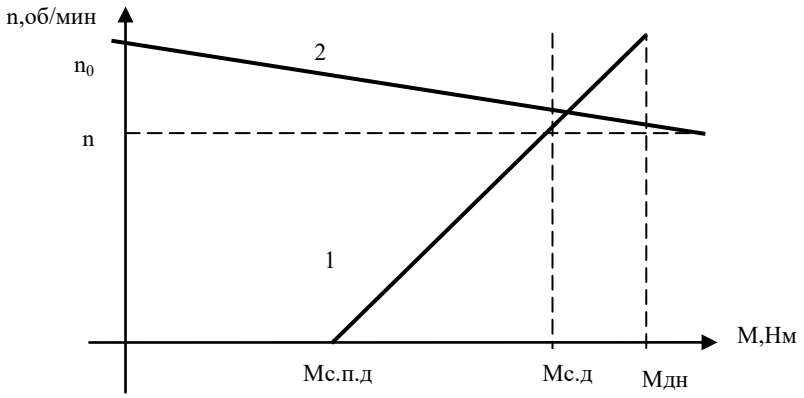
4. Электрқозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасын және жүктеменің механикалық сипаттамасын құру

Алынған есептік деректер жүктеменің механикалық сипаттамалары мен электр қозғалтқыштары координаттарының бірыңғай жүйесінде құруға мүмкіндік береді.

1. қозғалтқыш білігіне келтірілген жүктеменің механикалық сипаттамасы. Екі нүкте бойынша салынады (желілі-жастық функция). Бірінші нүкте. n = 0 кезінде, қозғалтқыш білігіне келтірілген $M_{с.п.д}$ іске қосқан кезде кедергі сәті, $M_{с.п.д} = K_п M_{с.н} / i$, Н·м . Екінші нүкте $M_{с.д}$ и $n_н$ анықталады. Графикте (1.24 - сурет) жүктеменің механикалық сипаттамасы n = f ($M_д$) құрылады.

2. Электр қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы. Екі нүкте бойынша құрылады. Бірінші нүкте Мд = 0 кезінде идеалды бос жүріс нүктесімен анықталады. Екінші нүкте Мд.н кезінде nн айналудың номиналды жиілігіне сәйкес келеді. Мд.н және nн есептік шамасы 2-тармақтан алынады. no = Uн / СÅ′, об/мин идеалды бос жүрістің айналу жиілігі.

Графикте екі нүктеде (1.24 - сурет) электр қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы құрылады [9].



1.24 - сурет. Жүктеменің және электр қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары

1.1 кесте

Есептеуге арналған шығыс деректері

Нұсқаның №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Параметр										
M1, Н·м	100	250	112	260	325	460	38	70	21	64
M2, Н·м	150	180	135	241	214	830	58	51	28	70
M3, Н·м	200	510	84	268	356	510	44	30	14	55
M4, Н·м	50	300	121	295	387	410	38	83	34	75
t1, мин	5	1,5	1	1	1,4	2,1	1,1	1,4	0,6	0,8
t2, мин	3	4,5	1,5	1,2	1,6	0,7	1,4	1,6	0,9	1,2
t3, мин	1	3	1,5	1,8	1,8	1,4	2,6	1,9	1,9	2
t4, мин	6	5	1,7	2,1	2	2,8	1,8	4	2	3
Мсн, Н·м	120	295	121	277	330	640	41	70	28	74
Мсп/Мсн	0,45	0,32	0,45	0,5	0,6	0,4	0,7	0,35	0,4	0,6
nсн, об/мин	180	260	360	82	220	200	120	260	360	820
Мдп/Мдн	2,1	2,2	2,5	2,4	1,9	1,8	2,2	2,5	2	1,9

1.2 кесте

Тісі бар цилиндрлік және конустық бергіштердің және екі сатылы редукторлардың бергіш саны

1,00	1,06	1,12	1,18	1,25	1,32	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90
2,00	2,12	2,24	2,36	2,50	2,65	2,80	3,00	3,15	3,35	3,55	3,75
4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,30	5,60	6,00	6,3	6,70	7,10	7,50
8,00	8,50	9,00	9,50	10,0	10,6	11,2	11,8	12,5	14,0	16,0	18,0
20,0	22,4	25,0	28,0	31,5	35,5	40,0	45,0	50,0	56,0	63,0	71,0

1.3 кесте

Тұрақты тоқ электр қозғалтқыштарының техникалық деректері

№	тип	Рн, кВт	Uн, В	айналу жиілігі, об/мин		ПӘК, %	орамалардың кедергісі, Ом			Якорь тізбектерінің индуктивтілігі, мГн	Инерция сәті, кг·м^2
				номинал	максимал		якорьлар	Қосымша полюстер	Қоздыру орамалары		
1	2ПБ112L	2	110	3000	4000	81	0,103	0,11	383	1,8	0,17
			220	3150	4000	81	0,413	0,411	80	7,1	0,17
2	2ПН132М	2,5	110	1000	4000	72	0,271	0,204	134	5,7	
			220	1000	3000	73,5	1,08	0,763	35	22,9	
		4	110	1500	4000	77,5	0,14	0,094	134	2,8	0,37
			220	1500	4000	79	0,564	0,336	35	11	
		7	110	2200	4000	81	0,067	0,049	111	1,4	
			220	2240	4000	83	0,226	0,166	25,6	1,6	
		10,5	220	3000	4000	84	0,14	0,094	111	2,8	
			440	3000	4000	85	0,564	0,336	25,6	11	
3	2ПН132L	3	110	950	4000	74,5	0,22	0,196	138	4,5	
			220	1000	4000	74,5	0,88	0,64	37,5	18,1	
		5,5	110	1500	4000	80	0,08	0,066	101	1,8	0,47
			220	1500	4000	80,5	0,322	0,27	27,8	7,9	
		8,5	220	220	4000	84	0,167	0,124	89	3,5	
			440	2240	4000	84,5	0,67	0,455	25	14	
		14	220	3150	4000	86	0,08	0,066	76	1,8	
			440	3150	4000	86,5	0,322	0,27	20,6	7	
4	2ПБ132М	2,4	110	1600	4000	76,5	0,185	0,148	202	4,2	
			220	1600	4000	77	0,74	0,486	54,5	16,7	
		3,7	110	2200	4000	79,5	0,104	0,059	202	2,4	0,37
			220	2360	4000	81	0,346	0,224	54,5	7,9	

			110	3150	4000	81	0,046	0,029	2020	1	
		4,5	220	3150	4000	81,5	0,185	0,148	54,5	4,2	
			110	1600	4000	82	0,12	0,089	216	269	
		3,2	220	1600	4000	82,5	0,518	0,323	50	11,6	
			110	2360	4000	84	0,055	0,039	189	1,3	0,47
	2ПБ132L	4,5	220	2200	4000	84	0,269	0,22	43	6,5	
			220	3000	4000	85,5	0,167	0,124	216	4	
5		5,3	440	3150	4000	85,5	0,562	0,407	50	13,6	
			110	1000	4000	80,5	0,069	0,049	87,6	2,2	
		6,3	220	1000	3000	81,5	0,278	0,196	23,6	8,7	
			220	1500	4000	85,5	0,096	0,073	65,3	3,1	0,98
		11	440	1600	3750	85,5	0,385	0,364	17,7	12,5	
			220	2360	4000	86,5	0,044	0,031	49,4	1,4	
		16	440	2360	4000	87,5	0,171	0,131	13,4	5,5	
			220	3150	4000	88	0,024	0,017	49,4	0,8	
6	2ПМ160L	24	440	3150	4000	89	0,096	0,073	13,4	3	
7	2ПФ160М	13	220	2240	4000	87	0,081	0,056	82	2,2	0,814
8	2ПФ160L	18,5	220	3150	4000	87,5	0,024	0,017	49,4	0,78	0,98
9	2ПН180М	26	220	2240	3500	88	0,038	0,025	49,2	1,2	1,96

№2 зертханалық жұмысы

Жұмыстың тақырыбы: Параллельді қоздырғыш тұрақты тоғы қозғалтқышының сипаттамаларын есептеу және құру

Жұмыстың мақсаты: табиғи, іске қосу, тежегіш сипаттамаларын есептеу және салу бойынша дағдыларды алу (динамикалық, рекуперативтік тежегіш және қосуға қарсы), параллельді қоздырғыштың тұрақты тоқ қозғалтқышының (ТТҚ) қосуға қарсы және динамикалық, рекуперативтік тежегішінің кедергісін, іске қосу реостаты сатыларына графикалық және аналитикалық есептеу бойынша дағдыларды алу.

Ғимараттың әрбір нұсқасы үшін қозғалтқыштың шығыс түрі 1.4 кестеде келтірілген. Ғимарат нұсқасының нөмірі әрбір студентке жеке оқытушымен беріледі.

1.4 кесте

Қозғалтқыштың шығыс түрі

Нұсқа №	Қозғалтқыш түрі
1	Д-12 параллельді қоздырғыш
2	МТ-11-6
3	Д-21 біртіндеп қоздырғыш
4	МТ-12-6
5	Д-22 параллельді қоздырғыш
6	МТ-21-6
7	Д-31 біртіндеп қоздырғыш
8	МТ-22-6
9	Д-32 параллельді қоздырғыш
10	МТ-31-6
11	Д-41 біртіндеп қоздырғыш
12	МТ-31-8
13	Д-806 параллельді қоздырғыш
14	МТ-41-8
15	Д-808 біртіндеп қоздырғыш
16	МТ-42-8
17	Д-810 параллельді қоздырғыш
18	МТ-51-8
19	Д-812 біртіндеп қоздырғыш
20	МТ-52-8

Жұмысты орындау мысалы

Номиналды деректермен түрдегі параллельді қоздырғыштың тұрақты тоқ қозғалтқышы үшін: $P_н$=4500 Вт; $n_н$=1030 об/мин; $U_н$=220 В; $I_н$=26 А; $R_{пар}$=128 Ом; $R_я$=0,95 Ом; n_{max}=3600 об/мин [5].

Талап етіледі:

– табиғи механикалық сипаттамаларын құру,

– іске қосу реостаттық сипаттамаларын салу және графикалық және аналитикалық тәсілмен сатылар мен секциялардың кедергісін есептеу,

– динамикалық тежегіштің сипаттамасын құру және динамикалық тежегіштің қоса берілген кедергісін есептеу,

– қайта қосу тежегішінің сипаттамасын құру және қайта қосудың қосымша кедергісін есептеу,

– рекуперативтік тежегіштің сипаттамасын салу.

1) Табиғи механикалық сипаттамасын құру

Айналудың номиналды бұрыштың жылдамдығы

$$w_н = \frac{2\pi n_н}{60} = \frac{2\pi 1030}{60} = 107{,}85\ рад/с$$

Қозғалтқыштың номиналды айналу сәті

$$M_н = \frac{P_н}{w_н} = \frac{4500}{107{,}85} = 41{,}72\ Н \cdot м$$

Якорь орамасының номиналды тоғы

$$I_{я.н} = I_н - I_{н.возб} = I_н - \frac{U_н}{R_{возб}} = 26 - \frac{220}{128} = 24{,}28\ А$$

Идеалды бос жүрістің бұрыштың жылдамдығы

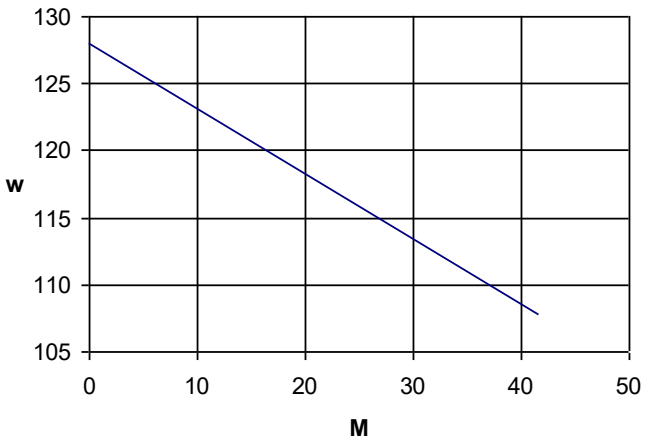
$$w_0 = \frac{U_н I_{я.н}}{M_н} = \frac{220 \cdot 24{,}28}{41{,}72} = 128{,}03\ рад/с$$ [4]

Табиғи механикалық сипаттамасы екі нүкте бойынша құрылады:

1) M=0; $w=w_0$=128,03 рад/с

2) $M=M_н$=41,72 Н·м; $w=w_н$=107,85 рад/с

Табиғи механикалық сипаттама 1.25 - суретте келтірілген



1.25 - сурет. Табиғи механикалық сипаттама

2) Қозғалтқыштың реостаттық сипаттамаларын құру

M_2=(1,1÷1,2) $M_н$ сәтімен қосылатын шыңдағы сәті M_1=(2÷2,5) $M_н$ (1.25 - суретке сәйкес)

Есептеудің графикалық тәсілі

Шыңдағы сәт

$M_1=2,5M_н=2,5\cdot 41,72=91,8$ Н·м

Ауысатын сәт

$M_2=1,2M_н=1,2\cdot 41,72=58,4$ Н·м

Одан әрі табиғи сипаттаманы саламыз, сәттерді артқа қалдырамыз (номиналды, шыңды, ауыстырғыш) және іске қосу сипаттамаларын саламыз (1.26 - сурет).

Құрылыс нәтижесінде Z=3 сатылар санын алдық

Қозғалтқыштың номиналды кедергісі

$R_н=U/I_н=220/26=8,46$Ом

Кедергі ауқымы

$m_к=R_н/af=8,46/6.45=1,31$ Ом/см

реостаттың жеке сатыларына кедергі келтіреміз

$R_1=m_R\cdot AE=1,31\cdot 3=3,94$ Ом

$R_2=m_R\cdot AD=1,31\cdot 2=2,62$ Ом

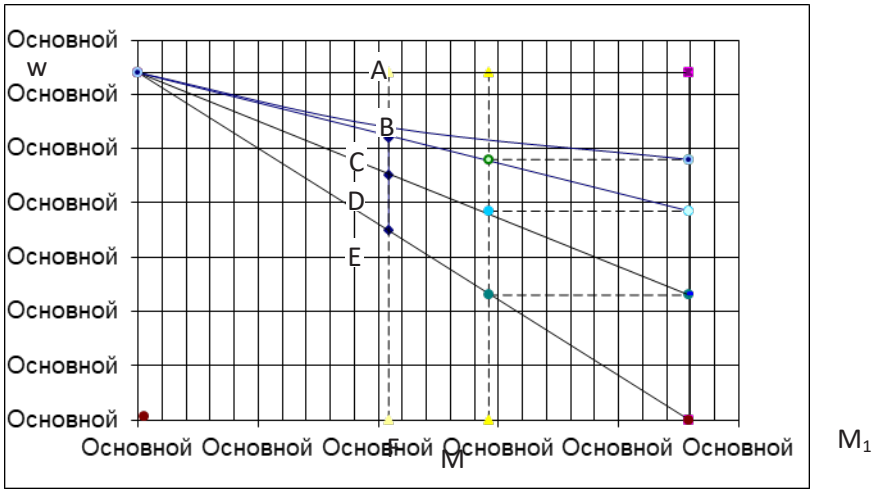
$R_3=m_R\cdot AC=1,31\cdot 1,2=1,57$ Ом

Секция кедергісі болады

$r_1=DE\cdot m_R=1,31\cdot 1,1=1,44$ Ом

$r_2=DC\cdot m_R=1,31\cdot 0,7=0,92$ Ом

$r_3=BC\cdot m_R=1,31\cdot 0,3=0,39$ Ом



1.26 - сурет. Іске қосу сипаттамалары

Есептің аналитикалық тәсілі

Шыңдағы тоқ

$$I_1=\frac{M_1}{k\Phi}=\frac{91,8}{1,72}=53,4\ A,$$

онда kФ - конструктивті коэффициент

$$k\Phi=\frac{M_н}{I_{я.н}}=\frac{41,72}{24,28}=1,72\ H\cdot м/A$$

Қатынасы

$$\lambda = \sqrt[z]{U_н/(r_{дв}I_1)} = \sqrt[3]{\frac{220}{0{,}95 \cdot 53{,}4}} = 1{,}63$$

Ауыстыру тоғы

$$I_2 = I_1 \sqrt[z]{r_{дв}I_1/U_н} = \frac{I_1}{\lambda} = \frac{53{,}4}{1{,}63} = 32{,}76\ A$$

Сатылардың кедергісін анықтаймыз

$R_1=U_н/I_1=220/53{,}4=4{,}12$ Ом

$R_2=R_1/\lambda=4{,}12/1{,}63=2{,}53$ Ом

$R_3=R_2/\lambda=2{,}53/1{,}63=1{,}55$ Ом

$R_я=R_3/\lambda=1{,}55/1{,}63=0{,}95$ Ом

Секция кедергісін анықтаймыз

$r_1=R_1-R_2=4{,}12-2{,}53=1{,}59$ Ом

$r_2=R_2-R_3=2{,}53-1{,}55=0{,}97$ Ом

$r_3=R_3-r_я=1{,}55-0{,}95=0{,}6$ Ом [4]

3) Қозғалтқыштың динамикалық тежегіші

Қозғалтқыш якорі желіден сөндіріледі және $R_{дт}$ резисторға түйінделеді, қоздыру орамы машинаның магниттік ағымы құрылатын желіге қосылып қалады. Механикалық сипаттамалар II шаршыда орналасады және координат басы арқылы өтеді (27 - сурет).

Якорь ЭДС тұйық контурда тоқты құрайды

$$I_m = \frac{E}{R_{ÿ} + R_{äð}}$$

Өйткені U=0 және ЭДС сәтке тәуелді белгі сақталады, кернеу мен жылдамдық өзгермейтін ағымда келесідей болады:

$$I_m = \frac{E}{R_я + R_{д.т}}$$

$$U = E + I_m(R_я + R_{д.т}) = wk\Phi + I_m(R_я + R_{д.т}) = 0 \qquad (1.39)$$

$$w = \frac{R_я + R_{д.т}}{(k\Phi)^2} M_m = \frac{R_я + R_{д.т}}{k\Phi} I_m$$

Динамикалық тежегіштің кедергісі келесі мәннен болады

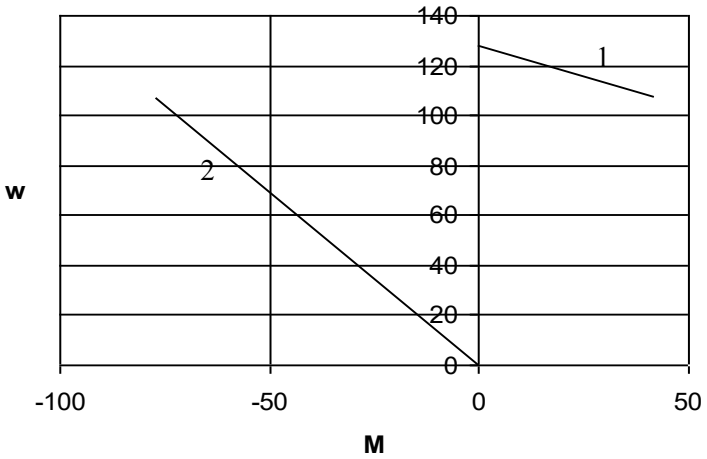
$$R_{д.т} = \frac{E_{\max}}{I_{доп}} - R_я$$

$$R_{д.т} = \frac{U_н}{I_{доп}} - R_я = \frac{220}{53{,}4} - 0{,}95 = 3{,}17\ Ом \qquad (1.40)$$

Тежегіш сәті:

$$M_m = \frac{(k\Phi)^2}{R_я + R_{д.т}} w = \frac{1{,}72^2}{0{,}95 + 3{,}17} 107{,}85 = 77{,}44\ Н \cdot м$$ [4]

Алынған деректер бойынша сипаттамаларды құрамыз (1.27 - сурет)



1.27-сурет 1 – табиғи сипаттама; 2 – динамикалық тежегіштің сипаттамасы

4) Қосуға қарсы тежегіш

Қосуға қарсы тежегішті екі тәсілмен жүзеге асыруға болады:

А) Якорь тізбегіне кедергінің үлкен шамасын қосқан кезде.

Қозғалтқыш якорі үлкен статикалық сәттің әсерімен қарама-қарсы жаққа айналатын болады. Механикалық сипаттама сол теңдеумен сипатталады, ол қозғалтқыш тәртіп үшін де тән, бірақ IY шаршыда орналасады және жылдамдықта теріс мәні болады.

Б) қосуға қарсы режим тез тежегіш және реверс үшін жиі қолданылады. Бұл тәртіп якорь тізбегінде қосымша кедергіні бір мезгілде енгізумен якорьлік тізбектің тоқ беру кернеуінің полярлығын өзгерту арқылы қоздырудың орамасымен құрылатын магнит ағымында якорьдің айналымы кезінде қамтамасыз етеді. Механикалық сипаттама қозғалтқыш тәртібі үшін келетін теңдеумен сипатталады, бірақ II шаршыда орналасады, жылдамдықта оң мәні болады, ал сәт теріс болады.

Қосуға қарсы тәртібі кезінде

$$U_н + E = I_т(R_я + R_{т.п}) \qquad (1.41)$$

Осы мәннен, қосуға қарсы кедергіні табамыз

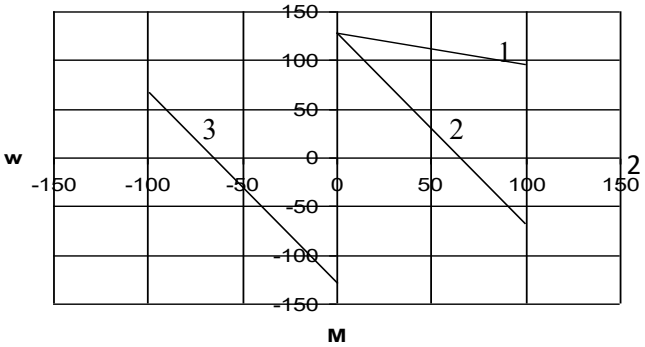
$$R_{т.п} = \frac{U_н + E}{I_т} - R_я = \frac{U_н + \Phi kw}{I_т} - R_я = \frac{220 + 1{,}72 \cdot 107{,}85}{53{,}4} - 0{,}95 = 7{,}59\ Ом$$

Жасанды сипаттама келесі түрге ие болады:

$$w = w_0 - M\frac{R_я + R_{т.п}}{(k\Phi)^2},$$

Сәттердің мәнін қоя отыра, сипаттаманы құрамыз (1.28 - сурет).

1.28 - сурет. 1 – табиғи сипаттама; 2 – кедергінің үлкен шамасы якорінің тізбегіне қосу кезінде қосуға қарсы тежегіш; 3 – якорьлік тізбектің



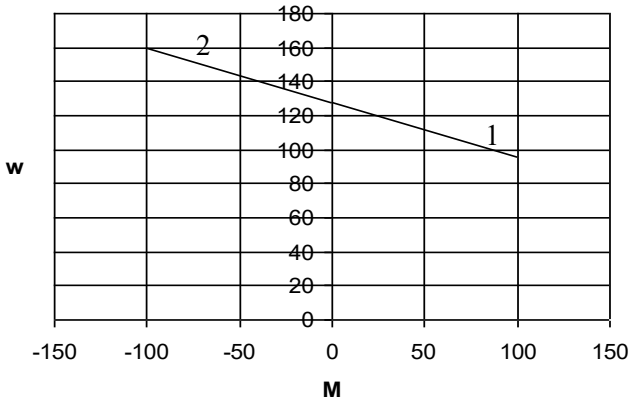
тоқ беру кернеуінің полярлығын өзгерткен кезде қосуға қарсы тежегіштің сипаттамасы

4) Энергияны желіге берумен рекуперативтік тежегіш

Қозғалтқыштың бос жүрістің бұрыштық жылдамдығын жоғарлату кезінде жүзеге асыру және қоса берілген кернеудің оның ЭДС. Қозғалтқыш кестесі осы кезінде өзгермейді, ал сипаттамалар II шаршыда қозғалтқыш тәртібінде сәйкес келетін сипататмаларын жалғастыру болып табылады.

Тоқ және ЭД белгілерді ауыстырады, яғни, механикалық сипаттамалардың теңдеуі түріне келеді $w = w_0 - M\dfrac{R_я}{(k\Phi)^2}$, (1.43)

Алынған сипаттама 1.29 - суретте келтірілген



1.29 - сурет. 1 – табиғи сипаттама; 2 – рекуперативтік тежегіштің сипаттамасы

2 ТАРАУ. ҚҰРАЛДАРДЫ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУ-ӨЛШЕУ АСПАПТАРМЕН ҚҰРАСТЫРУ ЖҰМЫСТАРЫН ОРЫНДАУ

2.1. Детальдарды өңдеу түрлері және тәсілдері

Заманауи өндіріс талабында,материалдар мен жабдықтарды өңдеу және жинақтау мамандарының кәсіби біліктері мен дағдылары аса өзекті болып табылады. Машина жасау кәсіпорындарының механикалық цехтарында әзірленген машина мен жабдықтардың детальдары жинақтау цехіне түседі, онда жинақтаушы слесарьлар жинайды және дайын өнімді дайындап қояды. Жинақтау жұмыстарын жасау шын мәнінде қосалқы детальдардың өзара келуін талап етеді, ол үшін арнайы құралдарды, аспаптарды және құрал жасаушы слесарьлар жасап шығарған қосалқы құралдарды қолданады. Жинақталған жабдықтар тұтынушыға жеткізіледі және тұрақты жұмыс орнында орнатылады. Белгіленген жабдықтарды орнату, монтаждау және күйге келтіру монтаж жасаушы слесарьлармен жүзеге асырылатын слесарьлық жұмыстардың үлкен көлемін орындаумен байланысты. Технологиялық жабдықтардың үздіксіз жұмыс жасауын орындауды осы жабдықты пайдалануына тұрақты бақылауды жүзеге асыратын жөндеуші слесарьлар қамтамасыз етеді.

Жоғарыда аталған бір топ слесарьдың әрбіреуі үшін олардың жұмысына тән білім мен кәсіби дағдылар тән.

Оған қарамастан, әрбір слесарь үшін база ретінде негізгі слесарьлық және жинақтау операцияларын орындау дағдыларына ие болу саналады. Осындай операцияларға саңылауды кесу, түсету, иілту, кесу, егелеу, бұрғылау, зенкерлеу және ажырату, шабрлеу, үйкелеу және жеткізу жатады. Осы операцияларды әрбір слесарь пайдалана алатын қол және механикалық құралдармен жасайды.

Сонымен қатар, әр слесарьдың мамандығына байланысты қозғалмайтын (бұрғылау, жапсырма, желімді, дәнекерлеу) және қозғалатын (шпондық және шлицтік) қосындыларды жинаумен, сондай-ақ, дәнекерлеуге жазықтықтарды дайындаумен және дәнекерленген тігістерді тазалаумен байланысты операцияларды орындай алуы тиіс.

Слесарьлық операциялардың жоғары еңбек етуін және бірқатар жағдайларда, осы операцияларды металды кесетін станоктарда өңдеумен ауыстыру мүмкіндігін есепке алумен, слесарь токарьлық, фрезерлік, тегіс шлифовкалық және көлденең-сүргілеу станоктарында күрделі емес жұмыстарды орындау дағдыларына ие болуы тиіс, ол қолмен өңдеуді механикалыққа ауыстыруға және орындалатын жұмыстардың сапасын жоғарлатуға мүмкіндік береді [3].

Слесарьлық жұмыстардың мақсаты сызумен берілген нысандардың өңделетін детальдарын, көлемдерін және жазықтық тазалығын беру болып табылады. Слесарьлық жұмыстардың сапасы слесарьдың білігі мен дағдыларына, қолданылатын құралдар мен басқа да факторларға байланысты болады. Слесарьлық өңдеуге келесі операциялар жатады: белгілеу, кесу, түзету және ию, кескілеу, бұрғылау, металды пышақпен және қайшымен

кесу, бұранданы кесу, жапсыру, дәнекерлеу, шабрлеу, үйкелеу, жеткізу.

Детальдарды слесарьлық өңдеу кезінде ең алдымен даярламаларды әзірлеу немесе түзету бойынша дайындық операциялар жасалады: кесу, түзету, ию. Кейін даярламаға негізгі өңдеуді жүргізеді, ол кесу мен шабу операцияларында болады. Даярламамен кесу мен шабу кезінде металдың артық қабаты алынып тасталады және ол сызуда көрсетілгенге жақын немесе сәйкес келетін нысандар мен көлемдерді алады. Машина детальдарын нақты өңдеу кезінде шабрлеу, үйкелеу, жеткізу қолданылады, оның процесінде металдың жұқа қабаты алынып тасталады. Слесарьлық жұмыстардың ерекше орнын белгілеу операциясы алады.

Слесарьлық –жинақтау жұмыстары жеке детальдардан түйіндерді жинау кезінде және жеке түйіндерден машиналарды жинау кезінде орындалады.

Жинау кезінде барлық негізгі слесарьлық жұмыстар қолданылады, соның ішінде, механизмдер мен машиналардың жұмысын кейін реттеумен және тексерумен түйіндерде жиналатын детальдарды келтіру кіреді.

Жөндеу кезінде слесарьлық-жинақтау жұмыстарында жабдықтардың жұмысқа қабілеттілігін қолдау болып табылады және машиналардың тозған және зақымдалған детальдарын ауыстыру немесе кемшіліктерді жою болады. Зауыттарда және фабрикаларда штамптарды дайындау үшін слесарьлар, құралдар мен аспаптар машиналар мен өнеркәсіптік желдеткіштерді жинау және басқа да жұмыстар үшін қажет. Слесарьсыз ауыл шаруашылығында да жұмыс істей алмайсың – бұл жерде олар тракторларды, комбайндарды және басқа да техниканы жөндейді.

Металды өңдеу әдістері өзара қолданылатын технологиялармен, жабдықтармен ерекшеленеді. Детальдарды өңдеу тәсілдерінің негізгі түрлеріне келесілер жатады:

1. механикалық тәсіл – қысыммен және кесумен өңдеу;
2. термиялық;
3. көркем;
4. дәнекерлеуші;
5. электр;
6. токарьлық;
7. құятын.

Металды қысыммен өңдеу - пішінін өзгерту процестерінің көмегімен бұйымдардың нысандары мен габариттерін пластикалық өзгерту процесі. Осы процестің көмегімен келесі өзгерістер болады:

- материал құрылымын жақсарту;
- даярламаның физикалық-механикалық қасиеттерін жоғарлатады;
- балқыманың химиялық біркелкілігін жояды;
- тұндыру көпіршіктері төмендейді;
- материал мықты және иілімді болады.

Даярламаны кесумен өңдеу – кесу құралы жабдықтарымен жабдықтардың әр түрлі детальдарын әзірлеудің технологиялық процесі.

Материалдың жоғары бетін кескеннен кейін берілген нақтылық детальдарын, геометриялық нысандарды, кедір-бұдырлықты дайындаудан алынады. Қабаттарды алып тастау үшін металды кесетін станоктар қолданылады. Дайындауға арналған материал – түрлі түсті және қара металдардың сұрыптық жалдауы.

Термиялық өңдеу берілген температураға дейін металдарды қыздыру процесінің, детальдың құрылымын өзгерту нәтижесінде (ішкі құрылымы) даярламаға белгілі физикалық-механикалық қасиеттерді беру мақсатымен ұстау және салқындату жиынтығын білдіреді. Даярламаға арналған материал – түрлі түсті металдар, болат.

2.1.1. Термоөңдеудің негізгі түрлері

1-ші немесе 2-ші түрдегі күйдіру. Металды белгілі температураға дейін қыздыру процесінде, ұстағаннан және салқындатқаннан кейін созылмалығы және иілімділігі жоғарлайды, даярламаның қаттылығы және мықтылығы төмендейді.

Полимерлік және полимерлік емес айналумен шынықтыру. Термоөңдеу мақсаты – тегіс емес құрылымдардың түзілу есебінен материалдың тығыздығы мен мықтылығы параметрлерін жоғарлату. Қыздыру және салқындату процесі кезінде қатты күйге фазалық айналуға шыдайтын балқымалар үшін қолданылады.

Жіберу. Оған металл балқымаларын шынықтыратын мықты болат келеді. Әдістің негізгі параметрлері – қыздыру температурасы, салқындату жылдамдығы, ұстау уақыты [3].

Ескірту полиморфтік айналусыз шыныгуға жататын балқымаға қолданылады. Шыныққаннан кейін магнийлік, алюминийлік, никельдік, мыс болаттардың тығыздығы мен қаттылығын жоғарлатады.

Химикиялық-термиялық өңдеу. Технологиялық процесс химиялық құрамды, құрылымдыы және детальдар бетінің қасиеттерін өзгертеді. Өңдеуден кейін тозуға төзімділігі, қаттылығы, шаршауға қарсы тұруы және байланысты шыдамдылығы, материалдың таттануға тұрақтылығы жоғарылайды.

Термомеханикалық өңдеу. Бұл түрге пластикалық деформацияның процесі кіреді, оның көмегімен даярламаның кристалды құрылымы ақауларының (көшіру) жоғары тығыздығы жасалады. Осы әдісті алюминий мен магний балқымалары үшін қолданылады.

Дәнекерлеу – балқуға немесе жоғары пластикалық күйге дейін қыздыру есебінен болаттан детальдарды ажыратылмайтын қосындысын алу. Өңдеу процесінде материал қосылатын бөліктердің шеттері арқылы балқиды, араласады және қатаяды, сонымен қатар, салқындатылғаннан кейін тігістер пайда болады. Электр (доғалық немесе байланыстық) және химиялық (термиялық немесе газдық) дәнекерлеумен ерекшеленеді [3].

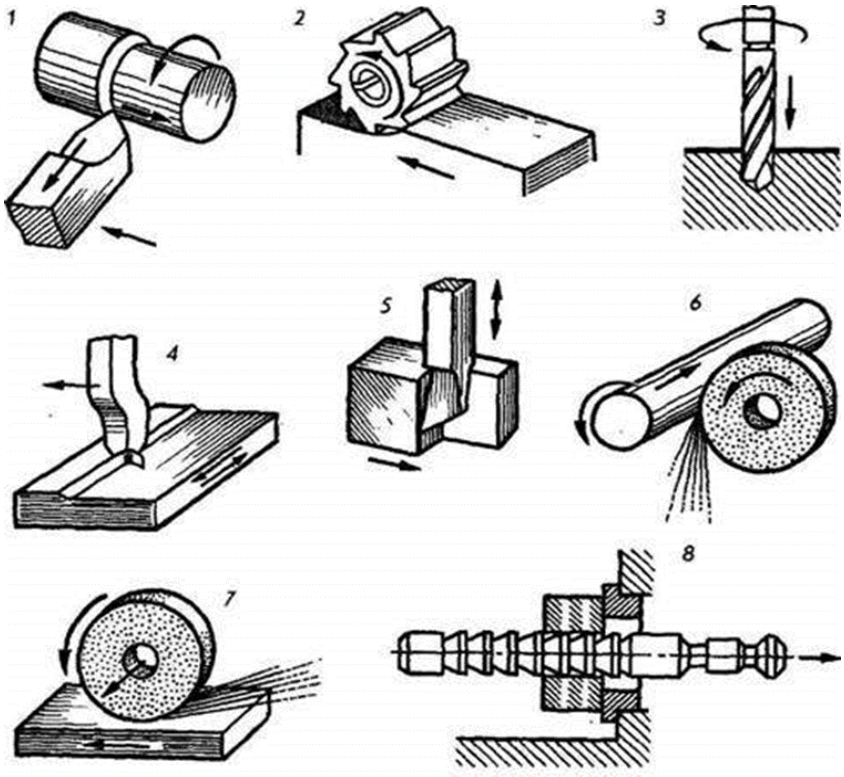
Өңдеудің токарьлық тәсілі – артық қабатты алып тастау және детальдарға белгілі нысан, кедір-бұдырлықты, нақтылықты, габариттерді

беру мақсатымен арнайы станоктарда қолмен жұмыс жасау. Жұмыстың мақсатына қарай негізгі жұмыстар: негізгі, жөндеу және жинақтау.

Статистика бойынша машинаның көптеген детальдары кесумен өңдеу арқылы дайындалады. Осындай детальдарды даярлау ретінде жалдау, құю, мөр басу және т.б. қызмет етеді.

2.1.2. Металды кезумен өңдеудің негізгі әдістері

Орындалған жұмыстардың сипатына және кесетін құралдардың түрлеріне байланысты кесумен металдарды өңдеудің келесі әдістері беріледі: ұштау, фрезерлеу, бұрғылау, зенкерлеу, ұрғылау, тарту, ашу және т.б. (2.1 - сурет).



2.1 - сурет. 1-ұштау, 2- фрезерлеу, 3-бұрғылау, 4- сүргілеу, 5- ұрғылау, 6,7- шлифовкалау, 8 -тарту

Ұштау — токарьлық топтар станоктарында кесу арқылы винттік және спиральдық беттерді кесумен, айналумен өңдеу операциясы. Ұштаған кезде (2.1, *1* - сурет) даярлама айналу қозғалысымен (басты қозғалыс) хабарланады, ал кесетін құралған (кесушіге) – көлденең немесе тік бағытта (беру қозғалысы) ақырындап біртіндеп ауысуы.

Фрезеровкалау — фрезерлік станоктарда жасалатын кесу материалдарын өңдеудің жоғары өнімді және таратылатын процесі. Басты (айналатын) қозғалысын фрез алады, ал көлденең бағытта беру қозғалысы – даярлама алады (2.1, *2* - сурет).

Бұрғылау — саңылауды алу үшін кесу материалдарын өңдеу операциясы. Кесу құралы ретінде кесудің айналатын қозғалысын (басты қозғалыс) жасайтын бұрғы және берудің осьтік алмасуы алады. Бұрғылау

бұрғылау станоктарында жасалады (2.1, *3* - сурет).

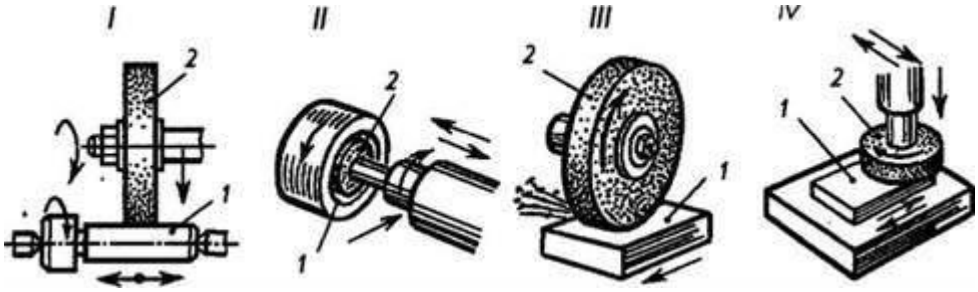
Сүргілеу — жазықтықтарды немесе сызықтық беттерді кесумен өңдеу тәсілі. Басты қимылды (тік желілі қайтарымды-түсетін) иілімді сүргілеу кесіндісін жасайды, ал беру қозғалысы (тік желілі, басты қозғалысқа перпендикулярлық, үзік-үзік) – даярлама. Сүргілеу сүргілеу станоктарында жасалады (2.1, *4* - сурет).

Ұрғылау — тегіс немесе фасондық беттерді кесумен өңдеу тәсілі. Басты қимылды (тік желілі қайтарымды-түсетін) кескіш жасайды, ал беру қозғалысы (тік желілі, басты қозғалысқа перпендикулярлық, үзік-үзік) – даярлама. Ұғылау ұрғылау станоктарында жасалады (2.1, 5 - сурет).

Басты қимыл шлифовкалау шеңберімен жүзеге асырылатын айналмалы болады. Шеңберлі шлифовкалау кезінде (2.1, *6* - сурет) бір мезгілде және даярлама айналады. Тегіс шлифовкалау кезінде көлденең беру қарапайым даярламамен, ал тік беру – шлифовкалау шеңберімен немесе даярламамен жүзеге асырылады (2.1, *7* - сурет).

Тарту — оның өнімділігі бұрғылау кезінен қарағанда, тіпті фрезерлеуден қарағанда бірнеше есеге көбірек болатын процесс. Басты қимыл тура желілі және жиі айналатын (2.1, *8* - сурет).

Шлифовкалау — олардың беттерінен металдың жұқа қабатын шлифовкалау шеңберлерімен алу арқылы машина детальдары мен құралдарды тазалау және әрлеп өңдеу процесі, оның бетінде абразивтік дән орналасқан. Материалды өңдеудің осы тәсілі кесу 2 абразивтік құралдарының көмегімен жүргізіледі (2.2 - сурет). Өңделетін бет 1 цилиндрлік және конустық, фасондық және т.б. болуы мүмкін.



2.2 - сурет. Шлифовкалау

Үйкелу – машиналар детальдарын, құралдарды және басқа да бұйымдарды механикалық өңдеудің әрлеу операциясы. Бұл операциялар жоғары нақтылықпен және детальдарды өңдеу сапасымен қол жеткізіледі.

Полировкалау — детальға металл жарығын беру, ұзақ қызмет етуін және сыртқы әдемілігін жоғарлату үшін қолданылатын әрлеу операциясы немесе хромдау, никельдеу және басқа да жабынды салу алдындағы дайындық операциясы.

Полировкалау қарапайым полировкалау станоктарында да, сондай-ақ, жартылай автоматтандырылған және автоматтандырылған станоктарда

жасалады.

2.1.3. Механикалық өңдеудің прогрессивтік әдістері

Заманауи машина жасауда құралдарды ұштау және металдарды кесу үшін анодтық-механикалық өңдеудің прогрессивтік әдісі қолданылады. Бұл әдіс беттердің кедір-бұдырлығының жоғары сапасын және көлемдердің нақтылығын талап ететін машина детальдарын өңдеу үшін қолданылады [3].

Анодтық-механикалық өңдеу процесінің мәні детальдардың өңделетін бетіне электрхимиялық және механикалық әсерінен тұрады.

Детальдарды өңдеудің электр әдістеріне жатады:

Электр жалынды тәсіл. Бұл әдіс электр жалынды разрядтардың әрекетімен мықты металдарды бұзу құбылысына негізделген.

Ультрадыбыстық әдіс. Арнайы қондырғылардың көмегімен асыл тастар, қатты балқымалар, шыныққан болат және басқа да материалдар өңделеді.

Металдарды жарықпен өңдеу. Бұл өңдеу қуатты жарық сәулесін қолдануға негізделген, ол оптикалық жүйе арқылы бірнеше мың градусты жасай отыра, өңделетін бетке негізделеді. Энергия көзі **лазер** болып табылады – бағытталған сәуле түрінде жарық шығаратын аспап. Бұл сәуле кішігірім саңылауларды, тесіктерді өңдеу, кез-келген физикалық-механикалық қасиеттері бар материалдардан даярламаларды кесу үшін қолданылады [3].

2.1 Құралдардың түрлері және олардың мақсаттары

Слесарьлік жұмыстарды орындау кезінде алуан түрлі құралдармен және аспаптармен қолданылады. Слесарьдің жұмыс құралы қол және механикалық болып бөлінеді.

2.1.1 Қол құралдары

Қол құралының үлгілі жиынтығы келесілерге бөлінеді:

а) кесетін құралдар – кескіш, крейцмейсель, егеулер жиынтығы, қол ара, шаберлер, спиральды бұрғылар, цилиндрлік және конустық разверткалар, дөңгелек плашкалар, таңбалаушы, абразивтік құралдар (қайрақтар және пасталар);

б) қосалқы құралдар – слесарьлік және рихталық балғалар, керн, сызғыштар, белгі беру циркулі, плашұстағыш, бұрауыш және т.б.;

в) слесарьлік –жинақтаушы құралдар – отверткалар, гайкалар кілттер, тескіш, атауыз, қол қыспағы және т.б.

г) өлшеу және тексеру құралдары – ауқымды сызғыш, рулетка, кронциркуль, нутомер, штангенциркуль, микрометр, бұрыштар және малкалар, бұрыш өлшегіштер, тексеру сызғыштары және т.б.

Слесарьлік балғалар аса таралған соққы құралы болып табылады. Ол кескен, саңылауды тескен, жапсырған, түзеткен және т.б. кезде соққы жасау үшін қызмет етеді. Слесарьлік істе екі түрлі балғалар қолданылады – дөңгелек және шаршы бойкалармен (2.3 - сурет). Дөңгелек бойкалармен балғалар, біршама күш немесе соққы нақтылығы талап етілетін жағдайда

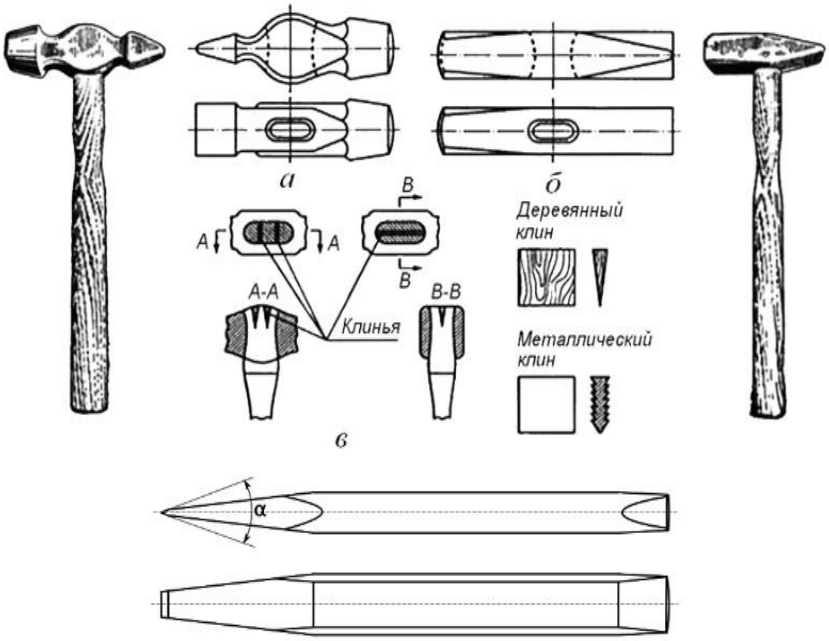
қолданылады. Шаршы бойкаларымен балғалар аса қарапайым жұмыстар үшін таңдалады.

Барлық балғалар мақсатына қарай келесі шамада түрленеді:

– 50, 100, 200 және 300 г – құралмен жасалатын жұмыстарды орындау үшін;

– 400, 500 және 600 г – слесарьлік жұмыстар үшін,

– 800, 1000 г – жөндеу жұмыстары үшін.



2.3 - сурет. Слесарьдің негізгі соққы құралдарының жиынтығы

Балғалар тұтқасына арналған материал ретінде қызыл тал, шетен, үйеңкі — құрамы мықтылықпен және тығыздылығымен ерекшеленетін ағаштардың түрлері қолданылады. Тұтқа сопақ болуы тиіс, ал оның бос шеттері балға саңылауынан қарағанда бір жарым есеге қалың қылады. Тұтқаның ұзындығы балғаның салмағына байланысты болады. Орташа ол 250 – 350 мм ұзындықта болады; 50 – 200 г салмақтағы тұтқа ұзындығы 200 – 270 мм, ауырлар үшін – 350 – 400 мм болады. Балға орналасатын тұтқаның шеті столярлық желіммен майланатын ағаш шоқшамен немесе кертігі бар металл шоқшамен шегеленеді.

Кескіш әр түрлі бейіндегі металл бөлігіне бөлу, даярлама бетінен әдіптерді алып тастау, құйма даярламаларда құймаларды алып тастау, жапсыру құрамаларды жөндеу кезінде жапсырма бастарын алып тастау үшін және т.б. қолданылады.

Кескіш үш бөліктен тұрады – жұмыс, орта және соққы (2.4 - сурет). Кескіштің жұмыс бөлігінде шоқшаның нысаны бар, ұштау бұрыштары өңделетін материалға байланысты таңдалады. Слесарьлі кескіштердің орташа бөлігінде қолды кесіп алмау үшін, қапталдарда өткір ұштарсыз көп қыршы немесе сопақ түрде келеді. Кескіш басына (соққы бөлігі) ұшталған конус түрінде келеді. Кескіштің жұмыс бөлігі ұзындығы 15 – 30 мм, ал соққы –

ұзындығы 10 – 20 мм желімделеді.

Крейцмейсель — бір типті кескіші бар құрал, бірақ аса тар кесетін жиегі бар. Ол тар арналар мен саңылауларды шабу үшін қолданылады (2.4, в - сурет). Мойынтіректердің қосымша беттерінде арналарды шабу және басқа да осындай жұмыстар үшін өткір ұшты және жартылай дөңгелек шеттері бар арнайы крейцмейсельдер қолданылады.

Егеулер құралдың осіне белгілі бұрышпен параллельді тістердің бетінде орналасуымен әр түрлі бейіндегі болаттан жапсырылған брусоктар түрінде кесетін құралды білдіреді. Егеулерде көлденең қиылыстағы әр түрлі нысандары болады: тегіс, шаршы, үш қырлы, дөңгелек және т.б. орындалатын жұмыстардың сипатына қарай әр түрлі санды кетіктері бар әр түрлі ұзындықтағы егеулерді қолданады.

Қол егеулерінің үш түрі бар: қарапайым, надфильдер және рашпильдер.

Надфиль — егеудің өзгертілген түрі, бірақ өз ұзындығының жартысына немесе төрттен үш бөлігіне ғана көлемдерінен аз. Надфильдің тегіс беті тұтқа қызметінде болады. Ол кіші жазықтықтарды өңдеу және кішкентай көлемдегі детальдарды жеткізу үшін қолданылады.

Рашпильдер егеулерден және надфильдерден кертік құрылымымен ерекшеленеді. Олар материалды қатаң өңдеу үшін қолданылады – жұмсақ металл (мырыш, қорғасын), пластмасса, ағаш, тері. Егеулерден қарағанда, расшпиль кертіктерінде аса жоғары рельефі мен терең арналары бар. Рашпильді кесіп қарағанда тегіс, дөңгелеу немесе жартылай дөңгелек болуы мүмкін. Құралдың ұзындығы 25 және 35 см, ол өткір немесе өткір емес ұшты болуы мүмкін.

Шаберлер – бұл болаттан жасалған жолақтар немесе белгілі ұзындықтағы өзектер. Шаберлер тұтас және құрамдас болып табылады; жұмыс бөлігінің нысаны бойынша – тегіс, үшқырлы және фасондық, ал кесетін шеттерінің саны бойынша – ағаш тұтқалары бар біржақты және тұтқасыз екіжақты.

Тұтас шаберлерсіз, соңғы кезде ұстағыштан және кіріккен пластинадан тұратын ауыспалылар қолданылады. Осындай шаберлердің кесетін ұстаралары ретінде құрал болатының пластинкасы, қатты балқыма және тез кесілетін болат қалдықтары қызмет етуі мүмкін.

Отверткалар (2.4, *а* - сурет) басында тілігі (шлиц) бар винттер мен шуруптарды бұрау және бұрап алу үшін қолданылады. Олар ағаш щеткаларымен тұтас металды, сымды, коло қақпалы, арнайы және механикалық болып бөлінеді. Отвертка үш бөліктен тұрады: жұмыс бөлігі (күрекше), өзек және тұтқалар. Шуруп немесе винт басындағы шлицтің көлеміне байланысты жұмыс бөлігінің ені бойынша отвертканы таңдайды [3].

Гайкалық кілттер (2.4, *б-г* - сурет) болттық құрамаларды жинау және бұзу кезінде қажетті құралдар болып табылады. Кілттердің бастары стандартталған және кілттің тұтқасында көрсетілетін белгілі көлемі бар.

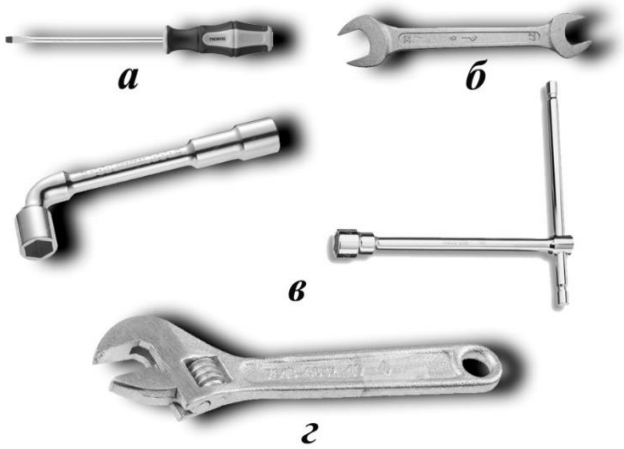
Аша (қамту) көлемі, гайка шеттері арасындағы немесе болт пен аша шеттерінің арасындағы саңылау параметрлері 0,1-ден 0,3 мм арасында

болатындай етіп бөлінеді.

Гайкалық кілттер қарапайым бір көлемді, әмбебап (бұзу) және арнайы мақсаттағы кілттер болып бөлінеді.

Қарапайым бір көлемді кілттер тегіс біржақты және тегіс екіжақты болады (2.4, *б* - сурет); салынбалы тұйық; дөңгелек гайкалар үшін; қапталдық бүгілген және тура. Қапталдық кілттер тура және иілген (2.4, *в* - сурет), гайканы қарапайым кілтпен бұрау мүмкін болмаған жағдайда қолданылады.

Қарапайым бір көлемді кілттерді бір көлемді және бір нысанды гайкаларды бұрауға болады. Бұзатын (ажырататын) кілттер (2.4, *г* - сурет) қарапайым кілттерден, олар әр түрлі көлемдегі гайкаларды бұрау немесе бұрап алу үшін қолданылуы мүмкін. Олар тұтқаларының әр түрлі ұзындықтары кезінде 19-дан 50 мм-ге дейін аша көлемдері бар.



2.4 - сурет. Отверткалар, гайкалы кілттер

Арнайы кілттер қолдану түрі бойынша атауы болады, мысалы, вентель кілті, муфта гайкасына кілт және т.б., сондай-ақ, қиын қол жететін жерлерде жұмыс жасау үшін.

Қол егеуі металды кесу үшін, сондай-ақ, паздарды, винт басындағы шлицтерді кесу, контур бойынша даярламаларды кесу үшін және т.б. қолданылады. Егеу станоктары тұтас және қозғалмалы болады. Соңғысында, онда әр түрлі ұзындықтағы егеу кенепін бекітуге болады.

Жоғарыда қарастырылған қол құралдарын қолдану еңбекті талап ететін және аз өндірілетін жұмыстармен байланысты, оған қарамастан, қазірге дейін көптеген слесарлар қол құралдарын ғана қолданады, слесарлік жұмыстардың біршама үлесі әр түрлі стационарлық және ауыспалы машиналарды пайдалану арқылы механицияланатын болуы мүмкін, сондай-ақ, электр және пневматикалық құралдар болады. Осындай құралдарды қолдану еңбек өнімділігін біршама жоғарлатуға мүмкіндік береді. Осылайша, мысалы, механикалық гайкабұрағыштың көмегімен болттар мен гайкаларды бұрау, қарапайым гайкалық кілтке қарағанда 4-10 есе тезірек жасалады; ауыспалы шлифовкалау машиналардың көмегімен беттерді жазалау 5-20 есеге тезірек жүзеге асырылады, ал механикаландырылған шабермен шабрлеу шабрлеудің қол операцияларына қарағанда 2-3 есеге тезірек болады.

2.2.2. Механикаландырылған қол құралдары

Бұл құралдарды операция түрлері бойынша бөлуге болады, оларды орындау үшін арналған, металдарды кесуге, шлифовкалауға және детальдарды тазалауға, саңылауларды өңдеуге, бұранданы кесуге, шабрлеуге және үйкелеуге, бұрандалы құрамаларды жинауға және т.б. арналған құралдар.

Қозғалтқыш түріне байланысты электрленген, тоқ беретін электр тоғының құралдарымен және қысылған ауадан әрекет ететін пневматикалық болып бөлінеді [3].

Механикаландырылған қол құралы жұмыс органдары қозғалысының – шпиндельдің сипаты бойынша – жұмыс органының айналатын және қайтару-түсу қозғалысы бар құралға бөлінеді.

Электр әрекетінің механикаландырылған құралдары арасында ең аз қолдануды электрогайковерттер, электрошпильковерттер, электродрельдер, шлифовкалау және полимерлік машиналар, электр егеулер, бұранда кескіштер; пневматикалық әрекет құралдарына жатады: гайковерттер, механикалық отверткалар, балғалар, бұрғылау машиналары және т.б.

Корпус құрылымына байланысты кеудешемен, тұтқамен, пистолеттік түрмен және бұрышпен қол механикалық құралдармен ерекешеленеді.

Механикаландырылған құралдардың әр түрлерінің әрекеттері мен құрылғылары олар қолданылатын слесарьлік операцияларды сипаттау кезінде қарастырылады.

2.2.3. Бақылау-өлшеу құралдары

Оларды әзірлеу процесінде детальдардың қажетті көлемдері мен нысандарының дұрыстығы штрихтік (шкалалық) өлшеу құралдарымен, сондай-ақ, тексеру сызғыштармен, плиталармен және т.б. тексеріледі. Бақылау-өлшеу құралдарына жатады: ауқымды сызғыш, рулетка, кронциркуль және нутромер, штангенциркуль, бұрыш, малка, транспортир, бұрыш өлшегіш, тексеру сызғышы және т.б.

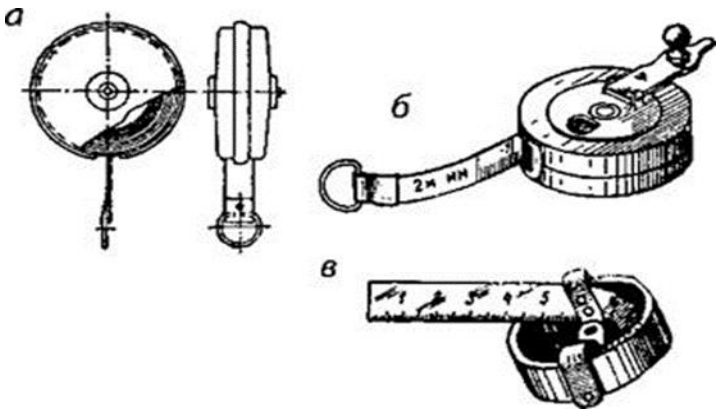
Ауқымды сызғышта бір-бірінен 1 мм, 0,5 мм және кейде 0,25 мм ара-қашықтықта орналасқан штрих-бөлгіш бар. Бұл бөлгіштер сызғыштың өлшеу шкаласын құрайды. Ауқымды сызғыштар 0,5 мм дейінгі нақтылықпен сыртқы және ішкі көлемдер мен ара-қашықтықтарды өлшеу жүргізіледі, ал тәжірибе болған кезде – 0,25 мм –ге дейін. Ауқымды сызғыштар шкаланың ұзындығымен қатаң немесе серпімді етіп жасалынып, 100, 150, 200, 300, 500, 750 и 1000 мм шкала ұзындығымен, 10-25 мм енімен және 0,3-1,5 км қалыңдығымен қатты немесе мықты болып әзірленеді.

Рулетка болат лентасын білдіреді, оның бетінде 1 мм бағасымен шкала берілген (2.5 - сурет). Лента футлярға салынған және оған немесе серіппемен немесе рулетканың тұтқасын айналдырумен тартылады.

Рулетка сызық көлемдерін өлшеу үшін қолданылады: ұзындығы, ені, деталь биіктігі және жеке бөліктері арасындағы ара-қашықтық, сондай-ақ, доға, айналасы мен қисықтар ұзындығы. Цилиндр айналасын өлшей отыра,

оның айналасында рулетканың болат лентасымен тығыз оралған. Сонымен қатар, нөлдік бөлумен сәйкес келетін шкаларды бөлу бізге өлшенетін аралықты көрсетеді [3].

Осындай мысалдармен қажет болған кезде разветка ұзындығын немесе үлкен цилиндрдің диаметрін, егер оны тікелей өлшеу қиындатылған кезде анықтау қажеттілігі кезінде қолданылады. Көлемдерді ауқымды сызғышқа ауыстыру және оларды әзірлеу процесінде детальдар көлемін бақылау үшін кронциркуль және нутромер қолданылады.



2.5 - сурет. Рулеткалар
а — батырмалы; б — қарапайым; в — науалы

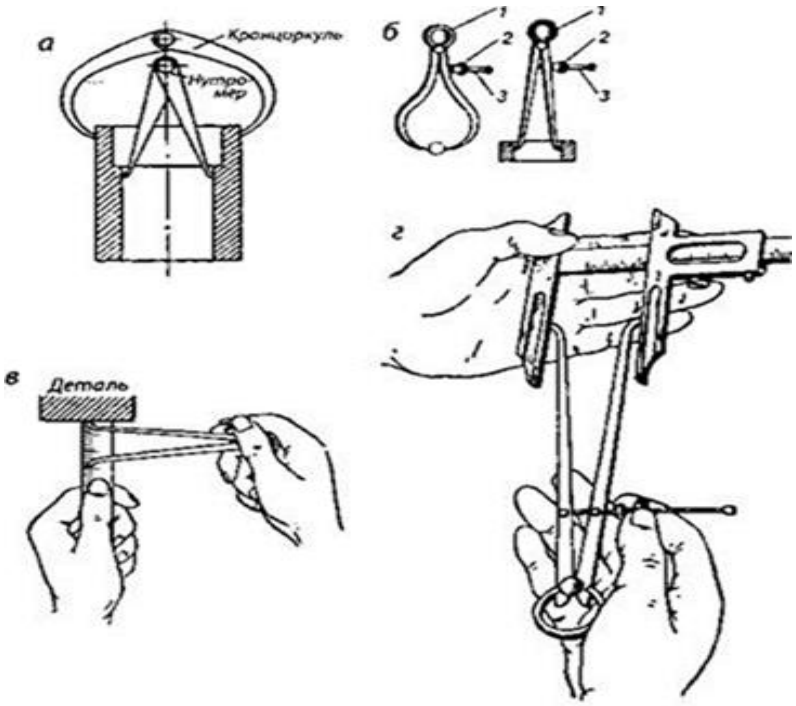
Кронциркуль сыртқы көлемдерді– детальдарды: диаметрлерді, ұзындықтарды, буртик қалыңдығын, қабырғаларды және т.б. өлшеу үшін қолданылады. Ол шарнирмен қосылған 150-200 мм ұзындықтағы үлкен радиусымен иілген екі аяқтардан тұрады (2.6, *а* - сурет). Өлшеген кезде кронциркуль оң қолмен шарнирді ұстайды және оның аяқтарын, олардың шеттері тексерілетін детальға тиетіндей етіп және ол кішкентай күшпен оның бойымен жүре алатындай етіп ашады. Детальдардың көлемі ауқымды сызғышқа кронциркуль аяқтарының салынуын анықтайды.

Аса ыңғайлысы серіппелі кронциркуль болып табылады (2.6, *б* - сурет), осындай кронциркуль аяқтары сақиналық серіппенің қысымымен ажырауға барады, бірақ, бір аяқта орналасқан және басқасы арқылы еркін өте алатын тартылған винтке 3 оралған гайка 2 осыған қарсы болады. Кішкентай бұрандамен винт 3 бойынша гайканың 2 айналуымен өздігінен өзгере алмайтын көлемге қойылады. Кронциркульмен өлшеу нақтылығы 0,25 — 0,5 мм.

Нутромер аяқтары саңылау диаметрін өзгерту кезінде детальдар қабырғаларымен жеңіл тиюіне дейін апарады және кейін саңылауға енгізіледі. Саңылаудың өлшенген көлемі, нутромер қиылыспайтын болған кезде шынайыға сәйкес келетін болады, яғни, аяқ шеттері арқылы өтетін сызықтар саңылаудың перпендикулярлық осі болады. Көлемдерді есептеу өлшеу сызғыштары бойынша жүргізіледі; сонымен қатар, нутромердің бір аяғы тіреледі және тура бұрышпен өлшеу сызғыштарының қапталдағы шетімен қиылысатын жазықтық көлемді есептеу бойынша жүргізіледі (2.6, *в*

- сурет). 2.6, *г* - суретте штангенциркульдің көмегімен нутрометр аяқтарын ажыратуды өлшеу көрсетілген. Сонымен қатар сызғыш бойынша есептеуден қарағанда үлкен нақтылықты қамтамасыз етеді (±0,1 мм дейін).

Ауқымды сызғыштардың, қойма метрлерінің немесе рулетканың көмегімен алуға болады, әрқашан да заманауи машина жасау талаптарын қанағаттандыра бермейді. Сондықтан да, машинаның жауапты детальдарын әзірлеу кезінде жоғары нақтылықпен көлемдерін анықтауға мүмкіндік беретін аса жасалған ауқымды құралдармен қолданады. Осындай құралдарға ең алдымен штангенциркуль жатады.



2.6 - сурет. Кронциркуль және нутромер

Штангенинструменттер (2.7 - сурет) тікелей бағалау әдісімен желілі көлемдерді өлшеу үшін қызмет етеді. Осы құралдарға штангенциркульдер (2.7, *а, б* - сурет), штагенглубиномерлер (2.7, *в* - сурет), штангенрейсмасалар (2.7, *г* - сурет) және арнайы мақсаттағы бірқатар басқа да аспаптар жатады.

Осы құралдарда есептік құрылғы ретінде 1 мм арқылы бөлумен штанг шкаласын (сызғышын) қолданады. Осы шкала бойынша бөлімдерді есептеу нониус көмегімен – қосалқы жылжымалы шкаламен жүргізіледі. Нониус – негізгі шкаланы бөлу бағасына тең өлшемдер шегімен біркелкі қосымша шкала.

Штангенциркульмен өлшер алдында келесілерді тексеру қажет:

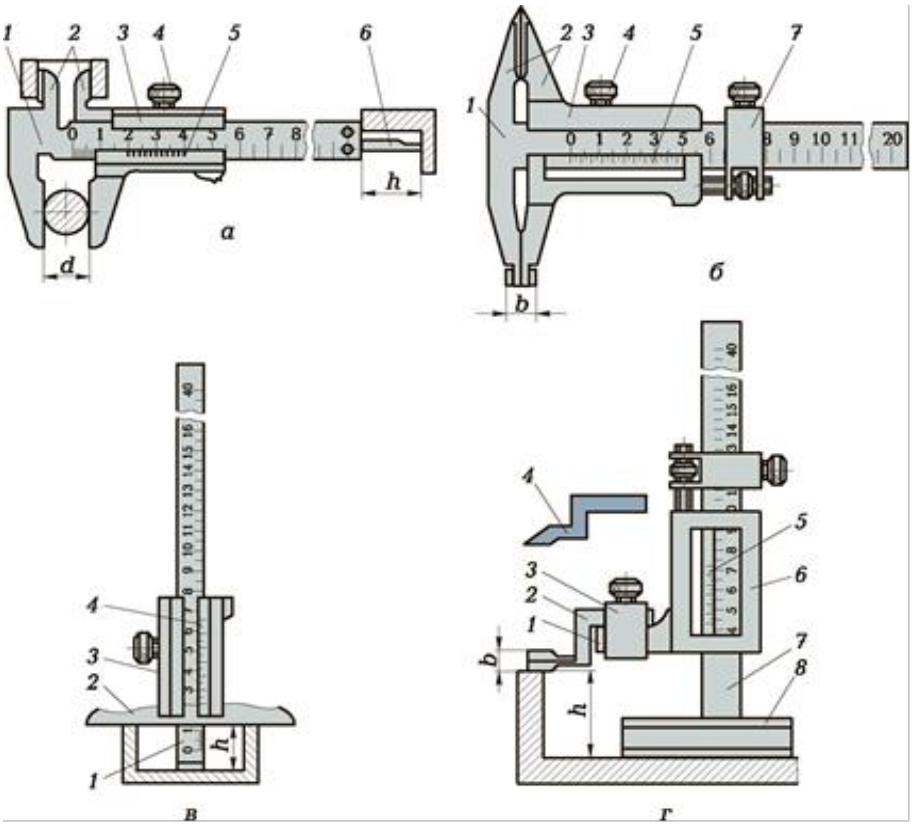
– штанганың барлық ұзындығы бойынша рамкаларды ауыстыру қалқымасы;

– бір-біріне өлшеу губкалардың жақын орналасу тығыздығы (олардың арасында мәлімді жағдайында жарық болмауы тиіс);

– шкаланың нөлдік штрихімен нониусының нөлдік штрихінің сәйкес келу нақтылығы, яғни, нөлдік жағдайда өлшеу құралдарын орнату

дұрыстығы;

– штанг қапталымен глубиномердің өлшеу сызғыштарының сәйкес келу нақтылығы.



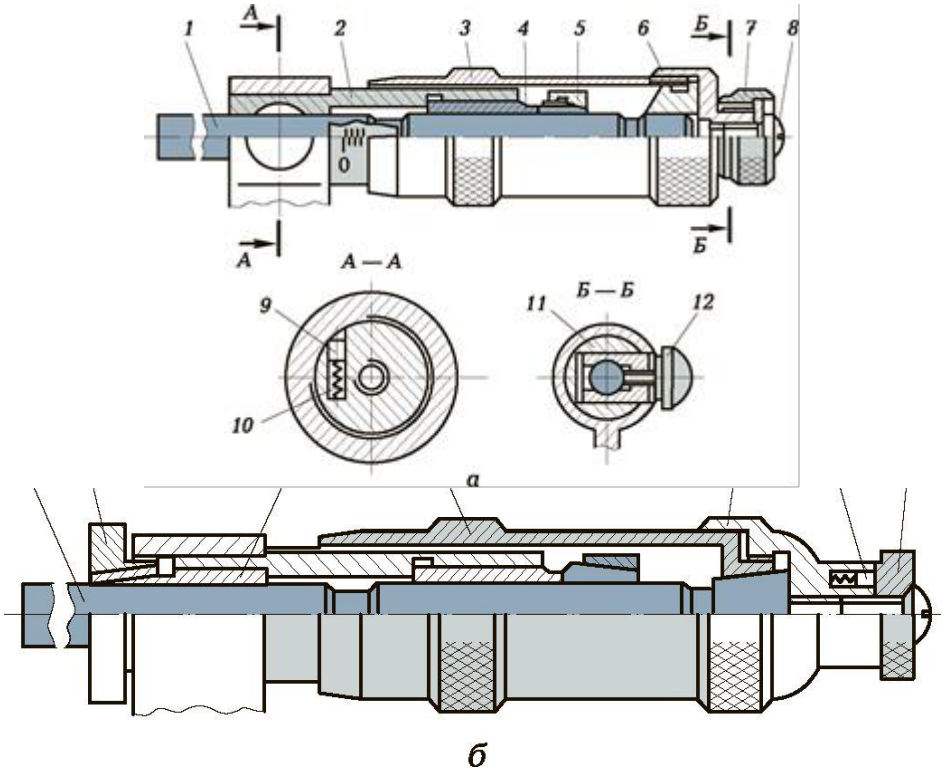
2.7 - сурет. Штанген құралдары

а, б — штангенциркульдер: 1 — штанга; 2 — сыртқы және ішкі беттерін өлшеу үшін губка; 3 — рамка; 4 — рамкаларды бекіту үшін винт; 5 — нониус; 6 — глубиномер сызғышы; 7 — рамкаларды нақты орналастыру үшін құрылғысы; 8 — штангенглубиномер: 1 — штанга; 2 — негіздеме; 3 — рамка; 4 — нониус; г — штангенрейсмас: 1 — рамканың томпақ жері; 2, 4 — өлшейтін аяқтары; 3 — өлшеу аяқтарын ұстағыштар; 5 — нониус; 6 — рамка; 7 — штанга; 8 — негіздеме; d — өлшенетін детальдардың диаметрі; b — өлшеу губкалардың қалыңдығы; h — саңылау тереңдігі

Өлшеу губкаларының зақымдалуын алдын алу үшін өңделетін детальдарды ғана өлшеу қажет. Өлшеу кезінде, қиылсыз, детальдың өлшенетін беттерімен өлшеу губканың өлшеу тегістерінің (қабырға) байланысуы қажет. Тексерілетін детальдардың көлемдерін анықтау кезінде штанген құралдарының нониусында көрсетілген өлшеудің нақтылығын көрсеткішке көңілді бөлу қажет.

Микрометрлік құралдар (2.8 *а, б* - сурет) сыртқы және ішкі көлемдерді, паздар мен саңылаулар тереңдігін бақылау үшін кеңінен қабылданады. Микрометриялық құралдарды өлшеу тікелей бағалау әдістерімен жүзеге асырылады, яғни, өлшеу нәтижелері құрал шкаласымен тікелей есептеледі. Осы құралдардың әрекет ету принципі оның қапталынан түсетін қозғалыста винттің айналатын қозғалысын түзетін винт-гайка жұптарын қолдануға

негізделген [3].



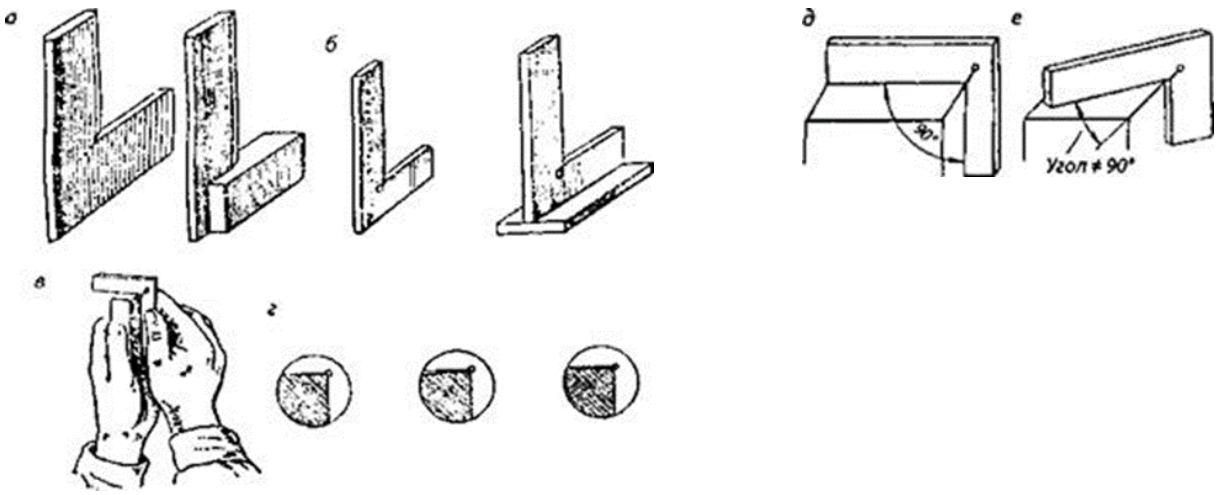
2.8 - сурет. Микрометриялық ұштама:
а —100 мм дейін өлшеудің жоғарғы шегімен;
1 — микрометриялық винт; 2 — сабақ; 3 — барабан; 4 — микрогайка; 5 — тартатын гайка; 6 — жабылатын қақпақша; 7 — трещотка; 8 — трещотканы бекітетін винт; 9 — саусақ; 10 — серіппе; 11 — втулка; 12 — винт; б —100 мм жоғары өлшеудің жоғары шегімен: 1 — микрометриялық винт; 2 — стопорлық гайка; 3 — кесінді втулка; 4 — барабан; 5 — орнатылатын қақпақша; 6 — саусақ; 7 — трещотка

Микрометриялық құралдардың тобына сыртқы көлемдерді өлшеуге арналған микрометрлер, саңылаулар диаметрлері мен паздардың енін өлшеу үшін микрометриялық нутромерлер, саңылау мен паздардың тереңдігін және дөңестердің биіктігін өлшеу үшін микрометриялық тереңдікті өлшегіштер жатады.

Микрометриялық құралдар олардың құрылымына қарамастан микрометриялық құралдардың негізгі бөлігі болып табылатын корпустан және микрометриялық ұштамасынан тұрады. Микрометриялық ұштаманың өлшенетін көлемдері шектеріне байланысты әр түрлі құрылымдар болуы мүмкін.

Бұрыштың көлемдерді бақылау тегіс бұрыштар бойынша жүзеге асырылады, оның бірлігі үшін градусты қабылдайды. Градус деп айналаның 1/360 бөлігі аталады, ол 60 бұрыштың минуттан тұрады, ал минут 60 бұрыштық секундтан тұрады. Бұрыштың көлемдерінің ерекшеліктері, оларды әзірлеу және бақылау нақтылығы бұрыштарды түзетін тараптардың

ұзындығына тәуелден тұрады [2].



2.9 - сурет. 90° бұрышымен бұрыштар және оларды қолдану тәсілдері

Детальдарды дайындау керек, олардың беттері әр түрлі бұрыштармен түйіседі. Осы бұрыштарды өлшеу үшін бұрыш өлшегіштер қолданылады (2.9 - сурет).

2.2.4. Слесарлық және құрастыру жұмыстарын орындаған кезде қауіпсіздік техникасы

Еңбек қауіпсіздігі қызметінің негізгі міндеті – жазатайым жағдайларды алдын алу және жұмыс істеушінің толық қауіпсіздігін қамтамасыз ететін осындай жағдайларды құру.

Жазатайым жағдайлар еңбек қауіпсіздігі бойынша нұсқауларға және ішкі тәртіп ережелеріне мұқият емес қарау, сондай-ақ, өндірістік дағдыларды жеткіліксіз игеру және құралдармен және жабдықтармен жұмыс жасауда тәжірибенің жоқтығы нәтижесінде болады [2].

Слесарлік жұмыстар келесі талаптарға жауап беруі тиіс слесарлік верстакта орындалады:

1) верстак қатты және мықты құрылымы болуы және тұрақты болуы тиіс;

2) жұмыс беті қатаң тік және құйылған болаттан жасалуы тиіс;

3) верстак торларға бөлінген және жұмыс бетінде орналасқан жылжымалы жәшіктермен және құралдарды, даярламаларды, кіші детальдарды және техникалық құжаттамаларды сақтауға арналған сөрелермен жабдықталуы тиіс;

4) верстакта 3 мм аспайтын көлемдегі торлармен металл торлардан немесе органикалық шыныдан қорғағыш экрандар орнатылуы тиіс. Экран мысалы, кескішпен кесу сияқты осындай операцияларды орындау кезінде металдардың ұшатын бөлшектерінен жұмыс жасайтын қорғауды қамтамасыз етеді. Екі – және көп орынды верстактарды пайдалану кезінде қорғағыш

экран жұмыс орындары арасында да орналасуы тиіс;

5) верстактар 220 В аспайтын кернеудің жергілікті жарық беру шамларымен жабдықталуы тиіс, оларды биіктігі бойынша реттеуге және өңдеу аймағының оңтайлы жарықтануын қамтамасыз ете отыра, олардың иілу бұрышын өзгертуі қажет;

6) Шамдар өңдеу аймағында жарық ағымының бағытын қамтамасыз ететін тор шектеулерімен және сәулелендіргіштермен қорғалуы тиіс;

7) Верстакта орнатылған слесарьлік тискалар өңделетін даярламаларды сенімді бекітуді қамтамасыз етуі тиіс, ол үшін олар 2..3 мм қадамымен және 0,5...1,0 мм тереңдігімен жұмыс бетінде қиылыс ұштамасы бар болат ауыспалы губкалармен жабдықталады. Тискалардың ауыспалы губкалары арасындағы саңылау 0,1 мм аспауы тиіс. Тискалардың қозғалмалы бөлімдері жұтусыз және алға секірусіз ауысуы және өңделетін даярламалардың жағдайын сенімді бекітуі тиіс;

8) Слесарьлік верстакта орнатылған тискаларда гайкадан жүріс винттерді толық бұрғылауды алдын алатын құрылғы болуы тиіс.

Қол құралдары (балғалар, сызбалар, кернерлер, кескіштер, крейцмейсельдер, егеулер, шаберлер, қол ара, қайшылар, гайка кілттері және т.б.) жұмысшыға бекітілуі тиіс, ол оның жағдайына дербес жауап береді.

Қол құралдарын қауіпсіз қолдануды қамтамасыз ету үшін келесі талаптарға жауап беруі тиіс:

1) балғалар мен кувалдалардың жұмыс беті тегіс болуы тиіс (тесіктердің, жарықтардың, соққылардың болмауы тиіс);

2) балғалар мен кувалдалар тұтқалары барлық ұзындығы бойынша сопақ нысанда көлденең қиылысында болуы, тегіс, тесіксіз болуы тиіс;

3) балғалар мен кувалдалар тұтқалары қатты жапырақты жыныстардың кептірілген ағаштарынан жасалынуы (аққайың, емен, бук, үйеңкі, шаған, шетен, қызыл тал, граба) және бұталары болмауы тиіс;

4) соққы беру процесінде жұмыс істейтін қолдан жылжып кетуін алдын алу үшін балға тұтқасында еркін шетіне жуандауымен конус нысаны болуы тиіс;

Кувалда тұтқасы бос шетіне қарай жіңішкіреді, өйткені оның ұшы бос тар шетінен кеңіне қарай клинсіз жүргізіледі;

6) кескіш, крейцмейсельдер, арналар жарықтар, сынған және қиылысқан қапталдары болмауы тиіс, ал олардың жұмыс бөлігі көзге көрінетін беттері болмауы тиіс. Осы құралдардың ұзындығы кем дегенде 150 мм болуы тиіс. Кескішпен, крейцмейсельмен және арналармен жұмыс қорғау көзілдіріктерін қолданумен орындалуы тиіс (өңдеу аймағы сонымен қатар металл торларынан немесе органикалық шыныдан экранды қорғауы тиіс);

7) металды кесу үшін қол қайшыларының тұтқалары тегіс, майысқан, кертіксіз болуы тиіс, ал олардың ішкі жағы қолдың саусақтарымен басылуын алдын алатын тіректерді қарастыруы тиіс;

8) қол рычагты қайшылары верстакта сенімді бекітілуі және жылжымайты пышаққа кесілетін парақты бекітуді қамтамасыз ету үшін жоғары жылжымайтын пышаққа қысқыштармен және қауіпсіз жағдайда

жоғары пышақты ұстауды қамтамасыз ететін салмаққа қарсымен жабдықталған;

9) гайка кілттерінің губкалары қатаң түрде параллельді болуы тиіс, ал олардың көлемдері гайка көлемдеріне және винттердің немесе болттардың ұштарына сәйкес келуі тиіс;

10) паспорттық жүк көтергіштерден жоғары салмақтағы жүктерді домкраттармен көтеруге тыйым салынады (винттік, пневматикалық немесе гидравликалық).

Слесарьлік және жинақтаушы жұмыстарды орындау кезінде қолданылатын электр құралдар келесі талаптарға жауап беруі тиіс:

1) қол электр құралы 42 В артық емес кернеумен электр желіге қосылуы тиіс. Электр құралмен жұмыс істеу кезінде 220 В желіге қосылады, міндетті электрмен қорғау құралдарын қолдану саналады (резеңке кілемшелер, диэлектр бессаусақтары және т.б.);

2) электр кабельдер және олардың тұтастығын қамтамасыз етуге арналған сымдар электр құрал корпусына орнатылған кабельдің кем дегенде 5 диаметрімен иілімді құбыр арқылы электр құралға өтуі тиіс;

3) электр құралдардың жұмыс органы, электр дрельден басқа, қорғайтын тысы болуы тиіс; электр құралдардың ақаулары анықталған жағдайда олармен жұмыс бірден тоқтатылуы тиіс;

4) электр құралдарды, штепсельдік ажыратқыштарды және сымдарды бұзу және жөндеу электр құралдарға қызмет көрсетуді жүзеге асыратын персоналға ғана рұқсат етіледі (өздігінен жөндеуге қатаң түрде тыйым салынады).

Слесарьлік және жинақтайтын жұмыстарды орындау кезінде қолданылатын қол пневматикалық құрал келесі талаптарға жауап беруі тиіс:

1) құралдың жұмыс бөлігінда зақымдар болмайды және дұрыс ұшталуы тиіс;

2) құралдың қапталдық шектерінде өткір кесектері болмауы тиіс;

3) қосатын құрылғыда орнатылатын құралдың шеткі бөлігі оның қабырғасына жақын болуы және құралды сенімді орталықтандыруды қамтамасыз етуі тиіс;

4) құралдың шеткі бөлігінде зақым болуы тиіс емес;

5) пневматикалық құралдар дірілдің өтегіштерімен жабдықталуы тиіс;

6) пневматикалық құрал ауа шығуын басқышпен жабдықталуы тиіс және оның дем алу аймағын ластайтын қызметкерге өңделген қысылған ауаның түсуіне жол бермеуі тиіс [3].

Бақылау сұрақтары:

1. Штанген құралдардың тобына қосылатын құралдар үшін не жалпы болып табылады?

2. Штанген құралдарымен жүзеге асырылатын өлшемдерде нониус рөлі қандай?

3. Микрометриялық құралдар жұмысында винт-гайкаларды микрометриялық берудің рөлі қандай?

4. Слесарьлік жұмыстарды орындау кезінде қауіпсіздіктің негізгі ережелерін атап айтыңыз.

5. Қауіпсіздіктің қандай ережелері электрленген құралдарды қолданған кезде орындау қажет;

6. Қол пневматикалық құралдарды қолдану кезінде қауіпсіздіктің ережелері қандай?

№3 зертханалық жұмысы

Тақырып: Слесарлық жұмыстардың алуан түрлеріне арналған құралдарды таңдау

Жұмыстың мақсаты: Слесарьлік жұмыстардың әр түрлері үшін құралдарды дұрыс таңдауға үйрену.

Жұмысқа тапсырма:

1. Тапсырмамен танысу.
2. Нұсқа бойынша осы слесарьлік операциялар үшін слесарьлік құралдарды таңдау.
3. Құралдар таңдауын негіздеу.
4. Балқау сұрақтарға жазбаша жауап беру.
5. Жасалған жұмыс туралы қорытынды жасау.

Жұмысқа түсініктеме:

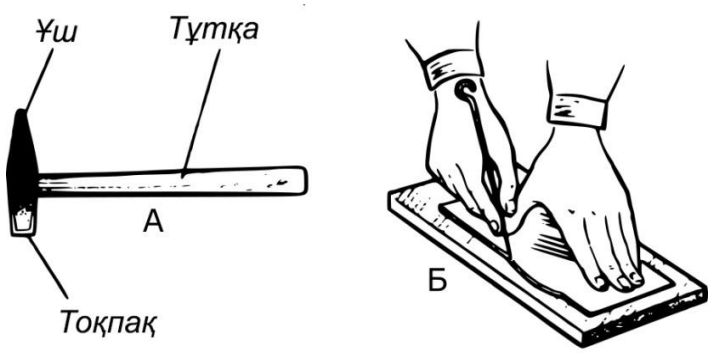
а – сызғыш (ине)
б – электрондық белгі беру штангенциркуль
в– кернер

Белгі - бұл өңдеуге жататын жерлердің немесе болашақ детальдардың контурларын анықтайтын белгі желілерін (- сурет) өңделетін даярламаға салу операциясы. Белгі нақты және ақырын жасалатын, сондықтан да, белгі салу кезінде жіберілетін қателерді, әзірленген деталь ақау көрсетуге әкелуге болады.

Тегіс белгі тегіс детальдардың беттерінде жасалады және контурлық параллельдік және перпендикулярлық сызықтарды (- суреттерді), берілген көлемдері немесе шаблондар бойынша әр түрлі саңылаулар контурлар бойынша әр түрлі геометриялық фигураларды дайындауда болады.

Белгі беруді орындау үшін әр түрлі құралдарды қолданады: белгі

плиталары, төсемелер, қайталама құралдар, домкраттар және т.б. белгі плиталары белгіге тиісті детальдарды орындайды және барлық құралдар мен аспаптарды береді.



А - белгі салуға арналған балға;
Б - шаблон бойынша белгі

Плитаның беті әрқашан да құрғақ және таза болуы тиіс. Жұмыстан кейін плиталарды щеткамен сыпырады, шүбірекпен мұқият сүртеді, таттанудан алдын ала қорғау үшін май жағылады және ағаш қалқаншамен жабады.

Плиталар орынжайдың аса жарық бөлігіне орналасады немесе жарықтың қосымша көзі ретінде шамдар қолданылады.

Тегіс белгі үшін құралдар

Сызғыштар (инелер) сызғыштардың, бұрыштардың немесе шаблондардың көмегімен белгі беру бетіне сызықты (- суреттерді) салу үшін қызмет көрсетеді. Құрал болаттан сызғыштарды әзірлейді.

Кернер — слесарьлік құрал, алдын ала белгі беру сызықтарда тереңдікті (кернерлерді) салу үшін қолданылады. Кернерлер, қауіптер анық көрінуі және детальдарды өңдеу процесінде өшірілуі үшін жасайды. Құрал көмірлі болаттан кернерлерді әзірлейді. Кернерлер қарапайым, арнайы, серіппелі (механикалық) және электр болады.

Слесарьлік циркульдер

Белгі салу штангенциркуль. Белгі салу кезінде алдымен базалық саңылауға сәйкес келетін орталықтандырылған тіректі орындайды, кейін белгі салу деталінің тығыздығына резец орнатылады. Одан кейін деңгейі бойынша штангенциркулінің тік жағдайын тексереді және белгі салуды жүргізеді.

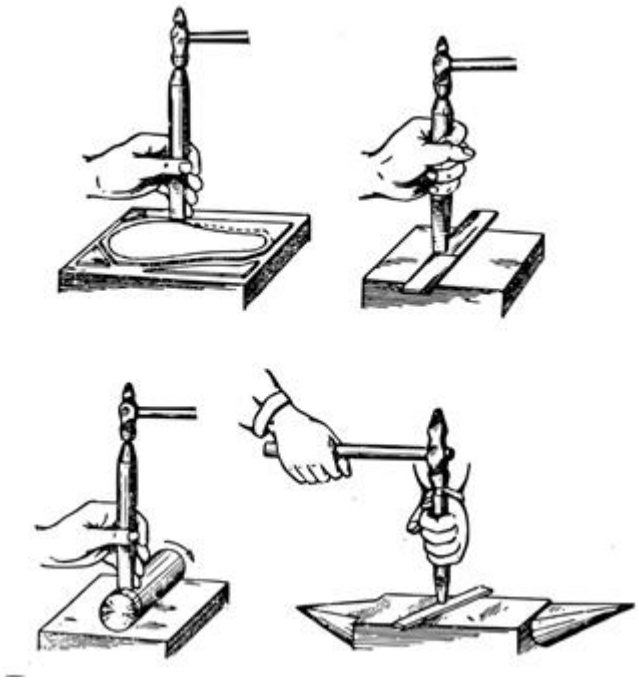
Рейсмас кеңістіктік белгі салу үшін негізгі құрал болып табылады. Ол параллельді, тік және көлденең сызықтарды салу үшін қызмет етеді, сондай – ақ, плиталарда детальдарды орнатуды тексеру үшін қызмет етеді. Нақты белгі беру үшін микрометриялық винтпен рейсмасты қолданады.

Кесу операцияны атайды, сонымен қатар, кескіштердің және даярламаның слесарьлік бағаның көмегімен металл қабатын алып тастайды немесе даярламаны шабады. Кесудің физикалық негізі клиннің әрекеті болып

табылады, оның нысаны кескіштердің жұмыс (кесуші) бөлігі бар. Кесу, даярламаның станокты өңдеу қиын орындалған немесе ұтымды емес болған жағдайда қолданылады [3].

Кесудің көмігімен металдың тегіс еместігін дайындаумен жою (шабу), қатты кесектерді, детальдың қатты кесектерін алу, паз және арналарды кесу, парақтық металдарды кесу жүргізіледі.

Кесу, ережеге сай, тискаларға жүргізіледі. Материалдарды бөліктерге бөлу – плитаға орындалуы мүмкін.



Плитада және төсте (тік кесу) кесу тәсілдері
а – беттік болаттан пішінді даярламаны кесу; б – жолақтық металдарды кесу; в в – дөңгелек металды кесу; г –төсте жолақтарды кесу

Кесу кезінде негізгі жұмыс (кесуші) құрал кескіш, ал ұратын — балға болып табылады.

Слесарлік кескіш құралды көмірлі болаттан жасалады. Ұштың бұрышы өңделетін материалдың қаттылығына байланысты таңдалады.

Аса таралған материалдар үшін ұштаудың келесі бұрыштары ұсынылады: қатты материалдар үшін (қатты болат, шойын) — 70°; орта қаттылықтағы материалдар (болат) үшін ~ 60°; жұмсақ материалдар үшін (мыс, латунь) — 45°; алюминий балқымасы үшін — 35°.

Кескіштің жұмыс және соққы бөлігі термиялық өңдеуге келеді (шынықтыру және жіберу). Кескішті шынықтыру дәрежесін, кескіштің шыныққан бөлігіне кесу арқылы анықтауға болады: егер кескіш беткі жағын алмайды, бетімен жылжиды, шынықтыру жақсы жасалады.

Тар паздар мен арналарды кесу үшін тар кесу кесектерімен — крейцмейсельмен қолданылады. Осындай кескіштер металдың кең

қабаттарын алу үшін қолданылуы мүмкін: алдымен тар кескіштердің арнасын кеседі, ал қалған дөңестерді кең кескіштерді кеседі.

Бейінді арналарды (жартылай дөңгелек, екі қырлы және т.б.) кесу үшін арнайы крейцмейсельдер – кесу кесектерінің нысанымен ғана ерекшеліктерімен арналарды қолданады.

Металдарды кесу кезінде қолданылатын слесарьлік балғалар екі түрде болады: дөңгелекпен және шаршы бойкамен. Балғаның негізгі сипаттамасы оның салмағы болып табылады. Металды кесу үшін 400 —ден 600 г. дейінгі салмағымен балғаны қолданады.

Металды кесу — операция көп еңбекті қажет етеді. Еңбекті жеңілдетуді және оның өнімділігін жоғарлату үшін механикаландырылған құралдарды қолданады. Олардың ішінде аса кең таралғаны пнеаматикалық кесу балғасы бар. Ол қысылған ауаны әрекетке келтіреді.

Заманауи тәсілдері кезінде материалдарды немесе металды кесу даярламасын өңдеу қосалқы операциялар болып табылады. Олар, қол құралымен өңдеудің жоғары емес нақтылығы кезінде керек болған жағдайда даярлама үшін бөлімдерге металды бөлу, тегіс еместерді және дөңестерді жою, қатты кесектерді алып тастау, арналарды кесу қажет.

Металды кесу тискаларда, плиталарда және наковальняда слесарьлік балға, слесарьлік кескіш, крейцмейсель, ұста кескіштері және кувалда арқылы жүргізіледі.

Металды кесу операция кезінде тістердің орналасуына байланысты тік және көлденең болады.

Тік кескіштер тискалар өткізіледі. Сонымен қатар, кескіштердің артқы шеті 5° аспайтын бұрышпен тискалардың губкалар тегістігіне белгіленеді.

Тік кесінділер плитада немесе наковальнада жүргізіледі. Кескіштер тік орналасады, ал кесілетін материал плитаға көлденең орнатылады. Кесу кезінде тискаларда оған жартылай айналатын құрылғылар тұрады, корпус тисканың сол жағында болады, сол аяғы алдында, оң аяғы артта болады. Балға, оның шетінен 20-30 мм ара - қашықтығында болатындай ұстау қажет. Аса өнімдісі кесу болды, сонымен қатар, 1 тәсіл үшін металдың 1.5 -2 мм қабатынан алады. Кесу кезінде қол жеткізілетін өңдеу нақытылығы 0.4 - 1.0 мм құрайды.

Кескіштер слесарьлік – бұл металды немесе тасты өңдеу үшін соққы – кесуші құрал. Кескіштің орташа бөлігінде кесу процесуінде оны ұстауға ыңғайлы нысаны болады. 100-125 мм ұзындығымен кескіштер кішкентай жұмыстарды орындау кезінде, 150-200 мм – қатаң жұмыс кезінде болады [3].

Жұмыс істемейтін құрал қайрау процесінен өтпеген құрал болып табылады. Кескішті және крейцмейсельдерді ұштау бұрышы өңделетін металдардың қаттылығына байланысты. Шойындарды, қатты болатты және қатты қалайыны кесу үшін құралды ұштау бұрышы 70° тең, орта және жұмсақ болатты кесу үшін 60°, латунды, мысты және мырышты кесу үшін 45°, кіші металдарды кесу үшін (алюминий, қорғасын) 35°, 45°.

Слесарьлік құрал абразивтік дөңгелектермен қайрау станоктарда қайрайды. Қайрау кезінде құралдың жұмыс бөлігі (ұстара) қатты қыздырады

және оны жіберу болады. Шыныктандыру қаттылығын жіберу кезінде жоғалады және құрал одан әрі жұмыс жасау үшін жарамсыз болады. Құралдың осы жұмыс бөлігін қайрау кезінде болдыртпау үшін сумен салқындату қажет.

Тегіс болат иілмділігінің технологиясы

Жолақты болатты слесарьлік тискаларда бүгу өте ыңғайлы. Ол үшін, тискалардың жылжымайтын губкаларына баратын иілу орындары қаупін салу арқылы даярламада белгіленуі тиіс. Қауіп шамамен 0,5 мм-ге губкамен шығуы тиіс. Соққылар тискалардың жылжымайтын губкалардың бағытында болуы тиіс. Ол үшін өткір бұрыштың астында тарту үшін иілімнің талап етілетін бұрыштарына сәйкес келетін жақтауды қолдану қажет. Оны, оған жоғары жағына орналастыра отыра, даярламамен бірге тискалармен қысуы және балға соққысымен июге болады.

Жолақтық болаттан әзірлеу үшін жақшалар жақшаның саңылауы қалыңдығына тең кесек-жақтауларды қолданады. Болаттың тегістерімен бірге тискаларда оны қысу және балғаның жеңіл соққыларымен жақшаның бір жағын июі тиіс. Кейін жақшаның ішінде кесекті салу және қайтадан тискаларда қысу, басқа жаққа ию қажет.

Құбырларды және әр түрлі мақсаттағы металл өзектерді бекіту үшін тегіс болаттан қамытты жиі пайдаланады. Ол тискаларда әзірленеді. Ол үшін қажетті диаметрдің дөңгелеу жақтауларын алуы, оны тискаларды қысу және екі атауызбен қажетті ені мен ұзындығымен болат тегістігінде иілу қажет. Кейін тиска губкалардан босату және онда қамыттардың иілген шеттеріне қысу, оған соңғы нысан беру қажет. Қамыттың өзіне емес, балғамен соқу қажет (онда майысқан, сызықтардың болмауы), ал соққы күшін жақсы қайта бөлетін кішігірім қалыңдығымен мыс пластинасын жасайды. Егер қамыт жартылай ашық керек болса, онда оны жеткізу плитаға жүргізу ыңғайлы [3].

Жолақтық иілімді детальдарды иілімді құрамалары кезінде жиі қолданылады. Олар әр түрлі сипатта болады және жеткілікті кең қолданылады. Құрамалар, онда бекіткіш күші бір немесе екі детальдардың иілімін жасаған кезде тұтас иілімдері болуы мүмкін, ал қосымша рөлдерді ойнауы және күшеюі, мысалы, стопорлық шайкалар немесе гайка-болт құрамаларындағы шплинт сияқты бұрандалы құрамаларды күшейтуі мүмкін.

Егер жөндеу цехі 510 кН күші бар үстел үсті қол престерімен жабдықталса, онда оны өте өндірістік мөрлерімен жабдықтауы мүмкін, оның көмегімен қажетті профильдің иіліміне металл парақтарын жеңіл береді.

Пресс негізінде алдын ала таңдалған бейіндермен матрицаны белгілейді, престік жоғары күштік бөлігі матрица нысанына сәйкес келетін пуансонмен жабдықталған. Штамптарды әзірлеу кезінде, пуансон ені металл даярламаның екі еселенген қалыңдығына матрица «жолының» енінен кем болуы тиіс екендігін атап айту қажет.

Болат жолағын қабырғаға бүгуді талап еткен жағдайларда роликтік құралдарды қолданады. Онымен жұмыс кезінде, негіз кесектердің жоғары тіліктері жолақ көлемдеріне нақты сәйкес келуі тиіс екендігін есепке алу қажет.

Сонымен қатар, тарту деформациясын сынайтын жолақтың жоғарғы бөлігі, сондай-ақ, жұмыс ролигін маймен майлауы қажет.

Құбырлы детальдардың иілу технологиясы

Слесарьлік жұмыстар кезінде, ол майдың, ауаның, отынның немесе судың әр түрлі механизмдеріне әкелу үшін қолданылатын құбырлы құрамалардың әр түрін ауыстыруды жиі талап етеді. Сонымен қатар, құбыр жолдарында өткір және тұйық бұрыштарды болдыртпауға мүмкіндік береді (тік бұрышты барлық қумалардың, муфталардың және т.б. көмегімен жинауға болады), ал, иілімді құбырлармен айналысу қажет.

Осы операцияның күрделілігі, құбыр иілген кезде сынуы, майысуы мүмкін және даярлама жарамай қалады. Бұл болмау үшін, құбырлар (егер олар мырышталмаған болса) алдын ала толтырғышпен толтырылады (кіші құрғақ құм немесе байытылған канифоль) және иілген жерлерде қыздырылады. Кейбір жағдайларда құбырды сумен толтыруға және қатыруға болады (яғни, кейін қыздырусыз). Толтырғыштың орнына кейде тығыз салынған болат серіппелері қолданылады, ол иілген жерлерде құбырдың ішінде иіледі. Бірақ, қыздырылған жағдайда құбырлар біршама жеңіл болуы тиіс.

Болат құбырларды ашық қызыл түске дейі қыздыру қажет, ал алюминийді – құбырға салынған қағазды қыза бастағанға дейін қыздыру қажет. Әрбір нақты жағдайда толтырғышты қолдану қажет пе жоқ па деген сұрақ, иілімнің қандай радиусын алу қажеттігіне байланысты шешіледі. Егер радиус 50 мм-ден аз болса, онда 20 мм дейінгі диаметрдегі құбырларды толтырғышсыз және суық жағдайда июге болады. Мыс және латун құбырлар иер алдында иілген аймағында күйдіру қажет.

Егер дәнекерлеуші құбырларды ию қажет болса, онда дәнекерлеуші тігістер (оның аса әлсіз бөлігі ретінде), олар созылған жағына да, бірақ қысылған жағына да келмейтіндей етіп орнату қажет. Құбырларды ию үшін ең қарапайым құрал – саңылауы бар металл плиталар, онда сыртқы конфигурациясының құбырларын алатындай етіп штрифтер орналасады, ал иілім – қажетті радиусты қажет етеді. Бұл металл шыбықтарын еске келтіреді. Алайда осы құралда екі өте маңызды минусы бар. Біріншіден, бір жазықтықта таза иілімге әрқашан ииле алмайды. Ал екіншіден, егер иілімді құбыр қатты қысқа болса, онда физикалық күш жетпеуі мүмкін.

Құбырлардың иілуі үшін аса заманауи құралы қажетті бүгісі бар қиысықтығы бар тік орнатылған екі еселі тегіс параллельді пластинасын білдіреді [3].

Металды кесуге арналған құралдың түрі өңделген металдың түріне байланысты болады. 0,5 мм қалыңдығына дейінгі жапырақтық металл (1 мм-ге дейінгі латун және алюминий беттері) қол қайшысымен кесуге болады. Қайшының ұстарасы сол кезде олардың ұзындығының төрттен үшіне бөлінеді, ал металдың бетін қайшының кесу кесегінің тегістігіне перпендикулярлы орналастыру қажет. Қол қайшының тұтқасында қысылған кезде ұстараны соңына дейін жабу қажет емес, өйткені бұл тіліктің соңында металды кесуге әкеледі. Дөңгелек даярламалар үшін сағат тіліне қарсы

металды кескен жөн, ол үшін даярламаны сағат тілі бойынша бұраған дұрыс.

Егер кесілетін беттің қалыңдығы біршама көбірек болса (0,7—1,5 мм), онда қол қайшыларын қолдануға болады, бірақ, тұтқалардың бірін тискалармен қысу, ал басқаларын қолмен үстінен басу қажет.

0,7 мм-ден жоғары қалыңдығы бар металл (ал латунь мен алюминий 1,5 мм жоғары) қарапайым қол қайшыларымен кесілмейді. Осындай жағдайларда күштік қайшыларды қолдануға болады. Пластик ұшымен жабдықталмаған тұтқалар титкаларға бекітіледі, ал жұмыс тұтқаларын (пластик ұштарымен) қолмен ұстайды. Рычагты қолдану есебінен кесу күші шамамен қарапайым қол қайшыларымен салыстырғанда 2 есеге ұлғаяды. Күштік қайшыларындағы аяқшаларды 8 мм –ге дейінгі диаметрмен металл шыбықтарды кесуге арналған құрал бар.

Егер шеберханада рычагтық қайшылар болса, онда 4 мм дейінгі қалыңдықтағы жапырақтық болатты, сондай-ақ, 6 мм дейінгі латунь мен алюминийді тез (және жеңіл) кесуге болады. Рычаг қайшыларымен жұмыс істер алдында, олардың негіздемесі слесарьлік верстак үстелшесіне сенімді бекітгендігіне көз жеткізіп алу қажет, ол үшін онда болттар қарастырылған. Металды кесу тұтқаның (рычагтың) қозғалысы нәтижесінде болады, онда қайшының пышақтарының бірі төменде бекітілген. Рычагтық қайшылардың тұтқасын жұқымай, ақырын басу қажет. Онда металды кесу тік сызықпен ғана мүмкін.

Тегістік немесе бейінді металдың қалың жапырақтарымен жұмыс істеген кезде, сондай-ақ, егер металды кесу қажет болмаса, ал пазды немесе шлицты кесу керек болса, қайшыларды егеуге ауыстыруға болады (металға арналған жұқа ара). Осы құралмен жұмыс жасауға кірісу үшін, оны ең алдымен дұрыс күйге келтіру керек.

Біріншіден, егеуге арналған төсемді таңдап алу қажет. Ол металдың түріне қарай таңдалады.

Екіншіден, төсемді егеу аясында дұрыс тарту қажет; тарту дәрежесін төсімде қапталын жеңіл басу арқылы жеңіл тексеруге болады: егер ол иілмесе, онда оны тарту жеткілікті.

Жұқа арамен жұмыс істеген кезде қолдың аса ыңғайлы күйі келесідей: тұтқаның шеті оң қол алақанының ортасына тіреледі, ал сол қолдың саусақтары қозғалмалы бастың тартпа винтін қамтиды.

Жұқа араның қозғалысын ақырын жұлқымай жүргізу қажет; қозғалыс жиілігі - минутына 30-60 екілік жүріс (өзінен - өзіне); сонымен қатар, төсем ұзындығының кем дегенде 2/3 жұмыс істеуі тиіс. Жұқа араның төсемі өңделетін даярлама осіне қатаң перпендикулярлы болуы тиіс. Егер жұқа арамен жұқа металды кесу керек болса, реы екі ағаш кесектерінің арасына орналастырады, алынған блокты тискаға қысады және кесуді кесектермен бірге жүргізеді.

Металл құбырларын кесу. Оларды жұқа ағашпен кесу кезінде әрқашан да қауіп бар (әсіресе, егер слесарь тәжіибелі болмаса), ол жұқа арамен бір жаққа кетіп қалады және тілік айналысында емес, сопақша түрде болады. Осы құбырларды болдыртпау үшін жұқа арамен емес, арнайы

құралмен – құбыр кескішпен кескен жөн, сонымен қатар, ол түзу тілік жасайды, онымен жұмыс жасау өте өнімді. Кесу техникасы төмендегідей: құбырды тискаға қысады, онда 80-100 мм ара-қашықтықта тиска губкаларынан құбырды кескішке жылжымайтын дискілерді (белгі беру қаупінде) кигізеді. Құбырды кескішті құбыр осіне перпендикулярлы орнатады, винт тұтқасын бұрумен құбырда құбыр кескішті бекітеді, онымен қозғалмалы кесетін роликті металл қалыңдығына кесіп салады, құбыр кескіш тұтқасының сағат тілі бойынша қалыпты қысқа қозғалыстарымен – сағат тіліне қарсы құбыр айналасында толық айналым жасайды, винтті ¼ айналымға айналдырады, қайта құбыр кескішпен толық айналым жасайды және одан кейін құбырды толық кесуге дейін апарады. Жұмысты жеңілдету үшін жылжымайтын дискілерді сабынды эмульсиямен немесе машина майымен майлаған жөн.

Кескілеу – бұл детальді әзірлеу мақсатымен кесетін құралдың көмегімен даярлама бетімен металл қабатын алу процесі.

Кескілеу егеулердің және егегіштердің көмегімен жүргізіледі; тазалау абразивтік дөңгелекпен, кесектермен, терілермен жүзеге асырылады, кейде сымды щеткалар қолданыады;

Кескілеу процесі контуры бойынша детальдарды кескілеуде болады, тіліктер (кесу), тегістікте ақауларды алып тастауда (егер техникалық талаптар осындай түзетулерді мүмкіндік береді), қосымшаларды көлем бойынша алып тастау, жинау кезінде детальдарды келтіру кезінде паздарды, дөңестерді күрделі беттердегі тегістіктерді кескілеу кезінде түзілген қылауды алып тастау үшін келеді. Бірақ, кез-келген жағдайда, беттерді кескілеуден кейін тазалауға келеді. Егер 0,2 мм астам металдың қабатын алып тастаған жағдайда, кескілеу қатаң болып саналады; 0,1-ден 0,2 мм-ге дейін – орташа; 0,1 мм дейін – жұқа. Қандай өңдеу талап етілуіне байланысты, нөмірлері бойынша егеуді таңдауға байланысты болады.

Ұзындығы бойынша егеуді таңдау детальдың шамасына байланысты болады: ол өңделетін тегістіктен ұзынырақ болуы тиіс, минимум 150 мм-ге.

Егеу нысандарын таңдау бетіне байланысты болады: тегіс беттері шаршы, ромбтық, үшбұрыштар, қисық сызықтар – дөңгелек және жартылай дөңгелек нысандарда келетін (олар арасындағы бұрыштар) тегіс егеулермен кесіледі.

Тегіс егеулер шлицтер мен арықшаларын кесу үшін және сыртқы немесе ішкі тегіс беттерін кескілеу үшін қолданылады.

Жартылай дөңгелек егеулері 30° астам бұрыштар мен қисық сызықты беттерін өңдеуге арналған.

Шаршы егеулері шаршы, тік бұрышты және көп бұрышты саңылауларды егелеу үшін қолданылады.

Үш қырлы егеулер 60° бұрыштарды егеулер үшін қолданылады және детальдің сыртқы жағынан да, сондай-ақ, паздардың, саңылаулардың және арықшалардың жағынан қолданылады.

Дөңгелек егеулер дөңгелек және сопақ саңылауларды және кішігірім радиустардың иілген беттерін кескілеу үшін қолданылады.

Аса сапалы өңдеу үшін (және өнімділігін жоғарлату үшін) кескілеуді қиылыс өтпелермен жүргізілуі тиіс. Егер деталь бетінен дөңес бөліктерін аға алу қажет болған жағдайда, кескілеу дөңгелек қозғалыстармен жүргізіледі.

Жұмыс жасаған кезде егеудің тұтқасы оң қолының алақан ортасына тіреледі, ал сол қолдың саусақтары оның ұшынан 20-30 мм ара-қашықтығында егеуге көлденең орналасуы тиіс (егер саусақтар біршама иілген кезде ыңғайлы, бірақ, егеудің жұмыс тегістігінен аспауы тиіс).

Егеудің қозғалысы өңделетін бетіне қатаң тік болуы тиіс (жұмыс жүрісі –алдында, өзінен, бос жүріс – артқа, өзінен); қозғалыс қарқыны – минутына 40-тан 60-қа дейінгі түсу-қайтару қозғалысы. Қозғалысты екі қолмен жасау қажет, құралға келесімен қысымға күш келтіреді:

– жұмыс барысының басы – негізінен сол қолмен басу, оңмен тік жағдайда егеумен қолдайды;

– жұмыс барысының ортасында – екі қолмен басу күші бірдей;

– - жұмыс барысының шеті – сол қолы тік жағдайда егеумен қолданады, негізгі жүктеме оң қолға келеді;

– бос жүріс – егілетін бетінен егеу ашылмайды, бірақ басу күші минималды.

Егер жұмыс кезінде егеу жылжыса, онда ұштың бойымен болат щеткасымен тазалау қажет. Кесуге жататын детальді, өңделетін бет 5-10 мм биіктікте губкалармен шығатындай етіп, тискалардың ұштары арасында қысады. Жұқа детальді кесу кезінде оны детальды қозғалмауымен қамтамасыз ететін ағаш пластинкаларының ағаш кесектеріне бекіту қажет.

Маңызды мәнінде өңделетін детальға қатысты кесу сәтінде слесарьдің жағдайы бар. Ол, корпус тискалардың көлденең өсіне 45° бұрышымен тура және айналған болуына верстактан шамамен 20 см ара-қашықтығында тискаларды жинауға жатуы тиіс.

Кескілеу операциясы барысында бет сапасын тексеруді жүзеге асырады. Кескілеуді бақылау «жарық саңылау» немесе «бояу» әдісімен тексеру плитасында және тексеру сызғыштардың көмегімен жүргізіледі.

Кестені толтыру

Шығыс деректер:

1. Таңдалған нұсқаға сәйкес слесарьлік өңдеудің осы түрі үшін құрал мен аспаптарды таңдау. Өз таңдауыңды түсіндір.

Құралдың атауы	Нұсқа				
	1	2	3	4	5
	слесарлық операциялардың түрі				
	Металды кесу	Металды егеу	Белгі	Түзету, ию	Металды кесу
Өлшегіш сызғыш					
Кронциркуль					

Слесарьлік балға					
сызғыш					
Қол слесарьлік егеу					
Егеу					
Белгі сызатын циркульдер					
Кернер					
Ағаш балға					
Слесарьлік кескіштер					
Қол қайшысы					
Рашпиль					
Штангенциркуль					
Құбыр кескіш					
Крейцмейсель					
Реймас					
Бұрыш – орталықты іздегіш					
Белгі призмалары					
Надфиль					
Үстел үсті рычаг қайшылары					
бунақтауыш					

Жұмыстың орындалу барысы:

1. №3 жұмыс тапсырмасымен танысу
2. Нұсқауға сәйкес тапсырманы орындау.
3. Бақылау сұрақтарына жауап беру.
4. Жасалған жұмыс туралы қорытынды жасау.

Есептің мазмұны

1. Зертханалық жұмыста келесілерді таңдау қажет:
– практикалық сабақтың атауы;
– практикалық сабақтың мақсаты;
– тапсырма.
2. Тапсырмаға сәйкес жасалған практикалық сабақ
3. Бақылау сұрақтарына жауап
4. Қорытынды

Бақылау сұрақтары:

1. тапсырманы нұсқалы бөлуге сәйкес осы операцияға анықтама беріңіз (егелеу; белгі беру; кесу; түзету; ию; кесу).

2. Тапсырма нұсқасы бойынша тәсілдерді орындау қағидаларын жазыңыз (егелеу; белгі беру; кесу; түзету; ию; кескілеу).

№4 зертханалық жұмысы

Жұмыстың тақырыбы: Детальдарды өңдеу кезінде бақылау-өлшеу құралдарымен жұмыс

Жұмыстың мақсаты: сыртқы, ішкі промері мен тереңдік промерінің бақылау-өлшеу құралдарын қолдану тәсілдерін игеру.

Тапсырма:

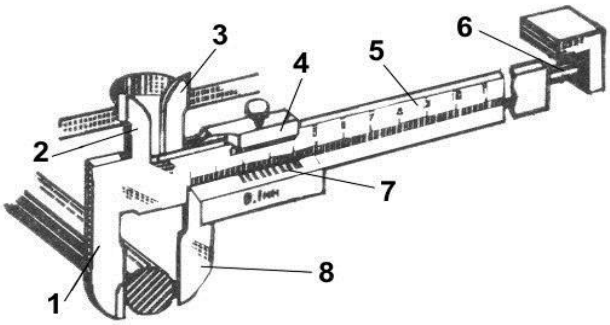
1. Бақылау-өлшеу құралдарының жұмыс жасау тәсілдерімен және құрылғыларымен (штангенциркуль) таныстыру.
2. Даярлама көлемдерін анықтау және кестеге жазу.
3. Бақылау сұрақтарына жазбаша жауап беру.
4. Жасалған жұмыс туралы қорытынды жасау.

Жұмысқа түсініктеме:

Детальдарды белгілеу және өңдеу кезінде бақылау-өлшеу құралдары кеңінен қолданылады. Олардың ішінде қарапайымы – өлшегіш сызғышпен сіз таныссыз. Ол 1 мм-ге дейінгі нақтылықпен детальдардың көлемдерін анықтауға мүмкіндік береді.

Үлкен нақтылықпен (0,1 мм дейін) өлшеу үшін штангенциркуль қолданылады. Бұл әмбебап өлшеу құралы. Оның көмегімен детальдардың сыртқы және ішкі көлемдерін және саңылау тереңдігін өлшеуі мүмкін.

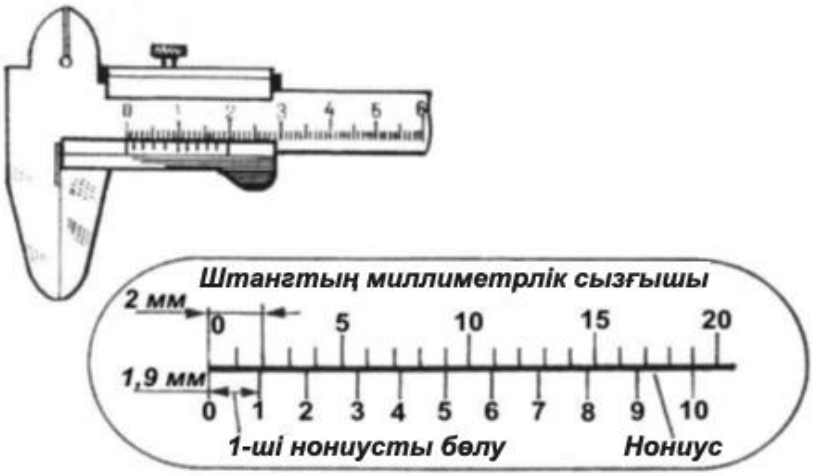
Штангенциркуль — детальдардың сыртқы және ішкі көлемдерін, диаметрін, тереңдігі мен биіктігін өлшеу үшін нониуспен көп шамалы жылжымалы құралы. Шығарылатын штангенциркульдің құрылымы 0,1-ден 0,05 мм-ге дейінгі нақтылықпен көлемдерді есептеуді жүргізуге мүмкіндік береді. Осындай жоғары нақтылық есептеу үшін арнайы құрылғыны – сызғыштық нониусын қолданумен қол жеткізіледі.



2.10 - сурет. Штангенциркуль ШЦ -1

Штангенциркульдердің түрлері көп, олар өлшеу затымен және нақтыылғымен ерекшеленеді. 2.10-- суретте штангенциркуль ШЦ-1 көрсетіледі. Ол 1 және 2 жылжымайтын губкалармен штангтардан тұрады, ол 3 және 8 жылжымалы губкалармен рамкаға 4 орналасады. Рамканы стопордың винттің қажетті жағдайына бекітуге болады. Штангте 5 бөлгіштер

келеді, олар миллиометрлік шкаланы түзеді (2.11 - сурет). Оны бөлу бағасы —1 мм. Миллиметрлік шкаланың ұзындығы — 150 мм.

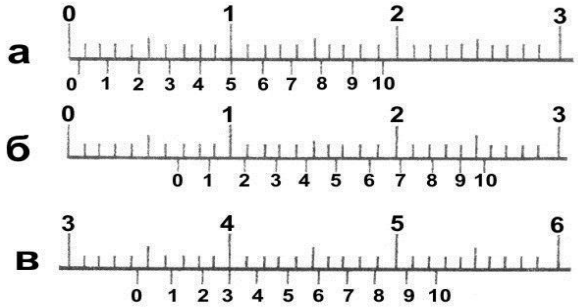


2.11 - сурет. Штанганың миллиметрлік сызғышы

Жылжымалы губкаларда нониус деп аталатын қосымша шкала берілген. Ол 10 тең бөліктерге бөлінеді, ал нониустық шкаланың барлық ұзындығы 19 мм құрайды. Әрбір бөлігінің ұзындығы 1,9 мм тең болады. Бұл шама нониусты бөлу бағасы болып табылады.

Штангенциркульмен өлшеу кезінде миллиметрлердің тұтас саны миллиметрлік шкала бойынша нониустың нөлдік штрихін дейін есептеледі, ал миллиметрдің ондық үлесі – нониустың шкаласы бойынша нөлдік белгіден миллиметрлік шкаланың кез-келген қауіппен сәйкес келетін қауіптерге дейін басталады. 2.12 - суретте көлемдерді есептеу кезінде штангенциркуль шкаласының жағдайы көрсетілген: *а* – 0,5 мм; *б* – 6,9 мм; *в* – 34,3 мм.

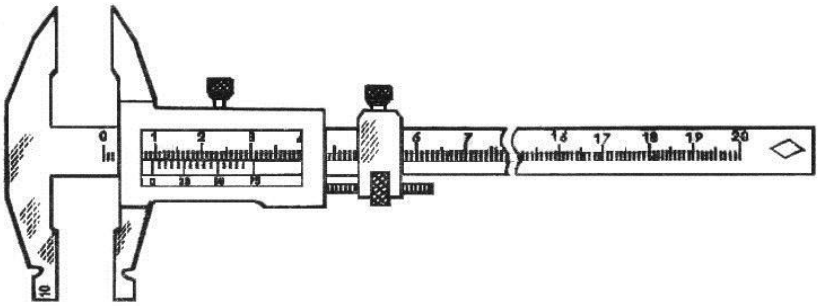
Штангенциркульмен өлшеуді бастар алында оны қарастыру және нақтылыққа тексеру қажет. Ол үшін құралдың губкасымен сәйкестендіру қажет. Ол үшін екі шкаланың нөлдік қауіптері сәйкес келуі тиіс. Бір мезгілде миллиметрлік шкаланың он тоғыз штрихімен нониусының ондық штрихімен сәйкес келуі тиіс.



2.12 - сурет. Штангенциркульдің шкала жағдайы

Штангенциркуль ШЦ-II (2.13 - сурет) өлшеу үшін ғана емес, сонымен қатар, белгі салу үшін де қолдануы мүмкін. Оның көмегімен қатаң тік сызықтық базалық кесектерден және даярлама бетінен тура қауіптерді салады, керткен таңда жасайды, айналасын өлшейді.

Штангенциркуль қымбат тұратын және нақты құрал болып табылады, сондықтан да оларды ұқыпты ұстау жұмыстың негізгі ережесі болуы тиіс. Жұмысты бастар алдында штангенциркуль майды және шаңды алып тастап, таза жұмсақ матамен сүртеді (әсіресе, өлшеу беттерін мұқият тазалайды). Құралдарды шлифовкалау терімен немесе пышақпен тазалауға болмайды. Таза және құрғақ жазықтықтарды, жаңқаны және сызықтарды ғана өлшеуге болады.



2.13 - сурет. Штангенциркуль ШЦ-II

Құрал қыздырылатын аспаптарға салуға және күннің астында ұстауға болмайды. Өлшеуді таза және құрғақ қолмен жасау қажет.

Детальді өлшей отыра, штангенциркуль губкалардың қиылысын жіберуге болмайды. Олардың жағдайы міндетті түрде стопорлық винттерді бекітеді. Штангенциркуль көрсеткіштерін оқу процесінде оны көз алдында ұстауы тиіс. Штангенциркульдің губкаларында өткір ұштары бар, сондықтан да оларды пайдалану кезінде абай болыңыз. Штангенциркуль, оны қолдану ыңғайлы пайдаланатындай етіп жұмыс орнында жатуы тиіс. Онда үгінділер түспеуі тиіс. Жұмыстан кейін штангенциркульді таза шүбірекпен сүрту қажет.

Штангенциркульді пайдалану дәрежесін тексеру.

1. Нұсқа нөмірі бойынша даярламаны таңдаңыз, өлшем жүргіземіз.
2. Штангенциркуль шкаласында көлемін табамыз (оң жағында).
3. Кестеге алынған мәндерін жазыңыз және сіздің жауабыңызға баға алыңыз:

Нұсқаның №				Даярламаның №				
1								
2								
3								
4								
5								

Жұмысты орындау барысы:

1. №4 жұмыс тапсырмасымен танысу
2. Өз нұсқаңа сәйкес жұмыс тапсырмасын орындау.
3. Бақылау сұрақтарына жауап беру.
4. Жасалған жұмыс туралы қорытынды жасау.

Есептің мазмұны

1. Материалда келесілерді көрсету қажет:
А) Практикалық сабақтың атауы.
Б) Практикалық сабақтың мақсаты.
В) Тапсырма.
2. Тапсырмаға сәйкес орындалған практикалық сабақтар.
3. Бақылау сұрақтарға жауап.
4.Қорытынды

Бақылау сұрақтары:

1. Штангенқұралдардың қандай түрлерін штангенциркуль деп атайды?
2. Штангенциркульдердің қандай түрлері бар?
3. Детальдардың қандай көлемді параметрлері штангенциркуль түрлерін сипаттайды?
4. Штангенциркуль ШЦ – 1 қандай элементтерден тұрады?
5. Нониус қандай мақсатпен қолданылады?
6. Қандай нақтылықпен штангенциркульдің көмегімен көлемдерді бақылауға болады?
7. Штангенциркульді өлшеу нәтижелері қалай есептеледі?
8. Қандай жағдайда штангенциркульмен өлшеу қолданылмайды?

2.3. Электр жабдықтардың ақауларын анықтау және жою әдістері

Пайдалану процесінде келесі сипаттағы электр жабдықтардың жұмысындағы ерекшеліктерге көңіл бөлу қажет:

– электр қозғалтқыштан немесе іске қосуды реттеу аппаратурасынан түтіннің немесе оттың пайда болуы;

– электр қозғалтқыш мойынтіректерін немесе оның корпусын күшпен қыздыру;

– мойынтіректердің дірілін күрт ұлғайту;

– электр қозғалтқыштармен жұмыс жасау кезінде қалыпты емес тарсылдардың пайда болуы;

– трансформаторда күшті, біркелкі емес шу;

– электр сымдардың, кабельдердің қатты қызуы;

– жарық желілерінде кернеудің маңызды тербелісі.

2.3.1. Электр жабдықтардың ақаулары

Зақымдалған мойынтіректер электр қозғалтқышқа жүктемені ұлғайтудың және тұтынатын қуаттылықты жоғарлатудың себебі болып

табылады. Жабдықты ұзақ пайдалану процесінде қозғалтқыш қорғағыш реле жұмыс істеуі кезінде сөнуі мүмкін. Мойынтіректерді тексеру үшін, егер ондай болса, белбеуді шешіп алады және сорғыш қозғалтқышының білігін босатады. Кейін оны қолмен екі жағында осьтің бойымен ауыстыруға тырысады. Егер білік ауысса, онда электр қозғалтқыштың мойынтіректерін ауыстыру жүргізіледі.

Электр қозғалтқыштарды ауыстыру кейбір талаптарды орындауды талап етеді. Оны қосқан кезде монтаждық электр схемаларының параметрлерін сақтау қажет. Электр қозғалтқыштардың бекіткіштерін қысқаннан кейін біліктің еркін айналуын тексереді. Қозғалтқышты қысқа уақытқа қоса отыра, жетектің айналу бағытын және статормен түйіспеуін тексереді. Кейін тұтынатын қуаттылығын анықтайды.

Электр жабдықтың бұзылуы электр немесе механикалық зақымдардың нәтижесінде туындауы мүмкін. Электр зақымдарға тозу, щеткалардың жалындауы, күюі және байланыстардың бұзылуы, қысқа түйісуі, оқшаулағыштарда саңылаулар, бандаждарды әлсіздендіру жатады. Механикалық зақымдау – мойынтіректердің тозуы, ротор білігінің иілуі, шпондық паздарды әзірлеу, бұрандалардың тозуы және үзілуі, бекіткіш табанының бұзылуы, жарықтар [5].

Электр жабдықтарды жөндеу кезінде аса күрделісі кемшіліктерді іздеу процесі болып табылады, өйткені заманауи электр схемалар электр және электрондық тізбектердің күрделі өзара байланысты желілерін білдіреді. Сондықтан да, түзетілмейтін детальді және басқа көптеген детальдардың ішінде тізбектерді және бір біріне әсер ететін тізбектерді анықтау аса қиын. Міндет, ақаулардың көпшілігі жабық сипатта болуымен және сыртқы тексерумен анықтау мүмкін еместігімен қиындайды. Ақауларды іздеу процесі электр жетекпен тестілік эксперименттердің біркелкілігін және аралық немесе соңғы шешімдерді қабылдауды білдіреді.

Ақауларды және қызмет көрсететін персоналдың біліктілігіне қойылатын талаптарды іздеу уақытын азайту жолының бірі іздеу рәсімдерінің алгоритміне негізделген ақауларды автоматты іздеуді қолдану болып табылады. Электр жабдықтардың жүйесінде ақауларды іздеу үшін келесі әдістерді қолдану мүмкін.

Сыртқы текстеру. Бас тартудың апаттық белгілерінің болмауы мен еңбек қауіпсіздігі ережелерін сақтау кезінде электр жабдықтарға сыртқы тексеріс жүргізеді. Осындай жағдайдағы кемшіліктердің белгісі (электр жабдықтарды қосқан кезде анықталатындардан басқа) болып табылады, жалынның, түтіннің пайда болуы, жеке детальдардың қызуы, жарықтардың пайда болуы және т.б. алайда, сыртқы тексеру жасырын ақауларды анықтауға мүмкіндік бермейді.

Ауыстыру әдісі. Егер ауыстырудан кейін ақаулар жоғалса, онда шынымен де зақымдалған элемент ауыстырылған болады.

Енгізілетін ақаулардың әдісі. Осындай жағдайда тексерілетін блокқа элементтердің белгілі логикалық өзара әрекет етуін тудыратын жасанды зақымдар енгізіледі. Схема параметрлеріне бақылау және олардың

өзгерістерін талдау ақауларды анықтауға немесе жоюға мүмкіндік береді.

Жартылай бөлу әдісі. Бұл әдіс, егер электр жабдықтар схемасының блоктары мен жеке түйіндердің сенімділік көрсеткіштері бірдей болған жағдайда қолданылуы мүмкін. Ақауларды іздеу үшін бір түйінді тексеруге болады, мысалы, кернеу бойынша, кейін тоқ бойынша. Бөлу блок немесе түйін ішінде орындалуы мүмкін, ол тез жоюға, кейін ақауды анықтауға мүмкіндік береді.

Бақылау белгі беру әдісі. Осындай әдісті пайдалану логикалық элементтерді және жүйелі реттеу мен басқару микрокестелерде кеңінен қолдануымен шартталады. Бақылау белгісінің көмегімен ақауларды анықтау үшін ақауы бар жүйе арқылы белгі беру диаграммасының бақылау тізбегін ұсыну ұтымды. Берілген нысандағы бақылау белгі беруі белгілі реакцияға сәйкес келетін болады, оны талдай отыра, тексерілетін түйіннің немесе электр тізбектің жұмысқа қабілеттілігін анықтауға болады.

Аралық өлшемдердің әдісі. Әдіс тән процестердің осциллографтарын қарастыруды, бақылау нүктелердегі кернеуді өлшеуді, жеке элементтер мен электр тізбектерінің кедергі келтіруін бақылауды және электр жабдықтарда ақауы бар жерлерді анықтауға немесе ақауы бар элементтерді анықтауға мүмкіндік беретін басқа да бақылау-диагностикалық әрекеттерді қарастырады.

Бұзылған объектімен салыстыру әдісі. Салыстыру әдісі, кесте блоктарының немесе түйіндердің жұмыс жасамауына белгі беру басқа сынған немесе сынбаған түйіндердің немесе блоктардың белгілерімен салыстырады.

Ақауларды іздеудің аталған әдістерін біле отыра, оңтайлы әдістемесі «оны толық оқшаулауға дейін ақаулары» саласының шекарасын азайтатын әрекеттердің логикалық бірізділігін ұсынуы тиіс. Сонымен қатар, ақауларды іздеу әдістерін таңдау үшін және іздеу процесіне келесі практикалық принциптерін қолдануы тиіс:

1) электр жабдықтары жүйесінде қатемен орнатылған орындары, қайта ауыстырғыш тұтқалардың және берілген құрылғылардың жағдайы жоқ;

2) Алынатын нәтижелердің кездейсоқтығын алып тастау үшін ақауларды іздеудің осындай әдістері мен осындай біркелкілігін таңдау үшін, іздеу көптеген мүмкін нәтижелердің біріне болсын келтіруі тиіс; ақауларды іздеудің басында осындай тексеруді таңдауы қажет, ол максимум белгісіздігін алып тастайтын кішігірім ақпаратты алуға мүмкіндік береді;

3) Бас тартқан кезде, сыртқы белгілерден оны алып тастаудан бас тарту табиғатын алдымен жоспарлауы қажет, ал кейін бас тартудың болжамды себебі бойынша әдістемесін қарастыру қажет;

Электр жабдықтардың ақаулары үш белгілері бойынша жіктеуге болады.

1) Осы топқа жобалық кемшіліктермен шартталған ақаулар жатады.

2) Ең көпсандық топ, онда проблема электр жабдықтарды пайдалану кезеңінің басында пайда болады және пайдаланылатын жабдықтардың жетілмеген конструкциясымен, сапалы емес монтажбен және күйге

келтірумен байланысты болады. Осы топқа тән ақауларға жатады: сапасыз ақауларды блоктаудың көп рет жалған әрекет етуі; максималды тоқпен қорғаудан асыру, өйткені реле жұмыс істейтін тоқ шынайы (жұмыс) емес, оның орнына қозғалтқыштың номиналды тоғы бойынша есептеледі. Осы кезеңде істен шыққан күштік және бақылау кабельдерінің аса көп жағдайларында қосылатын муфталар мен шеткі бітеулерді сапалы емес монтаждау салдарынан болады. Бұл ақаулар жөндеу жұмыстардың көп көлемдерді шартталады, пайдаланудың алғашқы кезеңдері қымбаттайды. Алайда, ақауларды іздеу жеңілдейді, өйткені басқа объектілерге осындай жабдықтарды пайдалану тәжірибесі негізінде алынған ақаулардың себептері белгілі.

3) Ақаулардың осы тобы пайдалану процесінде пайда болады және жағымсыз сыртқы шарттарымен, оқшаулау материалдарының ескіру процестерімен және сапасыз пайдаланумен байланысты. Осы топтағы аса жиі ақаулар – байланыстық реледе, іске қосушылар, контакторларда электр тізбектерді үзу. Осы ақаулардың үш негізгі себептерін атап айту қажет: байланыстар арасында бөгде заттардың түсуі; электр аппараттардың, тәждің, серіппенің механикалық бөлігін тозу; электр доғаларының әсер етуінен байланстардың тозуы.

Ақауларды анықтау барысында іздеудің кез-келген әдістерін қолданылуы мүмкін. Тәжірибеде қолданылатын электр тізбегінде үзілісті іздеу әдісі кернеумен осы мақсатқа қосуға және индикатордың немесе бақылау шамының көмегімен осы тізбектің бақылау нүктесін тексеруге негізделген. Бақылау нүктелер арасында үздіктердің болуы кезінде күштің түрлілігі туындайды, бақылау шамдардың жануын көзбен көрінеді.

Ақауларды іздеу және жою процесіндегі үлкен көмек өндірістік белгі беруді көрсетеді. Егер ақаулар өндірістік белгі беру әрекеті саласынан тыс болады, электр жабдықтардың схемаларымен қолдануы қажет.

Қызмет ететін персоналдың жоғары біліктілігі, олармен электр схемаларын және олардың жұмысының принциптерін білу, сондай-ақ, ақауларды іздеу және жою әдістерін білу электр жабдықтарды ойдағыдай пайдаланудың негізгі талаптары болып табылады.

№ 5 зертханалық жұмысы

Жұмыстың тақырыбы: Ауыспалы тоқ электр қозғалтқышын шашудың және жинаудың техникалық карталарын толтыру

Жұмыстың мақсаты: Ауыспалы тоқ электрқозғалтқыштары мысалында түйіндер мен механизмдерін жинаудың технологиялық құжаттамасын құру өтемақысын қалыптастыру

Тапсырма. Теориялық мәліметтерді қолдана отыра кестенің келтірілген нысаны бойынша электр қозғалтқыштарды жинаудың және бұзудың технологиялық картасын толтыру. Операцияларды жинау және бұзу процестері бойынша жеке нөмірлеу қажет.

Теориялық материал

1. Электр қозғалтқыштарды әзірлеу. Электр қозғалтқыштарды әзірлеу жеке детальдарды растамау үшін тексеру қажет. Татпен жабылған болттар керосинмен майланды және бірнеше сағатқа қалдырылды, одан кейін болттар босатылады және бұрап алынады.

Электр қозғалтқышты бұзған кезде барлық кіші детальдар арнайы жәшікке салынады. Электр қозғалтқыштың әрбір деталіне бирка бекітіледі, онда жөнделетін электр қозғалтқыштың нөмірі көрсетіледі. Болттар және шпилькалар бұзғаннан кейін өз орнына қайтарған дұрыс, ол олардың жоғалуын алдын алады. Шкив, жартылай муфта және шарик мойынтіректер қысқыштың көмегімен біліктен алынады. Егер осындай қысқыштар болмаса, онда шкив немесе мойынтірек электр қозғалтқыш білігінен балғаның жеңіл соққыларымен қатты ағаштан немесе мыстан төсеме арқылы алады. Соққылар шкивтің сатылары немесе барлық айналасымен теңесе мойынтіректің ішкі сақинасы бойымен салынады. Электр қозғалтқыш мойынтірегі қалқаншаларын алу үшін болттарды алып тастайды және оны корпустан қалқанның шығатын шеттерімен төсеме арқылы өтеді. Сонымен қатар, қалқанда және ЭҚ корпусында, қалқанды ескі орнына жеткізу үшін белгі салынады. Электр қозғалтқыштардың роторы мен статоры арасындағы саңылауда, алынған кезде ротор салынатын жеткілікті қалыңдықтағы картон төсемесі салынады. Бұл электр қозғалтқышты айналуды оқшалаудың мүмкін зақымдануын алдын алады.

Кішігірім электр қозғалтқыштарды әзірлеу кезінде роторды қолмен алады. Картонмен алынған біліктің бір шетінде ұзын құбырларға кіргізеді, оның көмегімен оны әрқашан да ауада ұстайтын статорды қайраудан роторды шығарады.

2. Электр қондырғысын жинау. Электр қозғалтқышты жинау жеке түйіндерді жинаудан басталады. Мойынтіректерді отырғызу алдында мойынтірек қалқандары қайта құйылған төсемдерді немесе қайтадан ұшталған втулкаларды престейді. Оларды білік көлемі бойынша алдын ала жіберу және оларда ескі көлемдері бойынша майланған сақиналар үшін майлау және кесу үшін кесу қажет.

Төсемелер және втулкалар қалқанға кішігірім винттік немесе гидравликалық престің немесе төсеме арқылы балғамен ақырын соқумен престеледі. Осындай жинау операциялары кезінде втулкаларды және төсемелерді тіреліп қалуына әкелетін қиғаштар өте қауіпті.

Шарикті мойынтіректі білікке қатты орнату қажет. Осы операцияны жеңілдету үшін мойынтіректерді 70^0C - 75°C температурасына дейін майлы ваннада қыздырады. Сонымен қатар, мойынтірек кеңееді және электр қозғалтқыштың білігіне жеңіл киіледі. Қыздырған кезде мойынтіректі ваннаның түбіне салуға рұқсат етілмейді, оның орнына оны сымға ілген жөн. Қыздырғыш лампаның жалынына мойынтіректі қыздыруға тыйым салынады, ол мойынтірек болатын жібермеу үшін жасалады. Электр қозғалтқышының білігіне мойынтіректің ішкі сақинасына тірелетін құбырға балғаның жеңіл соққыларымен отырғызылады. Одан әрі жинаған кезде мойынтіректің сыртқы орамасы мойынтірек қалқандары ұясында

отырғызылуы тиіс.

Келесі операция – статор қайрауына роторды енгізу бұзған кезде сияқты жүргізіледі. Кейін оларды уақытша болттармен бекітіп, мойынтіректі қалқандарды орнатады. Сонымен қатар, қалқандар өзінің ескі орнына әкелу үшін қажет, ол бұзған кезде корпусқа және қалқанға салынған белгілердің сәйкес келуін тексеру қажет. Қалқандарды орнатқаннан кейін электр қозғалтқыштың роторын қолмен айналдырады. Дұрыс жиналған электр қозғалтқыштың роторы салыстырмалы түрде айналуы тиіс. Кейін мойынтіректі қалқандардың болттарын түпкілікті тартылады, мойынтіректердің тиісті майлануымен толтырылады және оларды қақпақшалармен жабады. Жылжу мойынтірегіне май құйылады. Жиналған электр қозғалтқыштардың роторын тағы да қолмен айналдырады, айналатын бөліктерді жылжымайтынға берілмеуін тексереді, жылдамдық алудың қажетті шамасын анықтайды және келтіреді (ротордың осьтік орын ауысуы). Электр қозғалтқышты жинағаннан кейін желіге қосылады және бос жұмыс істеген кезде тексереді, ал кейін ол соңғы сынауға түседі.

Аталған параметрлерге сәйкес кестені толтыру:

№ р/н	Операцияның атауы	Құралдар, аспаптар, материалдар және т.б.	Операцияның сипаттамасы, енгізу талаптары.
	1. Электр қозғалтқышты бұзу		
1.1.			
	2. Қозғалтқышты жинау		
2.1.			

Есептің мазмұны:

1. Есепте тәжірибелер кестелері мен өлшеу деректерін келтіру.
2. Қолжетімді мәндерімен эксперименталды деректерді салыстыру.
3. Электр қозғалтқыштардың техникалық жағдайы туралы қорытынды жасау.

3 ТАРАУ. ҚОЗҒАЛЫС МОДУЛЬДЕРІНІҢ ҮЛГІЛІ ҚҰРЫЛЫМДАРЫ

3.1. Мехатрондық модульдер мен роботтардың механизмдері, түйіндері және детальдары

3.1.1. Негізгі терминдер және анықтамалар

Мехатроника — бұл олардың функционалды қозғалыстарымен зияткерлік басқарумен жүйесін және сапалы жаңа модульдерін өндіруді жобалауды қамтамасыз ететін электрондық, электр техникалық (гидротехникалық, пневматехникалық) компьютерлік компоненттермен нақты орын ауыстыру түйіндерін синергетикалық біріктіруге негізделген ғылым мен техникасының саласы.

Мехатрондық модуль (ММ) — әр түрлі физикалық табиғаты бар оның элементтерінен тұратын өзара өтумен және синергетикалық аппараттық-бағдарламалық бірігумен қозғалыстарды іске асыру үшін функционалды және конструктивті өзіндік бұйымы.

Әр түрлі физикалық табиғаты элементіне жатады:

— механикалық (қозғалысты қайта түзгіштер, трансмиссиялар, буындар);

— гидравликалық (гидробөлгіштер, клапандар, дроссельдер);

— пневматикалық (пневмобөлгіштер, клапандар, дроссельдер); — электротехникалық (қозғалтқыштар, тежегіштер, электрмен басқару муфталары);

— гидротехникалық (сорғыштар, гидроқозғалтқыштар, гидромуфталар, гидротрансформаторлар, гидроаккумуляторлар);

— пневмотехникалық (сорғыштар, компрессорлар, пневмоқозғалтқыштар, пневмоаккумуляторлар);

— электрондық (электрондық блоктар және микропроцессорлар);

— ақпараттық (ауыстыру датчиктері, желілі және бұрыштық жылдамдықтар, күштер, сәттер, температуралар, қысымдар және т.б.) [10].

Қозғалысты қайта түзгіш – берілген басқару қозғалысын іске асыратын механикалық құрылғы және сыртқы объектілермен өзара әрекет етеді. осы мақсатпен келтірілген ММ айналатын (редукторлар, мультипликаторлар) және түсетін қозғалыстардың бір және көп сатылы бергіштерді, сондай-ақ, әр түрлі құрылымдағы вариаторларды қолданады.

Интерфейс — ММ әр түрлі блоктардың арасындағы байланыстарды қамтамасыз ететін құрылғы. Кіріс және шығыс ауыспалы интерфейстік блоктарға байланысты таза механикалық та (гидровликалық, пневматикалық), сондай-ақ, электрондық аппараттық-бағдарламалық компоненттер болуы тиіс. Механикалық интерфейстердің мысалы қозғалтқышпен қозғалысты қайта түзгішпен байланысты муфта болып табылады (ММ осындай интерфейстерден жан-жақты алып тастауы үшін жолжөнекей белгілеу қажет). Электрондық интерфейстер компьютерлік басқару құрылғыларының кірісінде және шығысында орналасқан және оны

кейінгі құрылымдық элементтермен ілесуіне, мысалы, цифрге ұқсас қайта түзгішке және кері байланыс датчиктеріне арналған.

Қозғалыс модулі (ҚМ) — басқа модульдермен жеке және әр түрлі комбинацияларды қолдануға болатын механикалық (гидравликалық, пневматикалық) және электртехникалық (гидротехникалық, пневмотехникалық) құрамдас бөліктері кіретін конструктивті және функционалды өзіндік түйіні.

Мехатрондық қозғалыс модулі (МҚМ) – өзіне механикалық (гидравликалық, пневматикалық), электртехникалық (гидротехникалық, пневмотехникалық) және басқа модульдермен әр түрлі комбинациямен жеке қолдануға болатын ақпараттық бөлігі кіретін құрылымдық және функционалды өзіндік түйіні.

Зияткерлік мехатрондық модулі (ЗММ) - механикалық (гидравликалық, пневматикалық), электртехникалық (гидротехникалық, пневмотехникалық), ақпараттық және басқа модульдермен әр түрлі комбинациямен жеке қолдануға болатын компьютерлік (электрондық) бөлігі кіретін құрылымдық және функционалды өзіндік түйіні.

Мехатрондық объектілер деп атқарушы құрылғылардың электрондық, электрмеханикалық, компьютерлік және бағдарламалық компоненттермен синергетикалық бірігуі түсіндіріледі. Мехатрондық объектілер үшін иерархиялық құрылымға тән. Барлық мехатрондық объектілерді келесі топтарға бөлуге болады: мехатрондық түйіндер, мехатрондық модульдер, мехатрондық агрегаттар, мехатрондық жүйелер [11,6].

Мехатрондық түйін – бұл мехатрондық объектілердің кейбір компоненттері кіретін бірегейлендірілмеген жинақтау бірлігі (мысалы, қалып пен күш датчиктерімен шариквинтті бергіш). Механтрондық модуль – мехатрондық жүйелер функциялардың бірін іске асыру үшін қызмет ететін мехатрондық объектпен біріктірілген мехатрондық жүйенің негізгі бірлігі (мысалы, құралды берудің мехатрондық модулі, мотор-шпиндель). (Модульді анықтау бойынша – бұл өзіндік бұйым ретінде құрылымдық ресімделген машинаның біріктірілген функционалды бөлігі). Мехатрондық модульдер біріктірілген объектілер сияқты белгілі қуаттылықтармен, габариттермен, қозғалыс түрлерімен, нақтылық класымен және т.б. сипатталатын үлгі көлемдерінің нормаланған қатары болады (мысалы, түсетін немесе айналатын). Мехатрондық агрегат – бұл бір үлгілі функциялар тобын орындауға арналған мехатрондық модульдердің жиынтығы (мысалы, көп координаттық өлшеу машинасы, сондай-ақ, егер ол модульдерден тұратын микроскоптың көпкоординаттық үстелі).

Мехатрондық жүйесі – уақытпен қызмет ететін және сыртқы ортамен өзара әрекет ететін өзара байланысты мехатрондық агрегаттардың тұтас кезекті көпшілігі. Мехатрондық жүйе мехатрондық модульдерден тұруы мүмкін (мехатрондық агрегаттардан басқа). Мехатрондық жүйелердің мысалдары ретінде иілімді өндірістік жүйелер (ИӨЖ) мониторинг жүйелері және реанимация бөлімшелерінде, сондай-ақ, заманауи автомобильдерде жасанды өкпеге жел беру (ЖӨЖ) қызмет етеді.

Мехатрондық түйін келесілерден тұрады: 1) оның құрамында корпус (тірек), күштік элемент (қозғалтқыш, жетек), ротордан (шток, жүрекше және т.б.) тұруы мүмкін шығыс механикалық буын (ШМБ), күштік элемент, механикалық қозғалыс бергіші, жұмыс органы және ШМБ басқа да соңғы элементі кіреді; 2) энергия көзін күштік элементтің энергиясына басқарып қайта түзу (одан әрі қайта түзгіш); 3) сандық кодтың функцияларында қайта түзгішті басқару құрылғысы; 4) ішкі ақпараттық жүйесі (сол мехатрондық түйіннің және датчикпен ақпаратты алдын ала өңдеу құралдары жағдайының датчигі); 5) сыртқы ақпараттық жүйесі (мехатрондық түйіннің және осы ақпаратты алдын ала өңдеу құралдарының сыртқы әлемі туралы ақпарат сенсорлары); 6) мехатрондық түйіндерді сандық шығыспен басқару құрылғылары (ережеге сай, бағдарламалық). Шығыс механикалық буынның (ШМБ) жағдайы механизм корпусымен қатты байланысты координат жүйесінде анықталады. ШМБ корпусқа қатысты еркіндіктің бір немесе бірнеше дәрежесі болуы мүмкін. Осындай түйіндерді бір координатты немесе екі-, үш- көп координатты механтрондық түйіндер деп атайды.

3.1.2. Мехатрондық модульдердің жіктемесі

ММ құрамдас элементтердің физикалық табиғаты бойынша элекржетектік, гидрожетектік, гидрожетектік, пневможетектік басқаларына бөлінеді.

Электржетектік ММ құрамына электр қозғалтқыш және (ережеге сай) қозғалысты қайта құрғыш кіреді. Олар аса кең таралған және жобалау дәрежесінде нұсқаларды салыстыру үшін база болып табылады.

Гидрожетектік ММ желілі немесе айналатын қозғалыстардың гидроқозғалыстары кіреді. Электр жетектікпен салыстырған кезде, олар маңызды кіші көлемдеріне және салмағына ие болады, соның ішінде, қозғалыстарды қайта құруды талап етпейді; кіші интерциондық; реттеудің қарапайымдылығы және оның кең диапазоны. Олардың кемшіліктерінн жоғары құнды; сорғыш қондырғылардың қажеттілігін; жұмыс сұйықтығы сапасына сезімталдығын жатқызу қажет [12].

Пневможетектік ММ әрекет ету принципі бойынша гидрожетектікке ұқсайды, ал олардың арасындағы айырмашылықтар жұмыс ортаның – қысылған ауаның ерекшеліктерімен анықталады. Пневможетегі бар ММ гидрожетектікке қарағанда құрылымы жағынан қарапайым, арзан, пайдалануда артық талабы жоқ, қозғалыстың аса жоғары жылдамдығын іске асыруға қабілетті. Сол кезде, олардың жүктеу қабілеті тең көлемдер кезінде екі есеге аз, ПӘК маңызды түрде төмен, олар нақты ауысуды қамтамасыз етуге жағдайы жоқ.

Басқа ММ санына комбинацияланған жетектермен де, мысалы, электрогидравликалық модульдер де, сондай-ақ, электр-, гидропневматикалыққа жататын энергияларды қайта түзуге арналған құрылғылар да кіреді.

ММ жіктемесі құрылымдық белгілері бойынша 3.1 - суретте ұсынылған [14].

Мехатрониканы негізгі анықтау толығымен ИММ ғана сәйкес келеді, онда жетек бөлігі (қозғалтқыш), ақпараттық бөлігі (датчик) және аппараттық-кіріктірілген компьютерлік бөлігі кіреді.

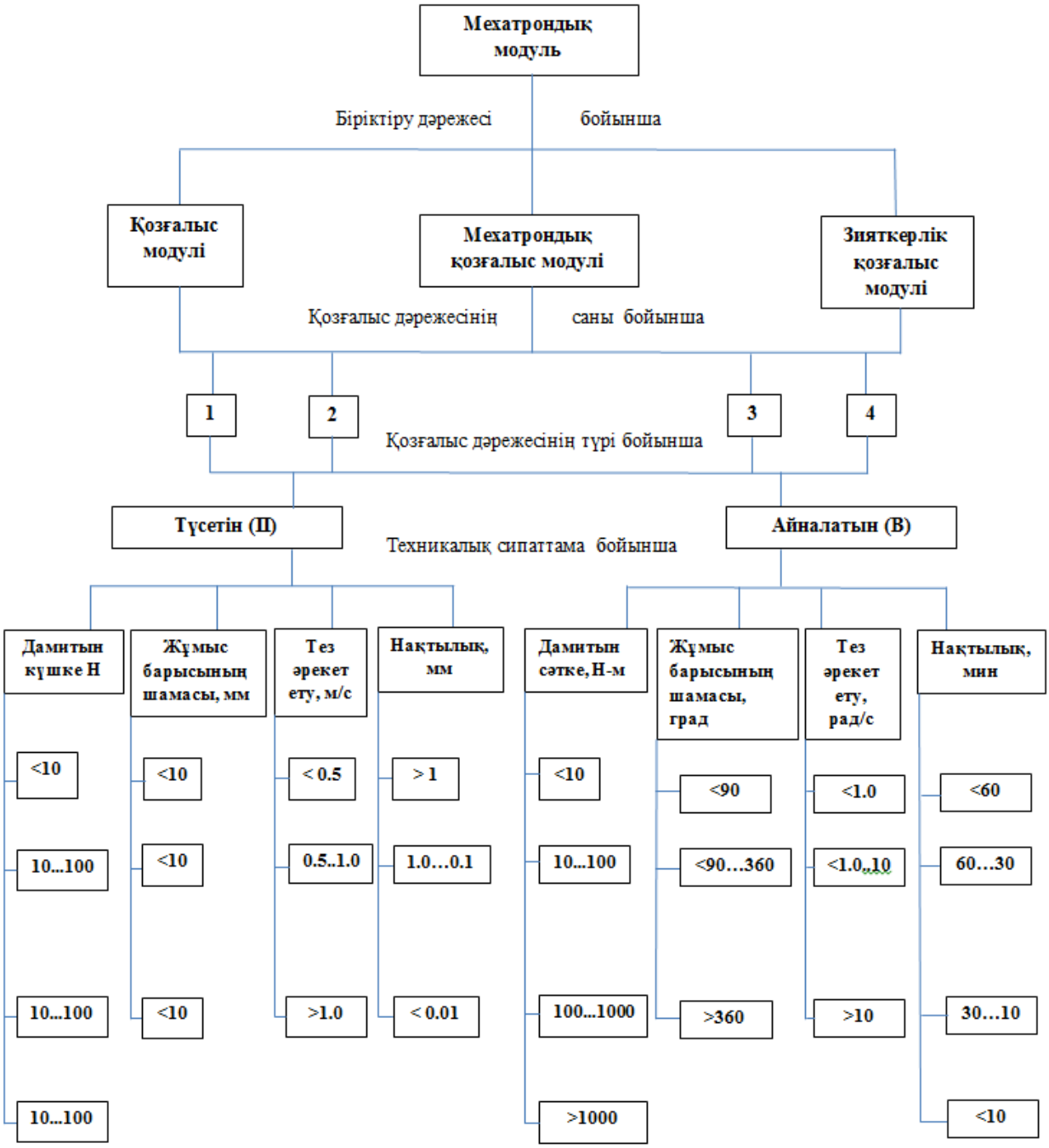
3.1.3. Электр жетектік мехатрондық модульдер. Қозғалыс модульдері

МД жалпы өнеркәсіптік жетектен басты ерекше белгісі қозғалыстың механикалық қайта түзу элементтерінің бірі ретінде қозғалтқыштың білігін қолдану болып табылады. МД мысалы: мотор-редуктор, мотор-дөңгелек, мотор-барабан, электрошпиндель.

Мотор-редуктор бір жинақты құрылымдық электр қозғалтқыштың модулі мен қозғалысты қайта түзгішті біріктіреді. Бұл құрылым қазіргі кезде кең таралған. Әрбір нақты міндетке оңтайлы шешім табуға мүмкіндік беретін қолданудың әр түрлі талаптары үшін мотор-редукторлардың әр түрлерінің толық гаммасын шығарады. Жаңа электрондық технологияларды дамыту миниатюралық датчиктерді және олардың белгілерін өңдеуге арналған электрондық блоктарды құруға әкеледі. Бұл ММД электрондық және ақпараттық құрылғыларға әкелуге мүмкіндік береді, олардың болуы ММД-ның МД басты ерекше белгісі болып табылады.

Заманауи өндіріс ММД-ға бірқатар талаптарды ұсынады: атқарушы қозғалыстарды іске асырудың жоғары нақтылығы; сенімділігі, ұзақ қызмет етуі; қоршаған орта температурасының кең диапазонында және әр түрлері болған кезде жұмыс істеу мүмкіндігі; қарапайым электржетегімен салыстырғанда маңызды түрде кіші үлкен габаритті көрсеткіштер. Дамушы күштерге, нақтылыққа және атқарушы қозғалыс жылдамдығына қойылатын талаптар автоматтандырылған операциялардың ерекшеліктерін атайды, ал көлемдерін минимизациялау талаптары – шектеуші кеңістікте модульді салу қажеттілігімен айтылады. Қолданыста бар сериялы шығарылатын компоненттерден ММД синтездеу талабы техникалық экономикалық тиімді емес шешімдерге әкелуі мүмкін. Басқасы оның қызметтік мақсаттарына толығымен жауап беретін мамандандырылған ММД жобалау болып табылады.

ММД ұсынылатын талаптардың күрделігі мен қарама-қайшылығы оларды жобалауға мехатрондық тәсілдердің тұтастығымен шартталады. Соның ішінде, жүйе элементтерінің синергетикалық интеграциялау принциптеріне ілесу оның компоненттерінің құрылымдық және функционалды өзара әрекет ету есебінен модуль сапасының қалаулы дәрежесін қамтамасыз етуге әкеледі, олардың көпшілігі мамандандырылған болып табылады және олардың кейінгі бірігуін есепке алумен параллельді жүйелі жобалау барысында құрылады [12].



3.1 - сурет. Мехатрондық модульдердің жіктемесі

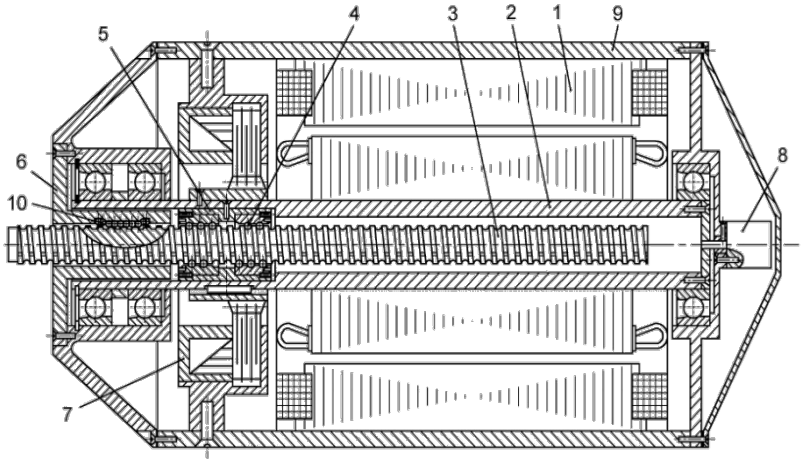
Егер қомақтылығын қамтамасыз ету талабы басым болса, онда ол байланыссыз электр машиналарды пайдалану және оларды қозғалысты қайта түзумен және ақпараттық-өлшеу элементтерімен біріктіру арқылы іске асатын болады. Сонымен қатар, қозғалыстың қайта түзушілері және датчиктері жеке құрылғылары болып табылмайды, оның орнына қозғалтқыштың ажыратылмас элементтері болып табылады. Минергетикалық әсері ММД кейбір компоненттерімен бірнеше функцияларды бір мезгілде орындау есебінен қол жеткізіледі. Осындай шешімдер көптеген механикалық интерфейстерді алып тастауға, құрылымдарды қарапайымдатуға және арзандатуға, механикалық келтіру

қажеттілігін және датчик пен қозғалтқыштың келісуін алып тастауға мүмкіндік береді.

ММД функционалды «кубиктер» болып табылады, олардан күрделі механтрондық жүйелерді жинақтауға болады.

ММД мысалдары: бұрыштық желілі қозғалыстар электр қозғалтқыштары мен қозғалыстың әр түрлі қайта түзгіштері негізіндегі модульдер (винттік, бұрамдылық, планетарлық, толқынды және т.б.), редукторсыз ММД, редукторсыз қайталанатын үстелдер.

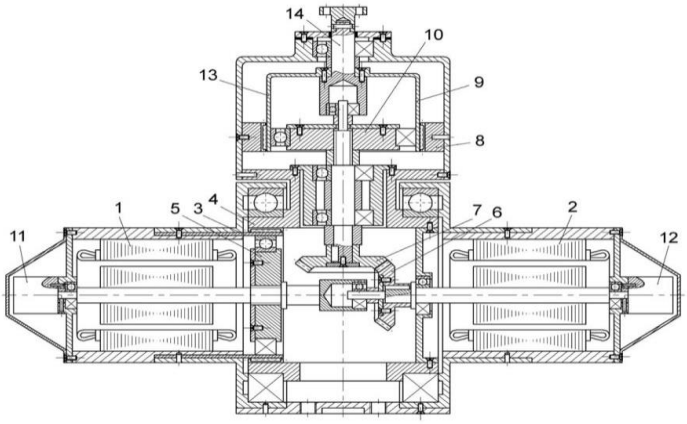
Шығыс буынның желілі қозғалысы 3.2 - суретте көрсетілген. Ол білікпен 2 асинхрондық қозғалтқыштан 1, винт 3, шариктер 4, білікпен 2 қосылған құрамдас гайкалар 5, бағыттаушы 6, қалыпты тұйықталған электрмагниттік тежегіш 7, фотоимпульстық датчик 8, корпус 9 кіреді.



3.2 - сурет. Желілі қозғалыстардың мехатрондық модулі

Қозғалтқыш 1 роторы айналған кезде білік 2 гайканы 5 айналдырады, ол шариктер 4 арқылы винттің 3 түсетін ауысуын тудырады. Винті 3 ауыстыру кезінде үйкелуін азайту және айналуын алдын алу үшін, онда үш ұзын паз жасалады, оған шариктер 10, бағыттаушы 6 кіреді. Винтті 3 ауыстыру шамасы фотоимпульстық датчиктерді 8 бекітеді. Корпусқа 6 бекітілген электрмагниттік тежегіш 7, электр энергиясын сөндірген кезде істейді және винтті тоқтатады.

Екісатылы (екі координатты) ММД 3.3 - суретте көрсетілген.



3.3 - сурет. Қозғалыстың екі координатты мехатрондық модулі

Модуль екі қозғалтқыштан 1 және 2, жылжымайтын иілімді доңғалақтарымен қозғалысты толқынды қайта түзгіштен 3, жылжымайтын қатты дөңгелекпен 4 және толқындардың жұмырдықты генератормен 5, соңғы тісті бергіштен тұратын екі сатылы қозғалыс қайта түзгішімен 6-7, жылжымайтын қатты дөңгелекпен қозғалысты толқынды қайта түзгішпен 8, жылжымалы иілімді дөңгелекпен 9 және толқындардың жұмырдықты генератормен 10, екі фотоимпульстық датчиктен 11 және 12 тұрады.

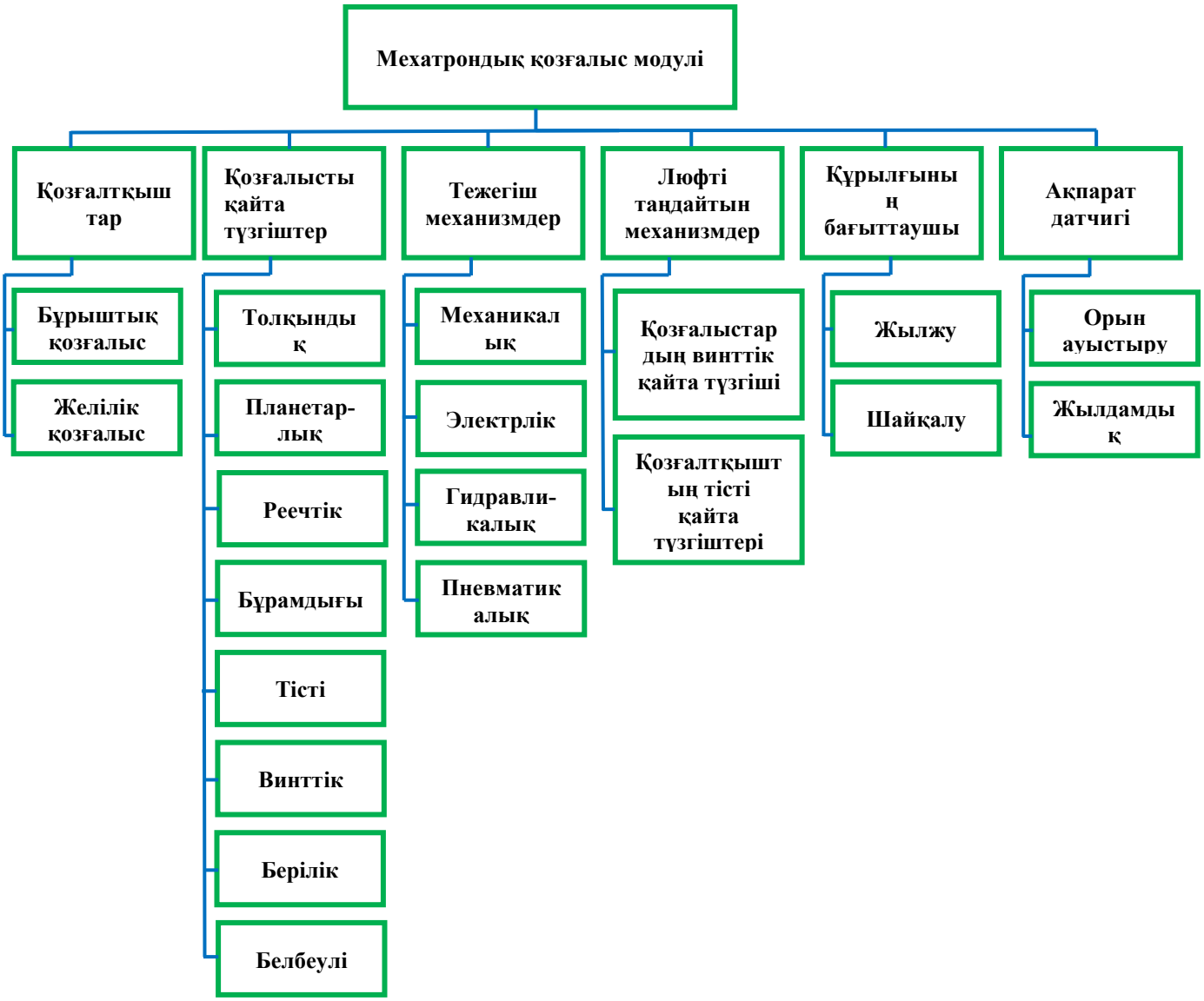
Қозғалтқышты 1 қосқан кезде толқындардың генераторы 5 қатты дөңгелек 4 айнала бастайды, онымен байланысты корпуспен 13 бірге қозғалысқа келеді. Қозғалыс 2 қосылған кезде, оның білігі бір-екі тісті дөңгелектерден кейін 6-7 толқын генераторын 10 айналдыруға әкеледі және иілімді дөңгелек 9 онымен байланысты шығыс жетегімен 14 бірге қозғалысқа келеді.

Фотоимпультік датчитер *11* және *12* жағдайды анықтауға және корпусты 13 және шығыс білікті 14 ауыстыруға арналған.

MAXON фирмасының ММД 3.4 - суретте көрсетілген. Ол коллекторлық қозғалтқыштан 1, екі сатылы планетарлық редуктордан 2 және фотоимпульстық жағдай маңызды кезеңі «қозғалтқыш – жұмыс органы» түріндегі модульдерді әзірлеу болады. Осындай құрылымдық модульдерде технологиялық мехатрондық жүйелер үшін ерекше мәні бар, олардың қозғалыс мақсаты жұмыс органының жұмыс объектісіне мақсатты әсер етуін іске асыру болып табылады. «Қозғалтқыш – жұмыс органы» түріндегі ММД мотор-шпиндель атындағы шлифовкалау және фрезерлік станоктарда кеңінен қолданылады.

ММД редукторсыз айналатын үстел түрінде фрезерлік, бұрғылау және қайрау станоктарында контурлық өңдеудегі режимдерін қамтамасыз етуге арналған. Ол негізден 1 және тірек мойынтіректерге 3 негізделетін өзінен айналатын үстелден 2, кіріккен қозғалтқыштан 4, ротордан 5, ол планшайбамен 6 қосылған, күйдің датчигі 7, жылдамдық датчигі 8 және планшайбаны қажетті күйде бекітуін қамтамасыз ететін гидротормоз 9 кіреді. Планшайбамен қозғалтқыш роторының редукторсыз құрылымы үстелді беру нақтылығын ұлғайтуға және оның технологиялық мүмкіндіктерін кеңейтуге мүмкіндік береді. Бір мезгілде үстелдің конструкциясы қарапайымдалады, детальдардың саны азаяды, қаттылық жоғарлайды [12].

ММД құрамы 3.5 - суретте берілген.



3.5 - сурет. Қозғалыстың мехатрондық модулінің құрамы

3.2. Маңызды емес динамикалық жүктемелер кезінде әмбебап мехатрондық модульдерді энергетикалық есептеу

Инерция күші ММ қолданыстағы сыртқы күштерден біршама аз болған кезде маңызды емес динамикалық жүктеме кезінде әмбебап ММ есептеу әдістемесін қарастырамыз. Осындай жағдайда, негізгі шығыс деректері болып табылады:

— мехатрондық модульдің құрылымдық схемасы;

— қоса берілген сыртқы жүктеме ($F_{\text{Н}}$ күші немесе $T_{\text{Н}}$ айналатын сәті);

— шығыс буынның талап етілетін жылдамдығы (желілі $v_{\text{вых}}$ немесе бұрыштық $\omega_{\text{вых}}$).

Қозғалтқыштың талап етілетін қуаттылығының түсетін қозғалысының ММ үшін, Вт, келесі формула бойынша анықталады

$$P = F_{Н} v_{вых} K_{дин}/\eta, \qquad (3.1)$$

онда $F_{Н}$ — шығыс буынында кедергіні күшейту; Н; $v_{вых}$ — шығыс буынының желілік жылдамдығы; м/с; η — қозғалыстың қайта түзушісінің пайдалы әрекет ету коэффициенті; $K_{дин}$=1,1…1,3 — айдау және тежегіш кезеңінде динамикалық жүктеменің әсерін есепке алатын қордың коэффициенті.

Айналатын қозғалыстың ММ үшін қозғалтқыштың талап ететін қуаттылығы, Вт, келесі формула бойынша анықталады

$$P = T_{Н}\, \omega_{вых}\, K_{дин}/\eta, \qquad (3.2)$$

онда $T_{Н}$ — шығыс буынында кедергі сәті, Н·м; $\omega_{вых}$ — шығыс буынының бұрыштық жылдамдығы, $с^{-1}$.

Формуланы (3.2) қозғалтқыштың ұсынылатын түрін есепке алумен қолдану қажет. Егер қозғалтқыш іске қосу сәтін дамытуға қабілетті болған жағдайда, номиналдыдан асады, коэффициент $K_{дин}$ бірлікке тең қабылдануы мүмкін. Соның ішінде, бұл 4А қысқа түйінді ротормен асинхрондық қозғалтқыштарға қатысты.

Келтірілген АИР номиналдыға іске қосу сәтінің қатынасы екіден кем болады.

Бір және басқа қуаттылықтағы қозғалтқыштарда әр түрлі номиналды айналатын сәттері болса $T_{ном}$, онда қозғалтқыштың талап етілетін сәтін анықтауы қажет, Н·м:

$$T_{д.тр} = T_{Н}/(u\eta), \qquad (3.3)$$

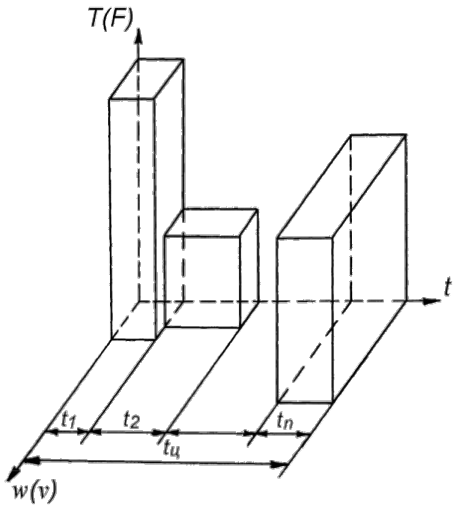
онда u — қозғалтқышты қайта түзудің бергіш қатынасы. Қозғалтқыштың соңғы түрі келесі талаптардан каталогтар бойынша таңдалады:

$$P_{д} \geq P; \qquad (3.4)$$

$$T_{ном} \geq T_{д.тр}. \qquad (3.5)$$

ДБМ сериялы вентельдік байланыссыз сәттік қозғалтқышты алдын ала таңдау статикалық синхронизациялайтын сәтке $T_{с}$ (3.4 кесте) тең $T_{п}$ іске қосу сәті бойынша қозғалысты қайта түзусіз ММ үшін, қозғалысты қайта түзумен ММ үшін – жоғарыда келтірілген әдістемесі бойынша жүзеге асырады.

Қайталама-қысқа уақытылы режимінде жұмыс істейтін ММ үшін жүктеудің циклограмасы берілуі тиіс (3.6 - сурет).



3.6 - сурет. Механтрондық модульді жүктеудің циклограммасы

Мехатрондық модульді жүктеудің циклограммасы осындай жағдайда, жылдамдық алу және тежеу уақыты белгіленген қозғалыс уақытынан біршама аз болған жағдайда, қозғалтқыш білігіне келтірілген талап етілетін орта шаршы статистикалық қуаттылықтың мәнін анықтауға болады, Вт:

$$P_c = \frac{\sqrt{\sum_{K=1}^{n} P_{ck} \frac{\omega_{\text{ном}2}}{\omega_{\text{рк}}} t^2}}{\sum_{K=1}^{n} \beta W_k * tPK} K \text{дин} \quad (3.6)$$

онда $P_{\text{СК}}$ — қозғалтқыштың жүктеме циклограммасының К-м жұмыс учаскесінде қозғалтқыштардың талап етілетін статикалық қуаттылығы, Вт; желілі қозғалыстың ММ үшін

$$P_{\text{СК}} = F_{\text{НК}} v_{\text{К}} / \eta, \qquad (3.7)$$

онда $F_{\text{НК}}$ — циклограманың К-м жұмыс учаскесінде кедергі келтіру күші, Н; $v_{\text{К}}$ — циклограманың К-м жұмыс учаскесінде шығыс буынының желілі жылдамдығы, м/с; айналатын қозғалыстың ММ үшін

$$P_{\text{СК}} = T_{\text{НК}} \omega_{\text{К}} / \eta, \qquad (3.8)$$

онда $T_{\text{НК}}$ — циклограманың К жұмыс учаскесінде кедергі сәті, Нм; $\omega_{\text{К}}$ — циклограманың К жұмыс учаскесінде шығыс буынының бұрыштық жылдамдығы, $с^{-1}$; n — циклге қозғалтқыштың кіретін жағдайының саны; $\omega_{\text{ном}}$ — қозғалтқыш білігі айналысының номиналды жылдамдығы, $с^{-1}$; $\omega_{\text{РК}}$ — циклограманың К жұмыс учаскесінде қозғалтқыш білігі айналымының жұмыс жылдамдығы, $с^{-1}$; $t_{\text{РК}}$ — циклограманың К жұмыс учаскесінің ұзындығы, с; $\beta_{w\text{К}}$ — келесі формула бойынша анықталатын талап етілетін технологиялық процесін қамтамасыз ететін талаптармен туындалған

номиналдыға қатысты қозғалтқыштардың айналу жылдамдығын төмендету кезінде жылуды беруді есепке алатын коэффициент

$$\beta_{wk} = \beta_o + (1 - \beta_o)\frac{\omega_{\text{РК}}}{\omega_{\text{ном}}} \qquad (3.9)$$

онда β_o= 0,7…0,78 — жабық орындау қозғалтқышы үшін. Қозғалтқыштың талап етілетін орта шаршы сәті

$$T_c = \frac{\sqrt{\sum_{K=1}^{n} THk^2 * tp^2 * K}}{\sum_{K=1}^{n} tPK} \qquad (3.10)$$

Қозғалтқыш түрі келесі талаптардан каталогтар бойынша таңдалады:

$$P_{\text{д}} \geq P_{\text{с}}; \qquad (3.11)$$

$$T_{\text{ном}} \geq T_{\text{с}}. \qquad (3.12)$$

Маңызды динамикалық жүктемелер кезінде әмбебап ММ есептеу кезінде шығыс деректер болып табылады:

— ММ құрылымдық схемасы;

—$M_{\text{Н}}$ қоса берілген сыртқы жүктеме ($T_{\text{Н}}$ немесе $F_{\text{Н}}$);

— шығатын буынның талап етілетін жылдамдығы (желілі $v_{\text{вых}}$ немесе бұрыштық $\omega_{\text{вых}}$);

— басқару объектінің инерциялау сәті $J_{\text{н}}$ ($m_{\text{н}}$ салмағы);

— шығыс буынның талап етілетін күші (бұрыштық $\varepsilon_{\text{вых}}$ немесе желілі $a_{\text{вых}}$).

Жылдамдық алу және тежеу ұзындығы белгіленген қозғалыс кезеңінен біршама аз, сондықтан да, динамикалық жүктеме қозғалтқыш жұмысына өте қысқа уақыт аралығында әсер етеді. бұл жоғарыда берілген әдістеме бойынша оны алдын ала таңдау арқылы қозғалтқыш қуаттылығын анықтауға, яғни, динамикалық жүктемені есепке алусыз мүмкіндік береді.

Қозғалтқыш сәтінің шамасына динамикалық жүктемесінің әсері аса маңызды болады. Сондықтан да, келесі формула бойынша динамикалық жүктемені есепке алумен қозғалтқыштың талап етілетін сәтін анықтау қажет

$$T_{\text{д.тр}.max} = \frac{T_H + T_{\text{дин}}}{u\eta} \qquad (3.13)$$

онда $T_{\text{дин}}$ — ММ айналатын бөліктердің тез қозғалымымен және шығыс буынға келтірілген басқару нысанымен туындатылған динамикалық сәт Н·м, тең

$$T_{\text{дин}} = (J_{\text{д}}\, u^2 + J_{\text{пд}} + J_{\text{н}})\, \varepsilon_{\text{вых}} \qquad (3.14)$$

$J_д$ — қозғалтқыш роторын инерциялау сәті, кг·м^2; $J_{пд}$ — қозғалысты қайта түзудің айналатын бөліктерін инерциялау сәті, кг·м^2, тең

$$J_{пд} \approx (0{,}1...0{,}3)J_д u^2, \qquad (3.15)$$

$J_н$ — басқару нысаны инерциясының сәті, кг·м^2.

Электр қозғалтқыштарының соңғы түрі келесі талаптардан стандарттар бойынша таңдалады:

$$P_д \geq P; \qquad (3.16)$$

$$T_{ном} \geq T_{д.тр}; \qquad (3.17)$$

$$T_{д.max} \geq T_{д.тр.max}, \qquad (3.18)$$

онда $T_{д.max}$ — қозғалтқыштардың максималды сәті (стандарттарға беріледі). Деректер болмаған кезде қабылдауға болады

$$T_{д.max} \approx (2{,}0...2{,}2)T_{ном}. \qquad (3.19)$$

Формулаға (3.2) түсініктемеге қайтып орала отыра, 4А және АИР барлық қозғалтқыштары талапты қанағаттандырады деген қорытынды жасауға болады (3.19). аталған талаптарды орындамаған жағдайда үлкен максималды айналу сәтімен қозғалтқышты таңдау қажет.

Күштік элементтерді таңдауды оңтайландыру

Жетек нұсқасын таңдау (қозғалтқыш және қозғалысты қайта түзу) бірдей жүзеге асырылуы мүмкін, сондықтан да, оның құрылымы кезінде оңтайлы шешімге тырмысуы мүмкін. Нұсқа **сапасын бағалау критерийін** таңдау қажет. Критерийдің шұғыл мәні сәйкес келетін оңтайлы деп саналады.

Инженерлік тәжірибеде оңтайландыру критерийі ретінде қолданылады:

– берілген ара-қашықтықта шығыс буынды орналастыру уақыты,
– берілген мәнмен шы,ыс буынның жылдамдығын келісу уақыты;
– ММ салмағы мен габариттерді азайту;
– Үлгілі қозғалыстарды орындау кезінде ММ энергиясын тұтыну.

Маңызды дәрежеде құрылымдау нәтижесі, әзірлеуші қажетті критерийді таңдауына байланысты болады. Мысалы, шығыс буын бұрыштың барынша тездетудің критерийі ретінде таңдау жоғары өнімділік жабдықтары құрамында жұмыс істейтін ММ бағытталған. Қойылған міндеттерді жүзеге асыру үшін келесі формула бойынша қозғалысты қайта түзетушінің оңтайлы бергіш қатынасын анықтау қажет [15]:

$$u_{опт} = \frac{T_H}{\eta * T_{д.max}} + \sqrt{\frac{T_H}{\eta * T_{д.max}}} + \frac{J_H}{J_{д.пд}} \qquad (3.20)$$

Қозғалтқыштың талап етілетін барынша сәті келесі түрде анықталады

$$\text{Т}_{\text{д.тр.}max} = \frac{2}{\eta}\sqrt{J_{\text{д.пд.}}\varepsilon_{max}(J_H\,\varepsilon_{max} + T_H)} \quad (3.21)$$

онда $J_{\text{д. пд}}$ — қозғалтқыштар роторы инерциясының сәті және қозғалтқыш біліне келтірілген қозғалтқышты қайта түзу инерциясының сәті

$$J_{\text{д.пд}} \approx (1{,}1...1{,}3)J_{\text{д}}. \quad (3.22)$$

Электр қозғалтқыш түрін таңдау үшін талаптарды орындау қажет (3.23)

$$T_{\text{д.max}} \geq T_{\text{д.тр.max}}. \quad (3.23)$$

Егер талап (3.23) орындалмаса, онда үлкен барынша айналатын сәтпен қозғалтқышты таңдау қажет.

Оңтайлы бергіш қатынастарымен таңдалған жетек үшін келесі талаптарды орындау қажет

$$\omega_{\text{ном}}/u_{\text{опт}} \geq \omega_{\text{вых}}. \quad (3.24)$$

Талаптар орындалмаған кезде (3.24) үлкен жылдамдықты мүмкіндіктермен қозғалтқыштарды таңдау және мехатрондық модульдерді қайта есептеу жүргізу қажет.

2.2. Қозғалыс түрлендіргіштін есептеу

Бергішті таңдауға арналған критерий оны орындауды қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін құрылымдарды механикалық беру тізбегінде бөлуге мүмкіндік беретін ММ-ға қойылатын техникалық талаптарды атайды [11].

Егер техникалық талаптарды әр түрлерін беруді іске асыруға болса, онда оны таңдау үшін критерийі бола алмайды. Мысалы, қатты буындармен барлық бергіштер ±1мм нақтылығымен жұмыс органын араластыруды қамтамасыз етуге қабілетті. Яғни, ұқсас техникалық талаптар нақты түрдегі бергіштерді таңдау үшін негіздеме болып қызмет ете алмайды, яғни, критерийлер қатарына кірмейді. Кейбір шекке дейін техникалық талаптарды қатайтумен ол критерийлер разрядына ауысады. Техникалық талаптар жұмыс органының нақтылығы ±0,01мм айтылады. Осындай жағдайда, ол, сөзсіз, әрбір бергіш қанағаттандырмайтын критерий болып табылады.

Критерий **жалпыға және арнайыға** бөлінеді. Жалпы деп, кез-келген ММ техникалық тапсырмаға кіретін критерий аталады.

Оларға жатады:

—қозғалысты қайта түзгіштің бергіш қатынасы;

— ПӘК;

— жұмыс органының қозғалыс түрі және жылдамдығы (желілі немесе бұрыштық);

— максималды қолжетімді габариттер және салмақ;

— тапсырыс берушімен шартталған әзірлеу құны және пайдалану шығындары.

Арнайы деп, ММ нақты мақсатымен байланысты техникалық талаптармен шартталған критерийі аталады. Оларға жатады:

— жұмыс органын орын ауыстырудағы қолжетімді кинематикалық ақауы;

— өлі жүрістің қолжетімді шамасы (реверстивтік ММ үшін);

— өздігінен тежеуді қамтамасыз ету;

— басқа критерийлер (анықталған конфигурация, бекіту тәсілі және т.б.).

Бірқатар жағдайда бергішті таңдау жалпы критерийлерді талдау негізінде келтірілуі мүмкін.

Бергіш қатынасы – берудің маңызды параметрлерінің бірі (тісті, бұрамдық, планетарлық және толқынды бергіштерге қатысты беру санының термині қолданылады).

Берілген бергіш қатынасын қамтамасыз ету үшін көп сатылы бергіш жиі қолданылады. Мысалы, принципте цилиндрлік тісті бергіштердің беру саны шектелмеген. Алайда, u = 6,3 бастап, бірсатылы бергіштен екісатылы редукторға көшу ұтымды. Конструкция күрделенеді, бірақ, қомақты және аз габаритті, ол ММ жалпы жақсы әсер етеді. бергіш санын ұлғайтудың маңызды әсері әр түрлі бергіштерден комбинацияны береді, мысалы, бұрамдық және тісті цилиндрлік. Бұрамдық-цилиндрлік редуктор ерекше қиындықсыз с u = 315 орындалуы мүмкін.

Жылжудың винт-гайкасын (ЖВГ), шарик-винттік (ШВБ), айналатын қозғалысты түсетінге қайта түзуге арналған төрткілдеш немесе түсетіннен айналатынға, керісінше, көлемдігі бар бергіш қатынасымен сипатталады.

Айналатын қозғалысты түсетінге қайта түзу кезінде бергіштік қатынасы тең

$$u_{ВП} = \omega_1/v_2, \qquad (3.25)$$

түсетін қозғалысты айналатынға қайта түзу кезінде

$$u_{ПВ} = v_2/\omega_1, \qquad (3.26)$$

онда ω_1 — айналатын буынның бұрыштың жылдамдығы, $с^{-1}$; v — ауысатын буын қозғалысының жылдамдығы, м/с.

Үлкен жүктеме кезінде және қысылған тәртіп кезінде пайдалануға арналған ММ үшін (қосуға көп уақыт, жұмыс органының жоғары жылдамдығы) маңызды болып ПӘК сияқты критерий болады. Одан басқа, оның шамасына ММ энергия шығындары байланысты болады, сондай-ақ, келесі түрде көңілге алу қажет.

Төменгі ПӘК бергіштерге тән, оның жұмысы буындардың қарқынды салыстырмалы жылжуымен ілеседі, яғни, бұрамдық және ВГС. Осы бергіштерді ауыр тәртіпте пайдалану теріс салдардың кешенімен ілеседі:

байланысты беттердің тез абразивтік тозуымен, қыздыруымен, кинематикалық ақаулар мен өлі жүрісті ұлғайтумен.

Барлық бергіштер ММ жұмыс органының талап етілетін тез жүрісін қамтамасыз етуге қабілетті. Конструкциялау кезіндегі қиындықтар, шығыс буынның жоғары жылдамдығы берілген жағдайда ғана емес, сонымен қатар, оған аса төмен, жылжитын жылдамдықты беру қажет. Соңғы жағдайда пайдаланудың принципиалды мүмкіндігі болуы мүмкін, мысалы, көп сатылы цилиндрлік тісті редукторы, бірақ, үлкен механизмі болады, ол габариттердің критерийлері және әзірлеу құны бойынша өтпейді.

Соңғы екі критерийлердің мәні – максималды қолжетімді габариттер мен салмағы, әзірлеу құны және пайдалану шығындары – түсінікті және түсініктемелерді талап етпейді. Ол бойынша баға конструктордан бергіштерді сапасы жағынан, «көп-аз» принципі бойынша сәйкес келуін талап етеді, ол, өз кезегінде, бергіштерді дайындау технологиясы туралы көзқарастарды білдіреді. Салмақты бағыттық анықтау кезінде редукторлардың әр түрлері салмағының эмпириялық тәуелсіздігін олардың басты параметрлерінен айыруға көмектесуге болады: бір сатылы цилиндрлік редукторы

$$m=8000\ a_{wT}^{\ 2,5} \qquad (3.27)$$

екі сатылы цилиндрлік редуктор

$$m=1024\ a_{wT}^{\ 2,5} \qquad (3.28)$$

Шеткі-цилиндрлік редукторы

$$m=12300\ a_{wT}^{\ 2,5} \qquad (3.29)$$

Бұрамдық редукторы

$$m=15600\ a_{wT}^{\ 2,5} \qquad (3.30)$$

онда m —редуктор салмағы, кг; a_w — ось аралық ара-қашықтық, м; a_{wT} — тыныш жүретін сатылардың ось аралық ара-қашықтығы, м.

Формулалар (3.27) — (3.30) шойын корпустармен редукторлар үшін алынған. Алюминий негізінде балқымадан жасалған корпусты орындау кезінде салмақ мәні 1,5…2 есеге азаяды.

Әр түрлі механикалық бергіштерге тән кейбір жалпы критерийлердің мәні 3.1, 3.2 кестелерде келтірілген.

3.1 кестедегі деректерді түсіндіре отыра, көп сатылы планетарлық редукторлар 2К-Н схемасын берудің соңғы қосуы арқылы түзіледі. Бірқатар жағдайда әр түрдегі бергіштер комбинациясы түрінде қозғалтқыштарды қайта түзеткіштің синтезі ұтымды, бұрымдық –цилиндрлік редукторлар мысалында көрсетілген болатын.

3.1 кесте

Айналымды беруге арналған жалпы критерийлердің мәні

Бергіш	**Критерий**		
	u	**ПӘК**	**$\omega_{ро}$, $с^{-1}$**
Тісті цилиндрлік	1…12,5 (1…6,3)	0,98	150…12
Цилиндрлік екі сатылы редуктор	6,3…63 (8…40)	0,96	23,8…2,38
Тісті конустық	1…5	0,97	150…30
Конустық-цилиндрлік редуктор	10…40 (10…31,5)	0,95	15…3,75 (15…4,76)
Пленарлық схема 2*К*-Н	3…9 (4…6)	0,97	50…16,7 (37,5…25)
Толқынды	63…400 (80…315)	0,87…0,81	2,38…0,375 (1,88…0,476)
Бұрымдық	8…80 (10…32)	0,95…0,7	18,8…1,88 (15…4,69)
1. $\omega_{ро}$- қозғалтқыш білігінің бұрыштық жылдамдығы кезінде жұмыс органдарының бұрыштық жылдамдығы 150 $с^{-1}$ 2. Жақшада оңтайлы мәндері диапазондары көрсетілген			

Айналу-түсу бергіштерді бағалау үшін критерийлердің шекаралық мәндерін анықтау қиын болады. Ең алдымен, бұл ВГС беруге қатысты (және жалпы жұмыс беттерінің қарқынды жылжуымен беруге тән). Бергіштің ПӘК шамасында өте кең шектерінде жатады. 3.2 кестеде келтірілген ПӘК мәндері максималды болып табылады, қалыпты жағдайда ол 0,5-тен аспайды.

3.2 кесте

Айналатын-түсетін бергіштер үшін жалпы критерийлердің мәні

Бергіш	**Критерий**		
	uВП, $м^{-1}$	**ПӘК**	**$v_{ро}$, м/с**
Төрткілдеш	10…200	0,96	15(≤ 1,0)
Жылжудың винт-гайкасы	150…3000	≤ 0,7	1,6(≤ 0,1)
Шарик-винттік	150…3000 (300…2000)	0,9…0,95	3,0 15(≤ 1,0)
1. $v_{ро}$- жұмыс органының максималды жылдамдығы. Жақшада оңтайлы мәндері диапазондары көрсетілген			

Жұмыс органы жылдамдығының шамасы туралы айтуға болады.

То же можно сказать и о величине скорости рабочего органа. Оптимальное значение для передачи ВГС $v_{ро} \leq 0{,}1$м/с беру үшін оңтайлы мәнін $v_{ск}$ = 0,25 м/с винттік жұпта салыстырмалы жылжу жылдамдығының аса үлкен мәні бойынша алынады [12]. ШВП үшін оңтайлы мәндердің диапазоны $v_{ро} \leq$

1,0 м/с рұқсат берген кезде алынады, ал винттің айналу жиілігі $n_В \leq 3000$ об/мин.

Жалпы критерийлері бойынша бергішті бағалау олардың конструктивтік және технологиялық ерекшеліктерін білусіз мүмкін емес.

Цилиндрлік тісті бергіш сыртқы немесе ішкі ілісумен орындалуы мүмкін. Ішкі ілгішпен беруде аз габариттер болады, бірақ, сыртқы ілісумен конструктивті және технологиялық күрделі бергіштер болады, сондықтан да, оларды қолдану негізді болуы тиіс.

Барлық жағдайда қисық тісті бергіштерді қолдануға тырысуы тиіс: олар аз габариттері бар және маңызды емес технологиялық қиындату кезінде 30 м/с дейін айналадағы жылдамдықты қамтамасыз етуге қабілетті.

Екі сатылы редукторлардың ең кіші габариттерін алу үшін сатылар арасында жалпы бергіш санын дұрыс бөлу қажет (3.3 және 3.4 кесте). Жалпы бергіш санының мақсаты u, сондай-ақ, тез баратын сатыдағы бергіш саны $u_Б$ және тыныш жүретін сатылар $u_Т$ стандарттық қатарға сәйкес берілген.

ММ, ережеге сай бергіш сандарына қатысты тапсырмаларды нақты орындауды талап етеді және стандарттан алшақ кетуге рұқсат етіледі.

3.3 кесте

Үш осьтік цилиндрлік редукторлар сатысының бергіш саны

u	10	12,5	14	16	18	20	22,4	25	28	31,5	ε 35,5
$u_Б$	3,55	4	4,5	5	5,6		6,3	7,1		8	9
$u_Т$	2,8	3,15				3,55			4		ε 4

Конустық бергіштерді әзірлеу технологиясының ерекшеліктеріне қарай оларды бергіш сандарымен орындау ұсынылады $u \leq 5$. Бұл шектеулер, өз кезегінде, $u > 5$ кезінде екі сатылылар, қалыпты жағдайда, конустық-цилиндрлік редукторлар құрамында конустық бергіштерді қолдану қажеттілігіне келеді. Конустық бергіштердің жүктеу қабілеттілігі (тең салмақ кезінде), цилиндрден қарағанда, сондықтан да, конустықты тез жүретін сатыны жасайды.

3.4 кесте

Қосалқы осьтік цилиндрлік редукторлар сатыларының бергіш сатысы

u	10	12,5	14	16	18	20	22,4	25	28	31,5	35,5	ε 40
$u_Б$	4,5	5	5,6		6,3	7,1			9		10	
$u_Т$	2,24	2,5		2,8		3,15			3,55			ε 4

Осы мән-жайды есепке ала отыра, сондай-ақ, ММ, ережеге сай, қосақты және кіші көлемдермен сипатталуын есепке ала отыра, одан әрі 50 мм $\leq R_e \leq$ 100 мм сыртқы конустық ара-қашықтықпен беруді қарастыратын болады.

Төрткілдік бергіштер ВГС және ШВП-мен бірге түсетінде, сондай-ақ, ШВП сияқты айналу қозғалысын қайта түзу үшін, түсетін қозғалысты айналатынға қайта айналдыру үшін қолданылады.

ВГС берумен салыстырғанда төрткілдік берудің артықшылықтары жоғары ПӘК және ШВП-мен салыстырғанда детальдардың аса қарқынды тозуы – конструкцияның қарапайымдылығы және төмен базасы болып табылады. Алайда, 3.2 кестеде көрінгендей, оны 1-2 есеге беру қатынасы винттелген бергіштерден қарағанда аз болады. Яғни, төрткілдік бергіштер онымен салыстырғанда аса жылдамды.

Бұрымдық бергіш

бычно выполняют с передаточными числами $u \geq 8$ бергіш сандармен орындалады. Бұрымдық бергіштердің артықшылықтары көп бергіш сандардың бір сатысында іске асыруға мүмкіндік, жұмыстың қалқуын және шусыз болуын, бұрымдық виткалар саны кезінде өздігінен тежеуді қамтамасыз ету болып табылады z =1.

Бұрымдық бергіштердің кемшіліктерін есепке алу қажет: төменгі ПӘК қатысты (әсіресе, үлкен u кезінде), дөңгелек тістерін тозуын жоғарлататын қыздыру қаупі.

Бұрымдық бергішті өздігінен тежеуге, егер жүктеу дірілдік сипаттамасы жоқ болған кезде есептелуі мүмкін.

Толқынды тісті бергіштердің бергіш сандардың диапазоны:

$80 \leq u \leq 400$.

Осы бергіш үшін ілесудің көп булылығы салдары кинематикалық ақаулардың және өлі жүрістің аса кіші мәні тән. Кіші габариттерімен және салмағымен салыстырған кезде толқынды бергіштерді 150 кНм-ға дейін айналатын сәттерде шығыс буындарда құруға қабілетті. Толқынды принципте герметикалық жабық кеңістікте айналу сәттерінің шығыс буынын құруға қабілетті. Қазіргі кезде, толқынды бергіш аса перспекивті болады, ал оларды қолдану аясы қарқынды кеңееді.

Алайда, толқынды бергіштерде маңызды кемшіліктер де бар, олардың бастысы – әзірлеу күрделігі, ал бұл – жоғары құнды білдіреді. Сонымен қатар, толқын генераторының максималды айналу жиілігі (яғни, тез жүретін білік) иілімді мойынтіректермен қыздыру температурасымен шектеледі және иілімді дөңгелектері диаметрлері үшін 50,8…203 мм 3500 об/мин, ал 254…407 мм — 1750 об/мин диаметрлер үшін тең. Бірқатар жағдайда, бұл толқын генераторының аса жетілген конструкциясына, басқаға ауысу қажеттілігіне немесе толқынды бергіштерді қолданудан бас тартуға әкеледі. Бергіштің майлау сапасына жоғары сезімталдығын атауы тиіс, өтйкені кіші тістер (0,3…1,25 мм модульдар қолданылады) қарқынды жылжыту жағдайында абразивтік бөлшектер болған кезде тез тозады.

ВГС бергіштері негізінен айналатын қозғалысты түсетінге қайта түзуге және сирек кезде – түсетіннен айналатынға арналған.

Бергіш конструкциясы қарапайым және технологияланған. Бергіштер ақырын және шусыз, жоғары сенімділік бар, микро ауысуды қамтамасыз етуге қабілетті, бір реттік бұрғылау кезінде өздігінен тежеу қасиетіне ие болады.

Бергіштердің кемшіліктері: төменгі ПӘК (қалыпты жағдайда 0,5 жоғары емес) және винт пен гайка виткалары арасында жылжуды үйкеу салдарынан қарқынды тозу.

ШВП жоғары ПӘК (0,9…0,95), кішігірім тозу, барыстың жоғары нақтылығы, майлаусыз жұмыс мүмкіндігі сияқты осындай оң сапасына ие болады. Алайда, ВГС берумен салыстырғанда, олар конструкциясы жағынан күрделі және қымбат. Олардың кемшіліктеріне өздігінен тежеу мүмкін еместігі жатады.

Планетарлық бергіштер конструкциясының ерекшелігі бірнеше тісті жұптардың параллельді жұмыстарында болатын көптеген ағымдылығы болып табылады. Ағымдар бойынша жүктемені бөлу габаритті және редуктор салмағын азайтуға мүмкіндік береді.

Планетарлық редукторлардың конструкциясы төтенше алуан түрлі. Олардың ішінде аса көп бергіш сандарымен механизмдері (10000 дейін), мысалы, эксцентриктік-планетарлық редукторы бар [13]. Алайда, жоғарыда аталғандай, 2К-Н схемасы бойынша бергіш қолданылады.

Планетарлық бергіш ММ конструктивті ерекшеліктерін қолдану үшін ыңғайлы: олар қосалқы осьті. Бұл модульдердің компоновкаларын жеңілдетеді және олардың габариттік көлемдерін азайтады.

Планетарлық бергіштердің кемшіліктері қарапайым цилиндрмен салыстырғанда: конструкция күрделігі, әзірлеу және монтаж нақтылығының жоғары талаптары, бергіш сандарын ұлғайтумен ПӘК маңызды төмендеуі.

«Шестерня-дөңгелек» жұбында тістердің кіші сандарымен айналуға мүмкіндік беретін эвольвенті, ілінгеннен басқа, осындай эксцентриктік-планетарлық конструктивтік схемасы бойынша бергіштер аса перспективті (мысалы, планетарлы-тізбекті), сондықтан да, әзірлеуде аса қауіпті [15].

Мехатрондық модульдер қозғалысын қайта түзуді есептеу ерекшеліктері

ММ қозғалысын қайта түзушіні есептеу кезінде механизмдердің осы санаттарына ұсынылатын талаптарда маңызды айырмашылығы салдарынан жалпы мақсаттағы бергіштердің есептерінен бірқатар айырмашылықтар бар.

Талаптарды қарастыра отыра, әзірлеу құны сияқты осындай негізгі көрсеткіштен бастауы тиіс.

Жалпы мақсаттағы бергіш үшін, әзірлеу құны материалдарды және термоөңдеу таңдауының негізгі критерийлерінің, әзірлеу технологияларының, майлау құралдары мен тәсілдерінің және т.б. бірі болып табылады, ал салмақ көлемдері екінші жоспарға барады. ММ бергіштер кезінде, керісінше, қомақтылық, кіші габариттер мен салмақ бағаланады, ал құны аз мәнде болады. Осыдан – жоғары сенімді болаттан бергіштердің детальдарын әзірлеу, ал корпустар – жеңіл балқымалар мен композиттерден әзірлеу, жаңа әзірлемелерді конструкциялау және механизмдерді пайдалану саласында және т.б. қолдану.

Ережеге сай, жалпы мақсаттағы бергішке техникалық тапсырмада жұмыс органдарын ауыстыру нақтыылғына кез-келген талаптар жоқ. Оның құрамына осы бергіштер кіретін жетектер немесе нақты ауыстыруларды

өңдеуге арналмаған немесе нақтылықтың қойылған міндеттемелерін орындау үшін жеткілікті арнайы құрылғыларды қамтамасыз етеді, ал бергіштер «жауапкершіліктен босатылады». Ерекшеліктер ВГС және ШВП құрайды, өйткені олардың өзіндік конструкциясы жоғары нақтылықпен ауыстыруға қабілетті.

ММ қозғалысын қайта түзу үшін, кинематикалық нақтылық талаптары және өлі жүрісті шектеу ұқсас болады. Шынында, жоғары нақтылықпен ауыстыруды жетілдіруге арналған. Ал бұл, өз кезегінде, есепке жігн бергіштің конструкциясына белгі салады. Тісті дөңгелектің түйісу түрлері өзгереді, нақтылықтың аса жоғары дәрежесі тағайындалады, мойынтіректік тіректерде радиалды және осьтік саңылауларды жоюға арналған конструктивті шараларды қолданады. Көптеген жағдайда, жалпы мақсаттағы бергіштер ауырға есептеуде және пайдаланудың аса ауыр тәртіптері әзірленеді. Бұл қолжетімді кернеу мәндерінен аз болады, ал қорытынды – бергіш детальдардың кішігірім көлемдері.

ММ бергіші негізінен қайталау-қысқа уақытылы тәртіптерде жұмыс істейді (жеңіл және орта). Кернеуді жоғарлату мүмкіндігі пайда болады, ол жиынтықта материалдардың жоғары мықты сипаттамаларымен жауапты детальдардың көлемдерін азайтуға әкеледі. Олардың қаттылығы төмендейді, деформацисы және онымен байланысты өлі жүрісі өседі. Сондықтан да, ММ бергіш механизмдерді есептеу кезінде детальдар қаттылығы мәселелеріне көп көңіл бөлуі қажет [14].

Есептердің нәтижелеріне сәйкес ММ бергіш детальдарының көлемін аса мұқият келтіру ретінде болатын ерекшелікті атап айту қажет. Осындай жағдайға мысал ретінде тісті бергіш дөңг

елегінің білігі келтірілуі мүмкін.

Біліктерді конструирлеу әдістемесіне сәйкес, білік учаскелерінің диаметрлерін алдын ала тағайындайды, ал кейін тығыздыққа тексереді. Тығыздықтың минималды қолжетімді қоры кезінде $[s]_{min} = 1,6$, тығыздықтың есептік қоры аса жүктеме қиылысында $s = 4$ құрайды. Жалпы мақсатты беру үшін нәтижені қанағаттанарлық деп санайды және білік көлемдері өзгеріссіз қалады. Егер салмақты азайтудың қатаң талаптары ұсынылатын ММ бергіші саты диаметрлерін азайту арқылы s –тың $[s]$ жақын болу мүмкіндігі туралы мәселені шешу қажет [14].

ММ қозғалысының кез-келген қайта түзушісіне жоғарыда аталған талаптардың бірқатар кешені ұсынылмайды.

ММ қозғалысын қайта түзуді әзірлеу әдістемесінде келесі кезеңдер бар:

—жалпы және арнайы критерийлер бойынша қайта түзгіштің түрін таңдау;

— оның негізгі құрылымдық параметрлерін анықтау мақсатымен бергіштің жобалық есебі;

— бергіштің тексеру есебі;

— қозғалысты қайта түзудің эскиздік компоновкасы;

— біліктерді құрылымдау және мойынтіректерді алдын ала таңдау;

— корпус элементтерінің көлемін анықтау;

— қозғалысты қайта түзу эскизін әзірлеу;
— мойынтіректерді, біліктерді, құрамаларды тексеріп есептеу;
— майлау және майлау материалдары тәсілдерін таңдау;
— сызу-құрылымдық құжаттамаларды әзірлеу.

4 ТАРАУ. ДЕТАЛЬДАРДЫ МЕХАНИКАЛЫҚ ӨҢДЕУ

4.1 Конструкторлық және технологиялық құжаттама

Технологиялық құжаттама деп детальдарды әзірлеудің технологиялық процестерін орындауды реттейтін құжаттарды атайды. Технологиялық құжаттама, басшылық үшін өндірістік процесс болып табылатындай етіп қызмет етеді.

Техпроцесс кедергісіз және бұзылусыз әрбір жұмыс орнында орындалуы үшін, арнайы дайындық жұмыстарын жүргізу қажет. Сондықтан да, технологиялық құжаттамаларда сол технологиялық процесті орындау үшін ғана емес, сонымен қатар, өндірісті дайындау үшін де таусылмайтын мәліметтер болуы тиіс.

Технологиялық құжаттамалардың түрлері МЕМСТ 3.1102-70, ал жалпы мақсаттағы құжаттарды ресімдеу қағидалары - МЕМСТ 3.1105-71 айтылған.

Механикалық өңдеу процестерінде технологиялық құжаттаманың құрамына кіреді: бағыттық карта, операциялық карта, эскиздер және схемалар картасы, технологиялық құжаттамалардың ерекшеліктері, технологиялық нұсқаулық, материалдық ведомосі, жабдықтау ведомосі және басқа да құжаттар. Технологиялық құжаттар мәтіндік және графикалық болып бөлінеді.

Мәтіндікке толық мәтін жататын нұсқаулықтар, сипаттамалар және басқа да құжаттар, сондай-ақ, технологиялық процестер картасы, ведомостер және басқа да құжаттар жатады, онда мәтін бағандарға бөлінген. Бағыттық карта (МК) жабдықтар, құралдар, материалдық, еңбек және басқа да нормативтер бойынша тиісті деректерді көрсетумен технологиялық кезектілікте барлық операциялар бойынша бұйымды әзірлеудің технологиялық процесін сипаттау кіретін құжатты білдіреді. Операциялық карта (ОК) – ауысулар бойынша әр түрлі операциялармен және жұмыс режимдерін, есептік нормаларды және еңбек нормативтерін көрсетумен бұйымдарды дайындаудың технологиялық процестері операцияларын сипаттау кіретін құжат.

Эскиздер мен схемалар картасы (ЭК), онда операция мазмұнын толықтыратын немесе түсіндіретін оның жеке элементтері мен бұйымдарды дайындаудың технологиялық процестерінің графикалық - суреті бар құжат болып табылады.

Технологиялық нұсқаулықтар (ТН), жұмыстың ерекше тәсілдерін, технологиялық процесті бақылау әдістемесін, жабдықтарды және құралдарды пайдалану ережелерін, қауіпсіздік шараларын сипаттау, сондай-ақ, технологиялық процестердің жеке операцияларын орындау кезінде болатын физикалық-химиялық құбылыстарын сипаттау кіретін құжатты білдіреді.

Материалдық ведомосі (МВ), өндірісті дайындау үшін алдын ала деректері бар құжатты ұсынады. Ол бұйымды әзірлеудің технологиялық процесін орындау кезінде қолданылатын материалдарға құрылады. МВ материалдарды дайындаудың технологиялық процесін орындау кезінде қолданылатын материалдарға құрылады. МВ материалдардың шығындары

нормаларының детальды және салыстырмалы ведомосі болып табылады. Жабдықтау ведомосі (ЖВ) – бұйымды әзрлеудің технологиялық процесін жабдықтауға қажетті арнайы және стандартты аспаптар мен құралдардың тізбегі кіретін құжат. Бұл ведомость технологиялық процестер картасының негізінде құрылады.

Әзірлеу дәрежесіне байланысты технологиялық құжаттар жобалыққа және жұмысқа бөлінеді (жұмыс құжаттамасы).

Технологиялық құжаттамаға, олар бойынша техникалық бақылау жүзеге асырылатын құжаттар жатады (операциялық карта және техникалық бақылау ведомосі).

Сызбалар мен басқа да құжаттаманы технологиялық бақылау онда қателерді алып тастау, детальдар құрылымының технологиясын жақсарту (қарапайымдату), әсіресе күрделі үшін және жауапты мақсаттағы детальдар үшін, өңдеудің белгіленген процестерімен детальдарды байлау үшін жүргізіледі. Сонымен қатар, механикалық өңдеуді, оның біріздiлігін, жоғары өндірістік әдістерді қолдану мүмкіндігін, өңдеу нақтылығы мен беттердің тазалығына қойылатын жоғары талаптарды, конструктивті базадан технологиялыққа ауысу талаптарын қиындататын конструктивті кемшіліктерді анықтайды, сондай-ақ, көлемді тізбектер мен көлемдерге рұқсат беруді тексеру жүргізеді. Құрылымын өзгерту бойынша ұсынылған детальдар және осындай бақылау процесінде түскен басқа да ұсыныс конструкторлық бөліммен қарастырылады және қажет болған жағдайда сызбаға тиісті өзгерістер енгізіледі.

Технологиялық құжаттаманың норма бақылауы МЕМСТ 2.111-68 сәйкес өткізіледі. Стандарттар және басқа да құжаттарда, түбегейлі технологиялық процестерді ауыстыру мүмкіндігінде, сондай-ақ, оларды типизациялау мүмкіндінде белгіленген технологиялық көрсеткіштердің, сапаға және сынау әдістеріне қойылатын талаптарына сәйкес келуі тексеріледі.

Технологиялық тәртіп. Технологиялық карталар мен нұсқаулықтар түрінде ресімделген технологиялық процес әрбір жұмыс орнында қатаң және нақты орындалуы тиіс. Сызбалардың, техникалық талаптардың, технологиялық карталардың, белгіленген тәртіптердің талаптарын бұзу өндірісте жоғалтуға, кейде, детальдардың ақауларына әкеледі. Сондықтан да, өндірісте технологиялық тәртіптерді бұзуға жол берілмейді. Белгіленген технологиялық тәртіпті қолдау, оны орындауға жүйелі бақылау детальдарды өңдеудің ұтымды тәсілдерін қолдануға, жоғары сапалы өнімдерді шығаруға, өндірістік жоғалтуларды төмендетуге көмектеседі.

Технологиялық тәртіпті сақтау, технологиялық процестерден анықталған ауытқушылардың себептерін және сипаттамасын анықтау және шығарылатын өнімдер ретінде тұрақтылықты қамтамасыз етуге бағытталған іс-шараларды әзірлеу үшін, «Технологиялық бақылаудың операциялық картасы» енгізілді (МЕМСТ 3.1410-71). Осындай бақылау өндіріс барысында технологиялық процестерді сақтауды жүйелі және арнайы тексеру арқылы жүзеге асырылады.

Жоғары технологиялық тәртіп – цехтің жеке қызметкерінің де, сондай-ақ, барлық ұжымның да ойдағыдай жұмысының кепілі.

Алайда, технологиялық процестер ұзақ уақыт бойы өзгеріссіз қалуына жол беруге болмайды. Техникалық прогрестің әсерімен өндіріс үздіксіз жетілдіріледі, жоғары қасиеттері, өңдеудің прогрессивтік әдістері, құралдар және аспаптары бар жаңа материалдар пайда болады. Сондықтан да, технологиялық процесс, қалай жақсы әзірленген болса да, өндіріс новаторларының ғылымдағы, техникадағы және тәжірибедегі соңғы жетістіктері базасында тұрақты жетілдіруді қажет етеді. Технологиялық процестерді оларды жетілдіру мақсатында өзгерту белгілі тәртіпте жүргізіледі. Өзгерістер жоспарлық тәртіпте технологиялық бюросына (зауыт немесе цех) немесе өндіріс новаторларының рационализаторлық ұсыныстарымен енгізілуі мүмкін.

Технологиялық құжаттамаларды әзірлеу ТҚБЖ – технологиялық құжаттамалардың бірыңғай жүйесі стандарты негізінде жүзеге асырылады.

Технологиялық процесс – (латынның processus — қозғалыс) – бұл кез-келген нәтижеге қол жеткізу үшін әр түрлі жабдықтарды жүзеге асыратын өндірістік процестердің бір бөлігі. Технологиялық операциялар – бұл технологиялық процестердің аяқталған күні. Бір жұмыс орнында орындалады. Осы негізгі есептік бірлік өнімділікті анықтау, жабдықтарды жүктеуді жоспарлау және еңбекті технологиялық нормалау үшін. Технологиялық операциялар технологиялық ауысудан тұрады.

Технологиялық ауысу – бұл өңделетін даярламаны белгілі орнату кезінде бір жұмыс орнында орындалатын операциялардың бір бөлігі.

Негізгі технологиялық құжаттамалары карталар болып табылады (технологиялық, операциялық, бағыттық). Сіз технологиялық карталар бойынша жұмыстың жеткілікті тәжірибесі бар. Осы құжатқа анықтама беріңіз.

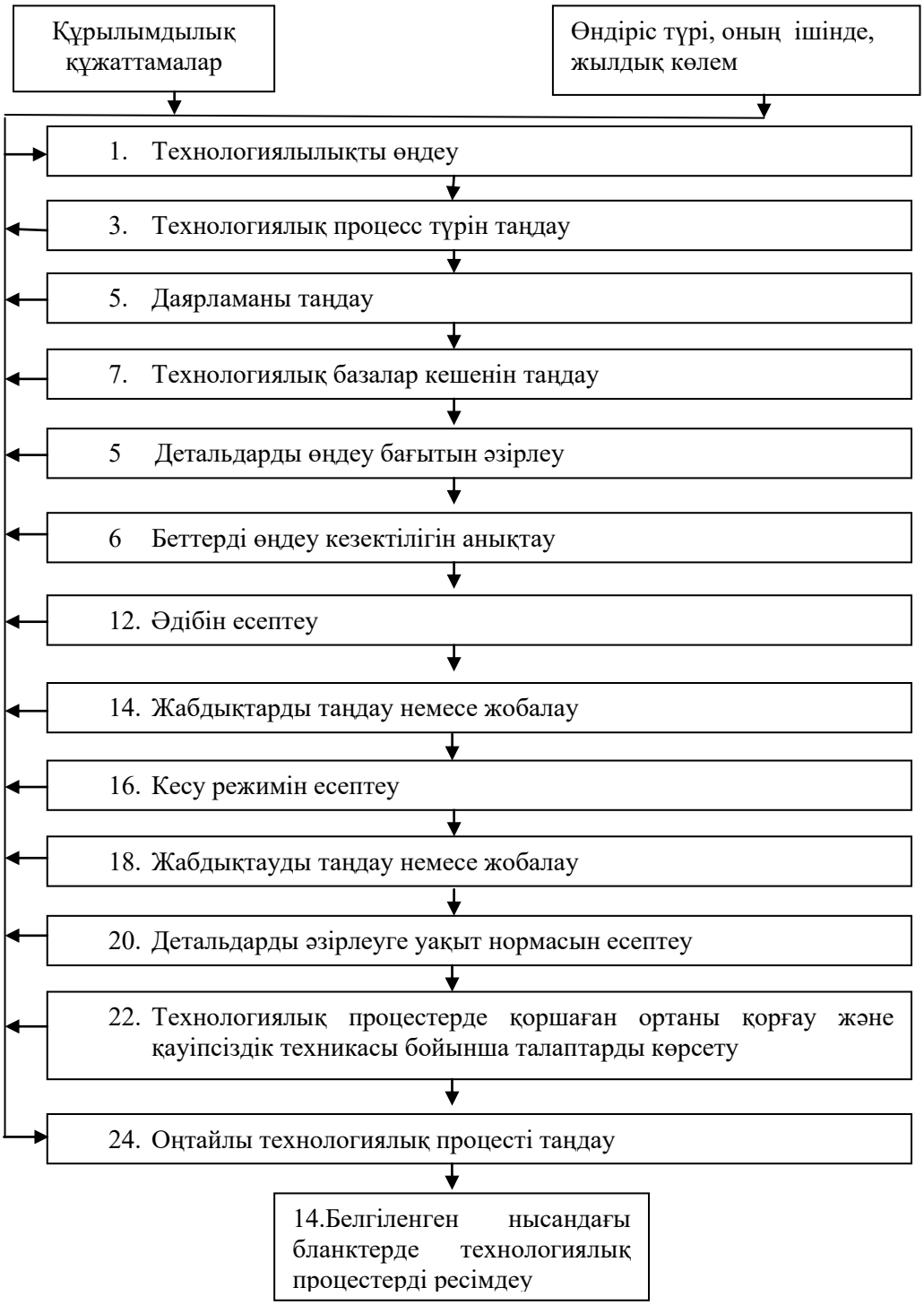
Технологиялық карта – бұл технологиялық құжаттаманың нысаны, онда бұйымдарды өңдеудің барлық процесі жазылған, операциялар және олардың құрамдас бөліктері, материалдар, өндірістік жабдықтар және бұйымды әзірлеу үшін қажетті уақыт, қызметкерлердің біліктілігі және т.б. көрсетілген.

Операциялық карталарда ауысымдар тізбесі, қондырғылар және қолданылатын құралдар тізбесі бар. Бағыттық картасында барлық ауысымдар бойынша бірінен кейін бірін детальдарды немесе бұйымдарды әзірлеу технологиясында жеке бағыттарды (жолдарды) сипаттау кіреді.

Технологиялық процестерді әзірлеу кезінде детальдарды механикалық өңдеудің кезеңдерін орындау кезектілігі технологтардың ұзақ тәжірибесінен алынған. Бұл жұмыстың кезектілігін қатаң емес орындамау, ал орындалған алдыңғы кезеңдерге қайтарумен технологиялық процестердің әр түрлі аспектілерін жан-жақты қарастыру.

Шығыс ақпарат

Негізгі ақпарат – бұл құрылымдық құжаттама (сызулар, ТШ және т.б.) және өндірістің белгілі түрі үшін өндірістік бағдарлама (жылдық, партия шамасы және т.б.) (4.1 - сурет).



4.1 - сурет. Құжаттардың кезеңдері

Басқарушы ақпарат – бұл мемлекеттік стандарт - ЕСТПП, ТҚБЖ, МЕМСТ және кәсіпорын стандарты (КСТ), детальдар мен операциялар

жіктемелері, еңбек нормативтері, қолданыстағы бірыңғайландырылған технологиялық процестер, нұсқаулықтар және т.б. жобалаудың шынайы жағдайында – олармен күрделі цехтердің, учаскелердің болуын, олардың маманданууын, жабдықтармен жабдықталуын және т.б. түсіндірілетін өндірістік талаптар. Жобалық технологиялық процестерді әзірлеген кезде (нақты талаптар болмаған кезде, соның ішінде, курстық жобаларды әзірлеу кезінде) өндірістік талаптармен басшылық етпейді. Бірқатар жағдайда, өндірістік талаптар жаңа бұйымды өндіруді игеруге қатысты өзгеруі мүмкін.

Ақпараттық анықтама – бұл анықтамалықтар, каталогтар, жабдық паспорттары, әр түрлі құралдар және т.б., соның ішінде режимдер, кесулер бойынша анықтамалық кестелер және т.б.

1. Өндіріс түрін есепке алумен технологиялыққа детальдардың құрылымын өңдеу. Бұл кезеңсіз технологиялық процестерді әзірлеуге кірісуге болмайды.

2. Технологиялық процестің түрін келесі көрсеткіштер бойынша таңдау.

2.1. Әзірлеу әдістемесі бойынша – бірыңғайландырылған немесе бірыңғай технологиялық процесс. Егер бірыңғайландырылған болса, онда үлгілі немесе топтық технологиялық процесс. Технологиялық процестерді әзірлеу қағидаларымен анықтайтын ЕСТПП стандартына сәйкес, оларды жобалау келесі тәртіпте жүргізіледі:

– жіктеме бойынша деталь кодын анықтау;

– бірыңғайландырылған технологиялық процестерді әзірлеу ұтымдылығы және мүмкіндіктерді анықтау үшін конструктивтік және технологиялық жинақылық белгілері бойынша детальдарды топтастыру;

– топтық немесе үлгілі технологиялық процестерді әзірлеу мүмкін болмаған жағдайда өндіріске енгізілген прогрессивтік шешімдер базасында бірыңғай технологиялық процестерді әзірлейді.

2.2. Мақсаты бойынша – жобалық, жұмыс немесе перспективті. Жобалық деп нақты кәсіпорынға «байлаусыз» әзірленеді. Жұмыс деген түрі өндіріске қосылуы мүмкін. Перспективті технологиялық процестерді енгізу үшін белгілі ғылыми-зерттеу жұмыстарын орындау және оны өндіріске енгізу қажет.

2.3. Жобалау кезінде литерді таңдауды жүзеге асырады. Бұл детальдарды сызуда да, сондай-ақ, технологиялық құжаттамада да енгізілетін шартты белгілер. Қабылданған белгілер: П – алдын ала жоба, О – тәжірибелі үлгі; А белгіленген серия, Б – орнатылған сериялық және массалық өндіріс, И – бірыңғай өндіріс.

2.4. Ресімдеуді детальдау дәрежесі бойынша – бағыттық, бағытты-операциялық немесе операциялық.

Бағыттық сипаттама – бұл ауысуды және технологиялық тәртіптерді көрсетусіз оларды орындау кезектілігінде барлық технологиялық операцияларды қысқаша сипаттау. Операциялық сипаттама – бұл ауысуларды және технологиялық тәртіптерді көрсетумен оларды орындау бірізділігінде барлық технологиялық операцияларды толық сипаттау.

Бағытты-операциялық – бұл бағыттық картада технологиялық операцияларды қысқаша сипаттау, бірақ, жеке операцияларды толық сипаттау.

3. Даярламаны таңдау.

Даярламаны таңдауға әсер етеді: детальдардың құрылымы және шығару түрі.

4. Технологиялық базалар кешенін таңдау.

5. Детальдарды өңдеу бағытын әзірлеу.

Технологиялық операциялардың біріздiлігін және құрамын анықтайтын технологиялық бағытты әзірлеу аса маңызды жұмыс болып табылады.

Ең алдымен, саралаумен және операцияларға көңіл бөлумен басшылық етеді. саралау – бұл барлығы бір өтпе жолы бар процестерді бірқатар қарапайым операцияларға бөлуі.

Артықшылығы – операция қарапайымдылығы, ал осындау және қарапайым арзан жабдықты, қарапайым стандартты құралды, аспаптарды таңдау мүмкіндігі және төмен біліктілігі бар жұмысшылар мен күйге келтірушілерді қолдану мүмкіндігі. Кемшіліктері – бір рет емес базаларды ауыстыру және өндірістік циклдерді ұзарту есебінен нақтылықты төмендету. Концентрация – процесті құру оларды күрделету есебінен операциялардың аз саны болуы мүмкін. Бұл жерде нақтылық жоғарылайды, өндірістік циклдің ұзындығы төмендейді, бірақ, жабдықтар мен күйге келтіру күрделенеді, станокты күйге келтіретін қосымша уақыт ұлғаяды, біліктілігі жоғары күйге келтіруші қажет. Операцияның концентрациясына мысал орталықтарды өңдейтін бағдарламалық басқарумен станоктарды енгізу болып табылады және т.б. таңдау критерийі, әрине, процестің тиімділігі, аса жоғары өнімділігі және жоғары сапаны қамтамасыз ету кезінде төмен өзіндік бағасы болып табылады.

Бағытты таңдау өңдеу процесінде нақтылықты анықтайтын базаларды дұрыс таңдауға байланысты.

Бағыт нақтылықты қамтамасыз ету, станоктарда нақты сипаттамаларды сақтау, сондай-ақ, ең алдымен жауапты операцияларды өткізу мақсатында алғаш жазылған және таза операцияларға бөлінеді, онда ақаудың болуы мүмкін, ал процестің соңында – жауапты операциялар аз.

Осындай кезектілік жауапты, қымбат тұратын детальдарды әзірлеу кезінде аз шығындарды өндіруге мүмкіндік береді. Мысалы, корпустық, құйылған және т.б. бұйымдар.

Бағыт термиялық операцияларды орындау кезінде жеке бөліктерге бөлінеді. Қажет болған кезде слесарьлік операцияларды (мысалы, қылауды тазалау), кесектерді дөңгелету, рихтовкалау, сондай-ақ, басқа да операциялар, мысалы, бақылау, жуу, термиялық өңдеу, таттануға қарсы жабындыны салу кіреді [13].

Операциялар мен ауысымдар кезектілігіне әсер ететін қосымша мән-жайлар: базалық беттердің нақтылығы, осы базалардың көмегімен өңделетін беттердің нақтылығына қарағанда, аса жоғары болуды талап етеді. Бұл әрбір нақты деталь үшін түзетілетін өңдеудің бағытын таңдау кезіндегі негізгі

жағдайлар. Бірыңғайланған технологиялық процестер үшін бағытты таңдау қарапайымдатылады.

6. Беттерді өңдеу біріздiлігін анықтау.

Әрбір технологиялық операция жеке құжатта – операциялық картада сипатталуы мүмкін. Оқу жобасында операциялық карталарда механды өңдеу операцияларын міндетті түрде ресімдеу қажет. Операциялық карта сериялы және жаппай өндіріс үшін әзірленген және бағыттық картаға қосымша болып табылады. Операциялық карта ауысымдарды орындау біріздiлігін, технологиялық жабдықтау, технологиялық тәртіптер мен еңбек шығындары туралы деректерді көрсетумен операцияларды сипаттайды. Өңдеудің әрбір әдісі үшін және жабдықтың жеке түрлері үшін операциялық карталардың өзіндік нысандары бар. Кесумен механикалық өңдеуге арналған операциялық карталар әдістемелік нұсқауларда ұсынылған.

Технологиялық операцияларды әзірлеу детальдарды операциялық элементарлық беттерге бөлуден басталады. Сонымен қатар, белгілі құралмен оларды өңдеу мүмкіндігі анықталады.

Әдістемелік нұсқауларда әр түрлі станоктарда беттерді өңдеудің схемасы келтірілген. Ауысудың толық жазбасы, егер операциялық эскизі жоқ болған кезде қолдану қажет. Операциялық эскиз болған кезде қысқартылған жазбаны қолдану қажет. Операциялық эскиз детальдарды өңдеу бойынша графикалық иллюстрациясы ретінде қызмет етеді. эскизде осы операциядан кейінгі деталь шығады. Эскиз – бұл орнатылған және тірек беттеріндегі кемшіліктерді, кедір-бұдырды және шартты белгілерді көрсетумен осы операциядан кейін детальдарды сызу.

Эскиз операциялық картада немесе операциялық картада жеке сызбада орындалады. Оқу жобалауында операциялық эскизді орындау міндетті.

Ауысымдардың мазмұнын анықтаудан кейін, яғни, қандай құралдармен әрбір операциялық элементарлық беттерді алуға болатындығын анықтағаннан кейін өтпелердің, әдіптердің санын, талап етілетін нақтылықты және беттің сапасын қамтамасыз етуін есепке алумен құралдардың санын қысқарту мүмкіндігін қарастырады. Операцияда бір және одан да көп қондырғылар болуы мүмкін, сондай-ақ, бір және одан да көп ауысымдар болуы мүмкін. Алдымен, қондырғылардың, ал одан кейін ауысымдардың санын және кезектілігін анықтайды.

Ауысымдардың кезектілігін құрастыру бойынша әдістемелік жұмыс:

1. Бірнеше реттік өңдеуді талап етілетін детальдардың аса жауапты беттердің және басқа беттердің пайда болуы.

Барлық осы беттерді 2 топқа бөледі: а) басқамен бірге, мысалы, біріккен осьтің айналу бетімен және оған жақын қапталдарымен өңделген беттер; б) жеке операцияларда өңдеуді талап ететін беттер, мысалы, тісті шір тістері және т.б.

2. Өңдеуге жол беретін беттер бірден соңғы болып пайда болады.

3. 1,2 тармақтар бойынша алдын ала беттерді және олар үшін таңдалған өңдеу схемаларын қарастырады. Осы ауысымдардың біркелкілігі, ең қаттыдан және біртіндеп нақты беттерге ауыса отыра бағаланады.

Нақтылықтың талап етілетін дәрежесіне бағыттала отыра, таңдалатын станоктар мен құралдардың мүмкіндіктерін есепке ала отыра, бір ауысымға бірнеше беттерді өңдеуді біріктіреді.

4. Ауысымдарды орындау бірізділігін көрсетеді.

7. Әдіптерді есептеу.

Әдіп – бұл басқа операцияға кейін алып тастау үшін арнайы қалдырылған материалдың қабаты. Даярламаның барлық беттері, нақты және таза болуына қарамастан, олар құйылған немесе мөр басылған болса да, қосымша механикалық өңдеусіз пайдалану жағдайында қолданылуы мүмкін емес. Жеткіліксіз тегістік, тура сызықтық, цилиндрлік, беттердің қосалқы осьтілігі және т.б. қосымша өңдеусіз осындай беттерді қолдануға мүмкіндік бермейді. Талап етілетін нысандарды, көлемдерді және кедір-бұдырларды алу мақсатымен осы беттерді өңдеу процесінде алып тастауға жататын материалдың қататын әдіп деп атайды. Әдіп өңделетін бетке перпендикулярлы бағытта өзгереді және мм өлшенеді.

Минималды операциялық әдіп келесі құрамдас бөліктерден жиналады:

$$Z_{мин.\ опер.} = R_{мах.} + h_{п.с.} + D_у + D_{доб} \qquad (4.1)$$

онда: $R_{мах.}$- алдыңғы операциялардан кейін тегіс еместердің аса үлкен биіктігі;

$h_{п.с.}$ – алдыңғы операциялардан кейін (механикалық өңдеуден кейін) физикалық бұзылған беткі қабаттардың тереңдігі немесе даярламаның көміртексіздендірілген қабаты,

$D_у$ – кесуші құралды және алдыңғы операцияға дайындаманы орнату нақтылығын тудырмайтын кемшілік;

$D_{доб.}$ – созылған және күрделі кеңістіктік детальдарды өңдеу кезінде есепке алынатын қосымша құрамдас бөлігі, осьтің қисық нысандарын бұрмалау беттерінің өзара орналасуында ауытқулардың векторлық сомасы, беттердің паралелль еместігі және даярламада алдындағы операциялар кезінде алынған басқалар.

Операциялық әдіп негізінен құрамдасқа hп.с байланысты. Беттік, ақаулық қабаттарын алғаш өңдеу кезінде үлкен. Даярламадағы $R_{мах.}$ мәндері де үлкен. Бұл жерде әдіптің мәні көбірек. Таза операцияларда операциялық әдіп аз, ал жеке операцияларда аз болады. Өңдеуге жалпы әдіп операциялық әдіптер сомасы ретінде анықталады, ал осы параметр бойынша даярлама көлемі – осы параметр бойынша дайын детальдардың көлемінің және операциялық әдіптер мәндерінің сомасы ретінде болады. Осы параметр бойынша даярламаның көлемін тағайындау кезінде дайын деталінің көлеміне алдымен әрлеуге әдіпті қосу, кейін тазалап өңдеу және кейін алғашқы өңдеу қажет.

Әрбір аралық көлемде операциялық рұқсаттама белгіленеді. Цилиндрлік деталь үшін әдіп шамасының мәні екі есеге көбееді және саңылаулар үшін көлемге қосылмайды, оның орнына есептеледі.

Әдіптердің есебі аса жауапты операциялар кезінде, детальдарды жаппай және сериялық әзірлеу кезінде ғана жүргізіледі. Ережеге сай, әдіп анықтамалар кестесі бойынша анықталады, олар есептер мен эксперименталды деректер негізінде құрылған. Жоғарыланған әдіп материалды асыра шығындауға, төмендетілген – детальдың ақауына әкеледі.

8. Жабдықтарды таңдау немесе жобалау.

Жабдықтарды таңдау келесіге байланысты болады: өндіріс түрі, бірыңғайланған технологиялық процестерді, көлемдерді, нақтылық пен кедір-бұдырлықты және т.б. талап ететін детальдарды қолдану. Маңызды өндірістік күштерді – жабдықтардың болуын, оны жүктеуін және т.б. есепке алу қажет. Кейде технолог арнайы жабдыққа тапсырыс қажеттілігін анықтайды.

9. Кесу тәртіптерін есептеу.

Тәртіптерді белгілеу кесумен механикалық өңдеу бойынша тарауда берілген. Есептер анықтамалық бойынша немесе ДК бағдарламалық қамтамасыз ету көмегімен жүргізіледі.

10. Жабдықтауды таңдау немесе жобалау.

11. Детальдарды әзірлеуге уақыт нормаларын есептеу.

Нормалау алдында келесілерді белгілеу қажет: операция көпстанокты қызмет етудің әдісімен орындалады, онда уақыт басқа операцияның уақытымен жабылуы мүмкін. Нормалау келесі әдістермен жүзеге асырылуы мүмкін: а) тәжірибелі-статистикалық нормалау, олар, негізінен өндірістің бірыңғай түрінде кездеседі; б) есептік (техникалық) нормалау, олар жаппай және сериялы өндірісте қолданылады.

Детальдың бір данасын әзірлеу уақыты даналық уақыт деп аталады $t_{шт}$, ол келесі формуламен анықталады:

$$t_{шт} = t_o + t_{всп} + t_{обсл} + t_{отд} \qquad (4.2)$$

Негізгі уақыт - to – бұл детальдар бетінің нысандарының, көлемдерінің және кедір-бұдырлығының тікелей өзгеру уақыты. Негізгі уақыт, ең алдымен токарьлық операция кезінде келесі формула бойынша анықталады:

$$t_o = L\ i\ /\ ns \qquad (4.3)$$

онда: L – детальдың өңделетін бетінің ұзындығы,

i – ауысымдардың саны, яғни, өңделетін беттер бойынша құралдар ауысымының саны, n-шпиндельдің айналу жиілігі, s - бергіш.

Қосымша уақыт - $t_{всп}$ – нормативтік бойынша анықталады және үш негізгі бөлімнен тұрады: орнатуға уақыт, детальдарды бекіту және алып тастау; ауысумен байланысты уақыт (суппорт немесе үстелді ауыстыру, айналым және беру сандарын ауыстыру және т.б.); бақылауға және өлшеуге уақыт. Сома $t_o + t_{всп}$ - $t_{оп}$ оперативті уақыт деп аталады.

Қызмет көрсетуге уақыт - $t_{обсл}$ – техникалық және ұйымдастырушылық қызмет көрсетуге бөлінеді. Техникалық қызмет көрсету келесілерден тұрады:

құралдарды ауыстыруға уақыт, станоктарды күйге келтіруге уақыт, өзекті ауыстыруға уақыт және т.б.

Ұйымдастырылған қызмет көрсету келесілерден жиналады: станокты майлауға уақыт, құралдарды жаюға және күтуге уақыт, жұмысшыға нұсқама жүргізу уақыты және т.б.

Демалысқа және табиғи қажеттіліктерге уақыт - $t_{отд}$.

Қызмет көрсетуге уақыт және демалысқа уақыт нормативтер бойынша анықталады және шамамен оперативті уақыттың 5-6% құрайды.

Деталь партиясының өзіндік құнын есептеу кезінде даналық-калькуляторлық уақыт қолданылады - $T_{шт.к.}$, ол келесі формуламен анықталады:

$$T_{шт.к.} = t_{шт} + T_{пз} / N. \quad T_{пз} \qquad (4.4)$$

Бұл алуға жұмсалатын дайындық-қорытынды уақыты: сызуға, технологиялық процеске, даярламаға, құралға, сондай-ақ, бастапқы нұсқама жүргізуге, станокты күйге келтіруге және жұмыс орнын жұмысты орындалғаннан кейін жинауға кететін уақыт. N – партияда детальдардың саны. Өндірістің жаппай түрінде $T_{пз} = 0$. Осыдан өндірістің жаппай түрінде $t_{шт} = t_{шт.к.}$.

12. Қауіпсіздік техникасы және қоршаған ортаны қорғау бойынша нұсқаулар. Осы нұсқаулар міндетті түрде қолданыстағы нормативтік талаптар негізінде әрбір технологиялық процесінде өткізіледі.

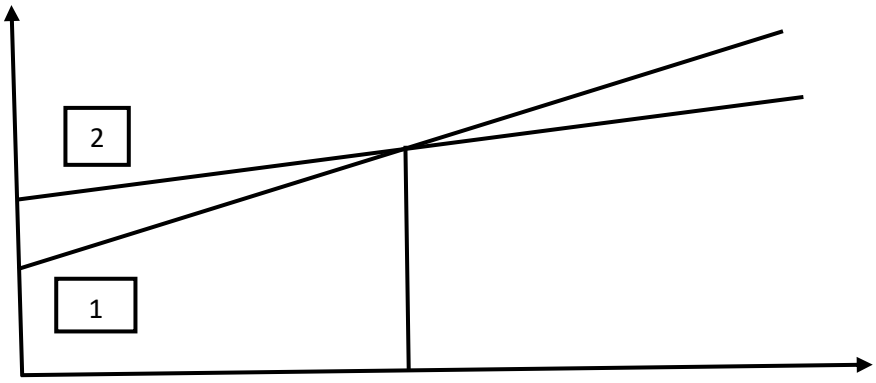
13. Оңтайлы технологиялық процестерді таңдау.

Оңтайлы нұсқаны таңдау экономикалық есептер бойынша немесе басым факторлары бойынша жүргізіледі. Технологиялық процестің аса үнемді нұсқасы детальдар партиясын әзірлеудің өзіндік құнын салыстыру арқылы анықталады. Осындай есеп, технологиялық процестің қандай нұқсасы аса тиімді екендігіне сенім болмаған (үнемді) жағдайда жүргізіледі. Кейде, ол бойынша күмән бар технологиялық процестің бір бөлігі ғана алынады: даярламаны таңдау, ашу, жеке операцияларды қолдану. Партияны әзірлеудің өзіндік құны жеңіл формуланы ұсынуы мүмкін:

$$C = A + BN \qquad (4.5)$$

онда: A – күрделі шығындар, мысалы, құйылатын нысанды, станоктық құралдарды және т.б. әзірлеу; B – ағымдағы шығындар, мысалы, жұмысшының жалақысы, жабдықтардың амортизациясы, электр энергиясының құны және т.б.

Бұл тәуелділіктерді графикалық көрсетуге болады. Графиктен көрсетілгендей, партия көлемін m дейін болған кезде, аса тиімдісі 1 нұсқа, ал партия көлемін ұлғайтқан кезде үнемділігі жағынан 2 нұсқа пайдалы (4.2 - сурет).



m N,шт.

4.2 - сурет. Тәуелділік

14. Технологиялық процесті ресімдеу

Кәсіпорында қолданылатын құжаттар нысандарының жиынтығында жалпы мақсаттағы нысандар, арнайы мақсаттағы нысандар және технологиялық құжаттардың басқа да нысандары болуы мүмкін. Жалпы мақсаттағы нысандарға жатады: бағыттық карта (БК), эскиздер картасы (ЭК), технологиялық нұсқаулықтар (ТН), жинақтайтын карта (ЖК), расцеховка ведомосі (РВ), жабдықтау ведомосі (ЖВ), материалдар ведомосі (М); детальдар ведомосі (жинақтаушы бірліктер) және үлгілі (топтық) технологиялық процестер (операциялар) (ВТП, ВТО), технологиялық құжаттар ведомосі (ТҚВ) және т.б. Арнайы мақсаттағы нысандарға жатады: технологиялық процестің картасы (ТПК), үлгілік (топтық) технологиялық процестердің картасы (ҮТПК), операциялық карта (ОК), салыстырмалы операциялық карта (СОК); үлгілік немесе топтық операциялық карта (ҮОК), операциялар ведомосі (ВОП), детальдар ведомосі және т.б. оқу жобалауында технологиялық процестерді ресімдеу бойынша оқу нысандары қолданылады.

Өндірістің конструкторлық және технологиялық дайындық кезеңдері өзара байланысты. Конструктор кәсіпорынның өндірістік талаптарын жақсы білуі қажет, ол үшін жаңа бұйымдарды жобалайды. Осындай жағдайда ғана, бұйым жеткілікті технологиялық болуы мүмкін. Конструктор өндіріспен алдында игерілген детальдарды және жинақтау бірліктерін қолдануға тырысуы қажет. Бұл ТПП кезеңі уақытына біршама қысқаруға мүмкіндік береді, әрбір жаңа детальдарды орташа дайындау 500 н/ч дейін алатындығын есепке алу қажет. Конструкторлық қызмет жағынан өндірістің нақты талаптарын бағаламау бұйымдардың қымбаттауына, оны игеру мерзімін ұзартуға әкеледі.

Өндірісті технологиялық дайындау уақытты көп талап етеді және күрделі. Сонымен қатар, жаңа бұйымдарды – құралдарды, машиналарды, аппараттарды және т.б. технологиялық дайындауға уақыттың көп кетуі жаңа технологияларды игеруге кедергі келтіреді. Заманауи жағдайда, өндірістің технологиялық дайындығы жаңа бұйымды өндіруге дайындықтың минималды мерзімін қамтамасыз ететін жүйеге негізделуі, ол үшін ең тиімді әдістер мен құралдарды қолдану қажет.

Жүйе негізіне технологиялық процестерді бірыңғайлау және стандарттау салынған. Бұл бірыңғайланған/үлгілі немесе топтық/технологиялық процестерді кезектен тыс қолдануды, сондай-ақ, есептік техниканы қолдану негізінде инженерлік еңбекті автомататндырумен бірге мамандандырылған жабдықтауды алғашқы кезекті қолдануды білдіреді.

Жүйеге келесі негізгі міндеттерді шешу кіреді:

– үлгілі, құрылымдық схемалар және үлгілі жағдай базасында өндірістің технологиялық дайындығын ұйымдастыру;

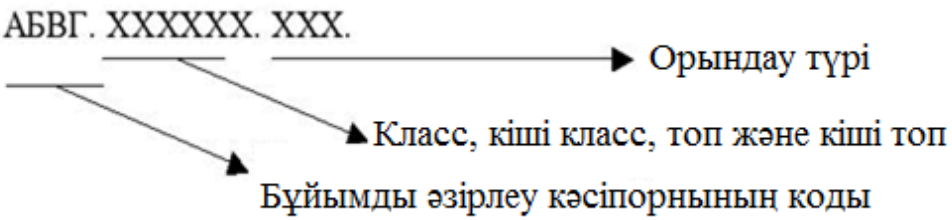
– әзірлеуге жататын бұйымдар конструкцияларының технологиялығын қамтамасыз ету;

– өндірістің ұйымдастыру-технологиялық талдауды, өндірістік қуаттылықтарды есепке алуды, жабдықтардың қажетті жоспарларын құруды, материалдық және еңбек нормативтерін анықтауды және т.б. есепке алумен технологиялық процестерді әзірлеу.

– Өндірісті технологиялық дайындаудың барлық процесін басқару, ТПП барлық техникалық дайындықтың функционалды кіші жүйесі болып табылады және оны басқару өндірісті басқа да функционалды кіші жүйелерімен басқарудың өзара байланыстарын қамтамасыз етуі тиіс.

МЕМСТ 2.201.80 сәйкес жүйелер бойынша құрылған конструкторлық жіктеме бірыңғай технологиялық процестер үшін детальды іздеудің жеңілденген жүйесі есебінен өндірісті даярлауға шығындарды төмендетуді қамтамасыз етеді.

Детальдарды жіктегіш жалпылықтың жіктеме белгілерін иерархиялық бағындыру принциптері негізінде құрылған. Қабылданған белгілер .(4.3 - сурет):



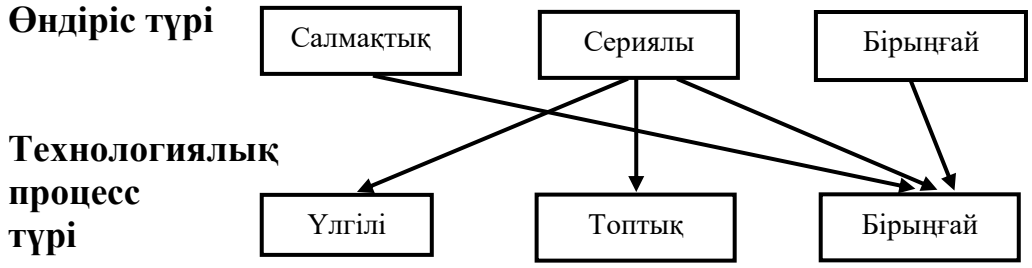
4.3 - сурет. Қабылданған белгілер

Кластарды белгілеу бұл алғашқы екі сан. Мысалы: 71-ден 76-ға дейінгі кластар жалпы өнеркәсіптік қолдану детальдар үшін келтірілген.

Өндірісті ұйымдастыру үшін барлық тапсырыстарды өңдеу нәтижесінде ТПП негізгі мәселелер шешілуі тиіс (4.4 - сурет).

Технологиялық процесті құру негізі өндірістік процестерді ұйымдастырудың экономикалық тиімділі болып табылады. Осылайша, технологиялық процестерді әзірлеу өндірісті ұйымдастырумен тығыз байланысты. Осы немесе басқа да технологиялық процестерді қолдану тиімділігі тікелей, өндірістік жағдайларда жұмыс орнын мамандандырудың

мүмкіндігімен, яғни, бір, тұрақты шығарылатын, бірыңғай, үлгілі немесе топтық технологиялық процестер операциясын оларға бекіту мүмкіндігімен анықталады. Жұмыс орындарын мамандындырудың жағдайы келесі формуламен анықтауы тиіс.



4.4 - сурет. Өндіріс түрлері және технологиялық процестердің түрлері

Бірыңғай технологиялық процестер үшін: $t_{шт}$ N = F K, онда, $t_{шт}$ –норма-сағаттарда операциялардың даналық уақыты; N- уақыттың/жылдың, тоқсанның, айдың және т.б. берілген кезеңінде өңдеуге жататын детальдардың дана саны/; F – сол кез ішінде жұмыс орны уақытының қоры. Бір жыл ішінде екі ауысымдық жұмыс үшін уақыт қоры 4000н/сағ тең; К – жұмыс орнын жүктеу коэффициенті/ 0,66/ төмен емес қолдану ұсынылады.

Бірыңғай технологиялық процестердің операцияларымен оларды жүктеу кезінде жұмыс орындарын мамандандыру талаптары К өте үлкен мәндері кезінде ғана қанағаттандыруы мүмкін екендігіне көз жеткізу қиын емес.

Осындай жағдайдағы станок жұмысы өндірістің жаппай түрінің талаптарына сәйкес келетін болады. Сонымен қатар, әрбір жұмыс орнында бір атаудағы детальдың бір операциясы бекітілген.

Осылайша, жаппай өндіріс жағдайында, бірыңғай технологиялық процестер аса тиімді. Бірыңғай технологиялық процестер, жұмыс орындарын мамандандыру бірыңғайланған технологиялық процестердің көмегімен қол жеткізе алмаған кезде сериялы және бірыңғай өндірістерде/түбегейлі үшін, көп жағдайда детальдардың конструкциясы бойынша күрделі, сондай-ақ, топтауды қиындататын кіші мөлшерде детальдардың кішігірім номенклатурасын әзірлеу кезінде болады/.

Үлгілі технологиялық процесс үшін жұмыс орындарды мамандандырудың талабы келесі формула бойынша анықталады:

$$\sum_{i=2}^{n} = tшті\ Ni = F\,K = F\,K = Q, \qquad (4.6)$$

онда: tшті – нч і-ші үлгі көлеміндегі өңдеу операциясының даналық уақыты; Ni – берілген уақыт кезеңінде өңдеуге жататын і-ші үлгі көлемдері детальдары данасының саны; n – осы түрдегі үлгі көлемдерінің саны; Q - н/сағ үлгі көлемдерін өңдеудің сомалық еңбек сыйымдылығы.

F және К мәндері сияқты, жаппай өндіріс талаптары үшін, Q мәні ортақ өңдеуге жататын барлық үлгі көлемдері бойынша $t_{шт}$ N шығарма сомасымен анықталады.

Үлгі көлемдерінің саны үлкен емес. Q мәні жаппай өндіріс үшін алдыңғы талаптың мәнінен біршама аз, алайда, олар өте үлкен және ірі сериялымен салыстыруға болады немесе үлкен n салыстырған кезде – өндірістің сериялы түріне сәйкес келеді. Бір үлгі көлемінен осындай жағдайда екіншіге станокты қайта күйге келтірі күрделі емес.

Механикалық өңдеу саласынан басқа, үлгілі технологиялық процестер дайындық өндірісінде жабындылар, термоөңдеу және т.б. үшін кеңінен қолданылады. Осындай жағдайда, бір рет әзірленген үлгілі технологиялар осы процесс бойынша өңделген барлық/немесе детальдардың бір бөлігі үшін жұмыс құрал құжаты ретінде қызмет етеді. Нәтижесінде, үлгілі технология таратылды және өндіріске кірді.

1. Технологиялық процестерді әзірлеу кезінде нұсқаулық, басқарушы құжат ретінде күрделі детальдарға - мысалы, сильфондар, білікті валиктер және т.б. кез –келген сериялы детальдар, жұмыс орнының мамандығын қамтамасыз етпей, сондай-ақ, олардың процестерінің және олардың жабдықталуын сипаттайтын процестер үшін, мысалы, термиялық өңдеу, гальваниялық және лакпен боялған жабындылар, баспа монтаждар, пластмассаны өңдеу және т.б., онда жұмыс орны мамандандырылған болады.

2. Мамандандырылған жұмыс орындарында үлкен партиялармен бір түрдегі детальдарды әзірлеу кезінде жұмыс операциялық құжаты ретінде. Үлгілі технологиялық процестердің көмегімен өндірістің кіші сериялы және бірыңғай түріндегі талаптарда жұмыс орындарын мамандандырады, ережеге сай, болмайды/көптеген жағдайда бұл орта сериялы өндіріс жағдайында да болмайды/. Олар үшін детальдардың әр түрлі топтарына жинау арқылы берілетін жұмыс орындарын мамандандыру жағдайы келесі түрге ие болатын топтық технологиялық процестерге ауысады:

$$\sum_{i=2}^{K} t_{шті} N_i + \sum_{i=2}^{L} t_{шті} N_i + \ldots + \sum_{i=2}^{Z} t_{шті} N_i + \sum_{i=2}^{D} t_{шті} N_i = Q, \qquad (4.7)$$

онда: K,L,Z,D- топта кешендірілетін түрлерінің әрбіреуіне кіретін үлгі көлемдерінің саны;

D – топқа кіретін түбегейлі/үлгілі емес/детальдардың саны.

Осындай топтасу кезінде жұмыс орындарын кіші сериялы және өндірістің бірыңғай түрлері жағдайында мамандандыруға болады.

Топтық технологиялық процестерді әзірлеу үшін детальдарды топтау жеке операциялар бойынша да, сондай-ақ, барлық технологиялық процесс бойынша да мүмкін. Детальдарды топтау қалай жүргізілетіндігін қараймыз.

1. Бір маманданырылған жұмыс орнында өңделетін деталь-операциялар тобын құру, осылайша күрделі емес детальдарды топтастауға болады, оларды

әзірлеудің технологиялық процесі бір операциядан тұрады және мысалы, револьверлік станоктарда, автоматтарда және т.б. жүргізіледі.

Жеке детальдардан – аса күрделі детальды операциялардан тұратын осындай топтарды құру мүмкін, оларды әзірлеудің технологиялық процесі бірнеше операциялардан тұрады. Осындай детальдардың технологиялық процестерінің қалдық операциялары өз кезегінде басқа топтардан түзілуі немесе бірыңғай технологиялық процестер бойынша орындалады.

2. Топтаудың екінші тәсілі – барлық технологиялық процестер бойынша топтау. Осы жағдайда детальдарды топтаудың белгілері /жинақтаушы бірліктер/ - топталатын детальдардың/жинақтау бірліктерінің/топтық операциялардың технологиялық процестеріне кіретін өңдеудің бірыңғай кезектілігігің белгісі.

Әр түрлі детальдар, ережеге сай, элементарлық беттердің әр түрлі үйлесімі бар, яғни, технологиялық операциялардың әр түрлі үйлесімі бар. Әр түрлі кезектілікті және операциялардың үйлесімі әр түрлі жинақтаушы бірліктері болады. Алайда, осындай детальдар мен жинақтаушы бірліктерді топтастыру кезінде болады. Алайда, осындай детальдар мен жинақтаушы бірліктерді топтастыру кезінде өндірісте детальдардың қайтарылатын қозғалыстарын алып тастайтын операциялардың бірыңғай, бір бағытты /тік нүктелі/ кезектілін құруға болады.

Бір топқа біріктірілген детальдардың немесе жинақтаушы бірліктердің осындай техникалық бағыты кешендік бағыттары аталады, оның кешендік детальдармен ауысымдардың операциялық бағыттары ішінде болады.

Бұйымдарды өндіру концентрациясы базасында машина жасау мен аспапты құру кәсіпорындары ретінде де, сондай-ақ, детальдар мен жинақтаушы бірліктерді өндірістерінің концентрациясы базасында олардың цехтері мен учаскелерінде де мамандандыру өндіріс мамандықтарының үш нысанын: технологиялық, пәндік немесе детальдіны біреуге түзетін үш бағытта жүзеге асырылуы мүмкін [14].

Зауыт ішіндегі мамандықтың технологиялық нысаны бір цехте немесе бір учаскеде технологиялық операциялар, яғни, технологиялық бойынша ұйымдастырылады.

Мысалы, дайындық цехтері – құйма, ұста, суық мөрлеу учаскелері, токарьлық/токарьлық станоктар ғана/, револьверлік/токарьлық-револьверлік станоктар/автоматты/тек токарьлық автоматтар/, тісті кескіштер және т.б. цехтар немесе жабынды учаскелер – гальваниялық, боялған және басқалар.

Даярлама және жеке цехтар мен учаскелерді бөлу, ережеге сай, ұтымды. Біркілкі технологиялық операцияларды концентрациялау негізінде механикалық өңдеу учаскелерін немесе цехтерін қалыптастыру учаскеден учаскеге өңделген детальдардың партиясын тастауға әкеледі, ол оларды өңдеу бағытын күрделендіреді, көлік құралдары артығымен жүктеледі, жоспарлауда қиындатылады, өңдеу циклі созылады. Қазіргі кезде, технологиялық цехтер мен учаскелерді мамандандырудың технологиялық форда бір-екі операциялық технологиялық процестермен өте қарапайым детальдар үшін немесе операцияларды/автоматты, түсті кескіштер және т.б.

күйге келтіруде бір атаушы күрделіге келу үшін ғана қолданылады. Зауыт ішіндегі мамандықтың пәндік нысаны бір бұйымға/бір жинақтаушы бірлікке/бір пәнге жинауға арналған әр түрлі детальдарды бір учаскеге немесе бір цехке әзірлеуге шоғырлану арқылы детальдарды механикалық өңдеу кезінде ұйымдастырылады. Кейде әр түрлі детальдардың осындай кешені бірнеше бір үлгілі бұйымдар/бірнеше үлгі көлемдері/ үшін әзірленеді. Мамандандырудың осындай нысанын өндірістің жаппай түрі кезінде қолдану, әрбір жұмыс орнында бір операция немесе ірі сериялы өндіріс бекітілетін кезде қолдану ұтымды. Осындай жағдайда сол цехте бұйымдарды жинауды жүргізу ыңғайлы. Онда механожинақтаушы цех ұйымдастырылады. Сериялы кезінде, әсіресе, кіші сериялы және бірлік өндірісі кезінде, мамандандырудың осындай нысаны ұтымды емес. оны қолдану бірыңғайландырылған технологияларды пайдалану мүмкіндігін төмендетеді, өйткені үлкен конструктивті-технологиялық жалпылығы бар бір детальдар әр түрлі учаскелерде немесе әр түрлі цехтерде өңделетін болады. Экономикалық көрсеткіштер, осындай жағдайда, күрт төмендейді.

Зауыт ішіндегі мамандықтардың детальды нысаны осы детальдардың осы немесе басқа бұйымдарға жатуына қарамастан, жалпылықтың технологиялық немесе контсртуктивті-технологиялық белгілері бар біркелкі детальдарды бір цехте немесе бір учаскеде әзірлеуге негізделген кезде механикалық цехтерде ұйымдастырылады. Аса үлкен дәрежеде өндірістің сериялы және бірыңғай түрлері жағдайында цехтер мен учаскелерді мамандандырудың осындай нысаны үлкен шамада жұмыс орындарында мамандандырылған; топтық және үлгілі технологиялық процестерді енгізуді кеңінен жүзеге асыруға мүмкіндік беретін үлкен еңбек сыйымдылығымен детальдар тобын түзуге көмектеседі. Цехтар мен учаскелерді детальды мамандандырудың маңызды артықшылығы төменгі сериялы бұйымдарды әзірлеудің технологиялық процестерді ұйымдастырудың аса жетілдірілген нысандарына –топтық және ағынды ауысудың шынайы жағдайларын құру болып табылады, оның базасында өндірісті механизациялау және автоматтандыру дәрежесі күрт жоғарылайды.

Мамандандырылған цехтерді және учаскелерді құру ағынды сызықтарды құруға мүмкіндік береді.

Технологиялық процестерді ұйымдастырудың ағынды нысаны зауыт ішіндегі мамандықтары нысандарының кез-келгені негізінде құрылуы мүмкін, өндірістің кез-келген сериясы/жаппайдан аз сериялыға дейін/ болуы мүмкін. Технологиялық процестерді ұйымдастырудың ағынды нысандарының негізгі белгілері болып табылады:

1. Жұмыс орындарын мамандандыру.

2. Технологиялық операцияларды орындау біріздiлігінде жабдықтарды орналастыру.

3. Өндіріс қарқындылығын құру, сонымен қатар, қатаң қарқын керек /конвейерлер/, бірақ, еркін қарқын да болады – күндізгі, декадалық және т.б. тапсырмаларды орындау.

Технологиялық процестерді ұйымдастырудың аралас нысаны мүмкін – ағымды-топтық. Ағынды желілерді құру арқылы технологиялық процестерді ұйымдастырудың ағынды және ағынды-топтық нысандары іске асырылады. Ағынды сызықтарда бірнеше түрлері бар және келесі белгілер бойынша жіктеледі:

1. Механизация және автоматизация дәрежесі бойынша – механикаландырылған, механикаланған, кешенді механикаланған және автоматтандырылған.

2. Қозғалыс сипаттамасы бойынша өңделетін немесе жиналатын бұйымдар – үздіксіз және үзікті.

Үздіксіз немесе үздіксіз-ағынды деп, бір операциядан басқа детальға немесе жинақтаушы бірліктер бірден оны орындаудан кейін бірден, жұмыс орнында жатпай берілетін сызықтарды атайды. Осындай сызықтарды құрудың міндетті талабы операцияның синхрондығын қамтамасыз ету, яғни, өндіріс қарқынының шамасы бойынша олардың теңдігіне немесе қысқалығына қол жеткізу болып табылады. Осындай қарқын деп бір үзік уақыт айтылады, ол арқылы кезекті дайын детальдар немесе жинайтайтын бірлік шығарылады. Үздікті-ағынды сызықтар үшін операциялардың синхронизациясы міндетті емес. Детальдың немесе жинақтаушы бірліктердің операция аралық келуіне жол беріледі.

Сызықты өңделетін детальдардың саны бойынша механикалық өңдеудің және жинаудың ағымды сызықтары бір номенклатуралы болуы мүмкін/механикалық өңдеу кезінде оларды бір-детальды/немесе көп номенклатуралы/көп детальды/ деп атауға болады. Бір номенклатуралы деп детальды өңдеуге немесе бір атаудағы бұйымдарды және бір үлгіні өлшеуді жинауға есептелген ағын сызықтарды атайды. Осындай сызықтар өндірістің жаппай түрі талаптарында ғана ұйымдастырылуы мүмкін. Оларды ұйымдастыру негізінде бірлік технологиялық процесі салынады.

Көп номенклатуралы ағынды сызықтар онда детальдарды өңдеу немесе бірнеше атаудағы немесе бірнеше үлгі көлемдерін жинау үшін ұйымдастырылады. Оларды ұйымдастырудың технологиялық негізі бірыңғайланған технологиялық процесс болып табылады. Осындай ағынды сызықтарды қолдану аясы – сериялық және бірыңғай өндіріс. Көп номенклатуралық ағынды сызықтар өз кезегінде ауыспалы-ағынды сияқты, сондай-ақ, топтық ағынды сызықтары сияқты ұйымдастырылуы мүмкін.

Ауыспалы-ағынды деп осындай көп пәнді сызықтар аталады, оларда конструктивті де, сондай-ақ, технологиялық та жалпы белгілері бар жинақтау бірліктері мен бірнеше детальдар көлемдерін өңдеу немесе жинау жүргізіледі.

Олар үшін жалпы немесе маңызды емес айырмашылықтары бар технологиялық процесс, яғни, типтік. Детальдарды әзірлеу немесе бұйымдарды жинау кезекті партиялармен жүргізіледі, ол барлық жұмыс орындарында бірмезгілде жүргізіледі, ережеге сай, бұйымдарды әзірлеу немесе бір үлгі көлемін өңдеу.

Топтық ағынды сызықтар кешенді-топтық және партиялы-топтық болып ұйымдастырылуы мүмкін.

Кешенді-топтық сызықтар сирек кездеседі және олардың технологиялық негізі үлгілік те, сондай-ақ, технологиялық процестер де қызмет етуі мүмкін.

Бұл сызықтар тұрақты топтарды/кешендерді/детальдарды тұрақты сериялы, жиі ірі-сериялы өндіріс жағдайында механикалық өңдеу үшін қолданылады.

Ұсақ сериялы өндірістерді автоматтандыру үшін, әсіресе, құралы құруда тез жүретін конвейерлері қолданылады. Бірыңғай және аз сериялы өндірісте жүктердің автоматты мекенжайларымен көлік бұйымдары қолданылады.

4.2. Технологиялық процестерді орындау кезінде қауіпсіздік техникасы

Қауіпті және зиянды өндірістік факторлардың түрлері бойынша жалпы талаптар мен қауіпсіздік нормалары еңбек қауіпсіздігігің стандарттары белгіленеді, олар еңбек талаптарын басқарудың нормативтік базасын қамтамасыз етеді.

Өндірістік процестердің қауіпсіздігі қамтамасыз етіледі:

- технологиялық процестерді, тәсілдерді, жұмыс тәртібін және өндірістік жабдықтарға қызмет көрсету тәртібін таңдаумен;
- еңбек ауыртпалығын шектеу мақсатында адам мен жабдық арасындағы функцияларды бөлумен.
- өндірістік жабдықтарды және оны орналастыруды таңдаумен;
- өндірістік орынжайларды және алаңдарды таңдаумен; шығыс материалдарды, даярламаларды және жартылай фабрикаттарды, сондай-ақ, оларды сақтау мен тасымалдау тәсілдерін таңдаумен (соның ішінде, дайын өнімдер мен өндіріс қалдықтары);

Қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін үлкен мән кәсіби іріктеуде болады және қызметкерлерге еңбектің қауіпсіз тәсілдеріне, олармен қорғау құралдарын дұрыс қолдануға үйрету бар.

Өндірістік процестер өрт- және жарылыс қауіпсіздігі болуы тиіс.

Өндірістік процестер қауіпсіздігінің жалпы талаптары:

- зиянды материалдармен, даярламамен, жартылай фабрикаттармен, дайын өнімдерімен және адамға зиянды әсер көрсететін өндіріс қалдықтарымен жұмыс істейтін тікелей байланысты алып тастау;
- зиянды және қауіпті факторлардың әрекеттерін алып тастау мүмкін болмаған жағдайларда кешенді механизациялау, автоматтандыру және дистанциялық басқаруды қолдану;
- өндірістік жабдықтардың тиісті герметизациялауды қамтамасыз ету;
- жұмыс істейтіндердің ұжымдық және жеке қорғау құралдарын қолдану;

- қауіпті және зиянды өндірістік факторлардың жеке технологиялық операцияға әсер етуі туралы уақытылы ақпаратты алуды қамтамасыз ететін құрылғылардың технологиялық процестерін жабдықтау;

- зиянды және қауіпті өндірістік факторлардың көздері болып табылатын өндіріс қалдықтарын уақтылы алып тастау және зарасыздандыру;

- психофизиологиялық қауіпті және зиянды өндірістік факторлардың туындауын алдын алу мақсатымен еңбек пен демалыстың ұтымды тәртіптерін қолдану (бірсарынды, гиподинамика және т.б.).

Өндірістік процестерге қойылатын барлық осы талаптар оларды жобалау кезінде салынады және технологиялық процестерді ұйымдастыру және өткізу кезінде іске асырылады.

Технологиялық процеске қойылатын қауіпсіздік талаптары нормативтік-техникалық және технологиялық құжаттамаға кіреді.

Технологиялық процестердің қауіпсіздігі, басқа шаралармен қатар, қауіпсіздіктің инженерлік-техникалық құралдарын қолданумен қол жеткізіледі.

Жабдықтар қауіпсіздігін қамтамасыз етудің негізгі инженерлік-техникалық құралдары:

- шектеуші және қорғаушы құрылғылар;
- қауіпсіздік белгі беруі;
- қауіпсіздік үздіктері және габариттері;
- жариялаушылар (датчиктер): шектік, физикалық әсердің әр түрлеріне әрекет ететін ұқсас және мекенжайлық-ұқсас;
- анықтаудың периметралды құралдары;
- қабылдау-бақылау аппаратурасы;
- жариялау құралы;
- қосалқы жабдықтар және т.б.

Белгі беру түстері, қауіпсіздік белгілері мен плакататры мүмкін болатын қауіпсіздіктер туралы қызметкерлерді ескерту, белгілі әрекеттерге рұқсат беру немесе ұйғарым шығару үшін қолданылады.

Жұмысты бастар алдында қызметкер жұмыс орнында болатын немесе құралдар қоймасынан алатын құралдардың жағдайын тексеру қажет. Құралдар және аспаптар стандарттар мен техникалық талаптарға жауап беруі тиіс. Шеберлер және бригадалар, жұмыс ауысымы ішінде құралдардың түзетуін бақылау, ал орындаушылар – жұмыс басталар алдында тексеруі қажет.

Жұмыс істемейін, ластан және майдан тазаланбаған және қорғағыш құралдарсыз қолдануға тыйым салынады. Барлық өндірістік жабдықтар МЕМСТ 12.1.003-83, МЕМСТ 12.2.003-91, МЕМСТ 12.2.022-80 талаптарына жауап беруі қажет.

Электр қозғалтқыштардың еңбек қауіпсіздік талаптарын қамтамасыз ету үшін, іске қосу аппаратурасы және кернеуде болатын жабдықтардың барлық басқа бөліктері сенімді түрде жерлендіреді және жұмысты бастар алдында цех қызметкерімен тексеріледі.

Тісті және белбеулі бергіштер, сондай-ақ, қолжетімді аймақта орналасқан жабдықтардың басқа да айналатын бөліктері шектелуі тиіс. Станоктарда қорғағыш құралдардың конструкциясы сенімді және мықты бекітілуі тиіс. Қорғағыш шектеулердің ішкі беттері ашық қызыл түске боялады.

Қабырғалар және жұмыс істеген кезде электр тоғын алатын автоілеспе жабдықтарын жөндеуге арналған механикаландырылған құралдарда МЕМСТ 12.1.030 сәйкес сенімді қорғау жерлендіруінде болуы тиіс. Жерлендіруге кедергі келтіру 40 Ом болуы тиіс. Қабырғаларды оқшаулауға кедергі келтіру МЕМСТ 1516.1 талаптарына сәйкес келуі тиіс және 0.51 Ом аз болмауы тиіс.

Барлық сымдар асбесттік матамен қорғалған металл құбырларына немесе иілімді металл қолғаптарында салынуы тиіс. Жабдық оқшаулаулы іргетаста немесе негіздемелерде орнатылуы, мұқият тегістелген және бекітілген болуы тиіс.

№6 зертханалық жұмыс

Жұмыстың тақырыбы: Өндіріс жағдайында даярламаны алу тәсілі. Даярламаны алу әдісін таңдау

Жұмыстың мақсаты*:* Даярламаны алу әдісін таңдау кезінде есептің кезектілігін зерттеу.

Тапсырма: Даярламаны әзірлеудің екі нұсқаларын техникалық-экономикалық есептеуді жүргізу (прокаттан мөрлеу әдісі; кокильге құю әдісі және құмды-балшықты нысанға құю әдісі).

Шығыс деректер:

- шығарудың жылдық көлемі, детальдар, дана;
- детальдардың жұмыс сызбасы;
- детальдар материалы;
- детальдар салмағы, кг;
- анықтамалық әдебиет.

Әдістемелік нұсқаулар

Машина жасауда детальдар үшін даярламаның негізгі түрлері болатты және шойынды құймалар, түрлі-түсті металдардан және балқымалардан құю, мөрлеу және прокаттың жан-жақты бейіндемелері болып табылады.

Даярламаны алу тәсілі детальдарды шығарудың берілген көлемі кезінде аса ұтымды болуы тиіс (А қосымшасы, 4.1 кесте).

Даярламаның түрі технологиялық процестің сипаттамасына, еңбек сыйымдылығына және оны өңдеудің үнемділігіне маңызды түрде әсер етеді. сондықтан да, екі таңдалған нұсқаларға техникалық-экономикалық есепті жүргізу қажет.

Техникалық-экономикалық негіздеме бірнеше бағыттар бойынша жүргізіледі:

- металл сыйымдылығы;
- өзіндік бағасы;
- еңбек сыйымдылығы.

Даярламаны әзірлеудің техникалық-экономикалық есебі келесі тәртіпте жүргізіледі:

- өндіріс, конструкция, деталь, материал және т.б. түріне сәйкес даярламаны алу әдістемесі белгіленеді;
- нормативтік кестелер бойынша детальдардың өңделетін беттеріне әдіпті тағайындайды;
- даярламаның әрбір бетіне есептік көлемдерді анықтайды;
- даярлама көлемдеріне нормативтік кестелер бойынша шектік ауытқуларды тағайындайды;
- даярламалар салмағын салыстырмалы нұсқаға есептеуді жүргізеді;
- болатын технологиялық жоғалтуларды есепке алумен материалдар шығындарының нормасын анықтайды;
- материалды қолдану коэффициентін анықтайды;
- даярламаны әзірлеудің өзіндік құнын анықтайды;
- даярламаны әзірлеудің таңдалған нұсқасынан материалдың жылдық үнемдеуін анықтайды.

1 тапсырма. **Прокаттан даярламаны есептеу**

Өңделетін детальдардың беттерінің нақтылығына және кедір-бұдырлығына сәйкес аралық әдіптер кестелер бойынша анықталады. Негіз ретінде детальдардың сыртқы диаметрі қабылданады, мм.

Деталь беттерінің бағыттық технологиялық процесі орнатылады.

Мысалы: 005 – токарлық алғашқы; 010 – токарлық таза; 015 - термоөңдеу; 020 - шлифовкалау; сыртқы беттерді өңдеуге әдіптер 4.2 кесте бойынша анықталады (А қосымшасы, 4.2 кесте).

Өңдеуге әдіптерді есепке алумен даярламаның диаметрі анықталады. Даярламаның есептік диаметрі, мм:

$$Д_з = Д_н + 2Z \qquad (4.8)$$

онда $Д_н$ –детальдың сыртқы диаметрі, мм;

2Z – өңдеуге әдіптер, мм.

Даярламаның есептік деректері бойынша МЕМСТ 2590 – 71 бойынша ыстықпен прокаттың қажетті көлемі таңдалады 4.2 кесте (А қосымшасы, 4.2 кесте) және $Д_з$ диаметрі және болат маркасы жазылады.

Одан кейін осы көлемге ауытқулар таңдалады. Даярламаның қапталдық беттерінд кесуге әдіптер 4.3 кесте бойынша таңдалады.

Даярламаның жалпы ұзындығын анықтаймыз, мм:

$$L_з = L_д + 2Z_{под} \qquad (4.9)$$

онда $L_д$ – жұмыс сызбасы бойынша детальдардың номиналды ұзындығы, мм;

$2Z_{под}$ – қапталдарды кесуге әдіп;

Цилиндр түрінде даярламалардың көлемі анықталады, см3:

$$V = \frac{\pi D_3^2}{4} L_3 \qquad (4.10)$$

онда Дз – даярлама диаметрі, см;

Lз – даярлама ұзындығы, см;

Даярлама салмағы анықталады:

$$M_з = pV, \qquad (4.11)$$

онда р – материал тығыздығы, г/см^3

V – даярлама көлемі, *см^3;*

Материалдың барлық жоғалтулары анықталады. Прокаттан әзірленетін детальға материалды жоғалту құрайды:

- прокат ұзындығының қысқалығына;
- қапталдық кесулерге;
- даярламаны қысуды жоғалтуға;

даярламаны қысудағы жоғалтулар 80 мм құрайды.

Қапталдық кесінділер ұзындығы құрайды, мм:

$$L_{об} = (0,3…..0,5)Dз \qquad (4.12)$$

онда Dз – даярлама диаметрі, мм;

Стандарт бойынша прокат ұзындығынан даярламаның саны анықталады. 4 метрден және 7 метрден прокат ұзындығы қолданылады.

4 метр ұзындықтағы прокаттан даярлама саны анықталады:

$$X_4 = \frac{L_{пр4} - L_{заж} - Loo}{L_3} \qquad (4.13)$$

онда $L_{пр}$ – прокат ұзындығы (4000 мм);

$L_{заж}$ – қысқышқа материалды жоғалту, мм;

$L_{оо}$ – қапталдық кесу ұзындығы, мм;

7 метр ұзындықтағы прокаттан даярлама саны анықталады:

$$X_7 = \frac{L_{пр7} - L_{заж} - Loo}{L_3} \qquad (4.14)$$

онда $L_{пр}$ – прокат ұзындығы (7000 мм);

$L_{заж}$ – қысқышқа материалдарды жоғалту, мм;

$L_{оо}$ – қапталдық кесу ұзындығы, мм;

Қысқалыққа (ұзындықтың қалдығы) прокаттың қабылданған ұзындығына байланысты анықталады.

4 метр ұзындықтағы прокаттан:

$$L_{нк4} = L_{пр4} – L_{об} – L_{заж} – L_3X_4 \qquad (4.15)$$

немесе

$$П_{нк4} = \frac{L_{нк4}}{L_{пр4}}100\%$$

7 метр ұзындықтағы прокаттан:

$$L_{нк7} = L_{пр7} – L_{об} – L_{заж} – L_3X_7 \qquad (4.16)$$

немесе

$$П_{нк7} = \frac{L_{нк7}}{L_{пр7}}100\%$$

Үнемді прокаттың ұзындығын таңдаңыз, онда қысқалығы аз.

Прокат ұзындығына қатысты кесу кезінде материалдыңғ қысқышына жоғалтулар анықталады:

$$П_{заж} = \frac{L_{заж}}{L_{пр}} 100\% \qquad (4.17)$$

Lзаж – даярлама қысқышында материалдарды жоғалту, мм;

Lпр – прокат ұзындығы, мм;

Прокат ұзындығына қатысты қапталдық кесу ұзындығына материалдардың жоғалтуы анықталады:

$$П_{об} = \frac{L_{об}}{L_{пр}} 100\% \qquad (4.18)$$

онда $L_{об}$ — қапталдық кесінділер ұзындығы, мм;

$L_{пр}$ – прокат ұзындығы, мм;

Жалпы жоғалтулар анықталады,%:

$$П_{общ} = П_{нк} + П_{заж} + П_{об} \qquad (4.19)$$

Барлық технологиялық жоғалтуларды есепке алумен бір детальға материалдың шығыны құрайды:

$$P_{д} = \frac{M_{з}(100 + П_{общ})}{100} \qquad (4.20)$$

онда $M_{з}$ – даярлама салмағы, кг;

$П_{общ}$ – жалпы жоғалтулар, %;

Материалды қолдану коэффициенті анықталады:

$$КИМ = \frac{M_{д}}{M_{з}} \qquad (4.21)$$

онда $M_{д}$ – деталь салмағы, кг;

$M_{з}$ – даярлама салмағы, кг;

2 тапсырма. Мөрлеу әдісімен әзірленген даярлама есебі

Күрделілік дәрежесі, шыңдалғыны әзірлеу нақтылығы және болат тобы беріледі.

Ыстық көлемді мөрлеумен әзірленген даярлама күрделігі жағынан бөлінеді: С1, С2, $С_{з}$ және С4.

Шыңдалғы екі топқа шартты түрде бөлінеді: М1 және М2.

М1 топқа 0,45 % дейінгі көміртегі және 2,0 % дейін құйылатын элементтері бар көмірсутекті және құйма болаттар жатады.

М2 тобына М1 тобына кірмеген құйма болаттар жатады.

Әзірлеу нақтылығы бойынша жоғары нақтылыққа (1 класс) және қалыпты нақтылыққа (2 класс) бөлінеді.

Даярламаның күрделі нысанын элементарлық бөліктерге бөледі (цилиндр, конустар, пирамидалар және т.б.) және осы элементарлық бөліктердің көлемі анықталады. Элементарлық көлемдердің сомасы даярламаның жалпы көлемін құрайды.

Өңдеуге әдіптер тағайындалады. Деталь көлемдеріне қабылданған әдіптер негізінде даярламалардың есептік көлемдері анықталады (А қосымшасы, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 кестелер): Мысалы:

$$Д_з = Д_н + 2Z, \qquad (4.22)$$

онда $Д_н$ – деталь диаметрі, мм;

2Z – өңдеуге әдіптер, мм;

$$L_з = L_д + 2Z_{под}, \qquad (4.23)$$

онда $L_д$ – деталь ұзындығы, мм;

2Z – қапталдарды кесуге әдіптер, мм;

Сондай-ақ, бірінші нұсқада сияқты даярлама көлемі анықталады. Ыстық көлемді мөрлеу кезінде технологиялық жоғалтулар (күйік, кенерік және т.б.) 10 % тең қабылданады.

Бір детальға материалдың шығыны құрайды:

$$P_\partial = \frac{M_з(100 + П_т)}{100} \qquad (4.24)$$

онда $M_з$ – мөртаңбалық даярлама салмағы, кг;

$П_т$ – технологиялық жоғалтулар;

Материалдарды қолданудың коэффициенттерін анықтайды:

$$КИМ = \frac{M_\partial}{M_з} \qquad (4.25)$$

онда M_∂ – деталь салмағы, кг;

$M_з$ – даярлама салмағы, кг;

Кейін даярламаны таңдаудың екі нұсқасын салыстырамыз және аса үнемдісін таңдаймыз.

3 тапсырма. Құю тәсілдерінің бірімен алынған даярламаны есептеу

Егер деталь құймамен әзірленсе және басқа әдіспен әзірленуі мүмкін болса (мысалы, шойын деталі), онда:

- өңдеуге әдіп анықталады;
- даярлама көлемі есептеледі;
- барлық даярлама есептеледі;
- құйма кезінде жоғалтулар анықталады (шойын және болат құймалары үшін жоғалтулар 15 - 20 % құрайды);
- бір детальға материал шығыны;
- материалды қолдану коэффициенті;
- даярлама құны.

МЕМСТ 1855 - 55 және МЕМСТ 2009 - 55 бойынша қолжетімді ауытқулар және материалдардың үлесті салмағы 4.10-4.14 кестелеріне сәйкес есепке алынады (*А қосымша, 4.10 – 4.14 кестелер*).

Бақылау сұрақтары:

1. Даярламаны алу тәсілдерін атаңыз.
2. Даярламаны алу тәсілдерінің бірі ретінде құймаға сипаттама беріңіз.
3. Құйманың негізгі тәсілдерін атаңыз, оларға қысқаша сипаттама беріңіз.
4. Балқыманың құйма қасиеттерін атаңыз.
5. Құймалардың ақауларын атаңыз және оларды жою шараларын ұсыныңыз.

6. Даярламаны алу тәсілдерінің бірі ретінде мөрлеуге сипаттама беріңіз.

7. Қандай жағдайларда тағалауды қолданған ұтымды екенін түсіндіріңіз.

6. даярламаны алудың қандай тәсілінде материалды пайдалану коэффициентінен жоғары болатындығын түсіндіріңіз: прокат және мөрлеу: құмды-балшықты нысандарға құю және кокильге құю.

А қосымша

Салмағы бойынша 80 % дейін құйм арасында құмды нысанда құймамен әзірленген детальдар алады. Әдіс құйма материалдарға, сондай-ақ, құйма салмағы мен габариттеріне қатысты әмбебап болып табылады.

Құйманың арнайы тәсілдері құйма құнынан аспайды, бірақ, механикалық өңдеудің минималды көлемімен жоғары сападағы құймаларды алуға мүмкіндік береді.

4.1 кесте

Әр түрлі әдістермен алынатын құймалардың сипаттамасы

Құйманы әзірлеу тәсілдері	Құю салмағы, т	Құю материалы	Қолдану аясы және тәсілдің ерекшеліктері
Бірреттік нысан	200 дейін		Станиндер, машина корпустары, рамалар, цилиндрлер, траверстер.
	100 дейін		Айналу денелері түрінде құю (тісті дөңгелектер, дисктер, сақиналар, құбырлар, махавиктер, цилиндрлер)
	35-ден 25 дейін	Болат, сұр, тағалау, жоғары төзімді шойын, түрлі-түсті металдар және	Болтты отырғызу автоматтардың станиндері, қайшылар, шаботтар, цилиндрлер
	2 -ден 0,15 дейін 0,1 дейін		Ұштар, цилиндр блоктары, тұтқалар, тегершік, шайбалар, втулкалар, рычагтар, қақпақтар муфталар, мойынтіректер
Қабыршақты нысандағы құймалар	0,15 дейін 0,20 дейін 0,40 дейін	Болат, шойын, түрлі-түсті балқымалар	Жауапты фасондық құймалар
Балқитын модельдер бойынша	0,15 дейін	Жоғары кологендік болаттар мен балқымалар	Трубина күрекшелрі, клапандар, тегершіктер, кесуші құралдар

Кокильге құю	7-(шойын) 4-(болат) 0,5-(түрлі-түсті балқымалар)		Поршеньдер, корпустар, дисктер, бергіш қораптары, салазкалар
Қысыммен құю	0,10	Магниттік және алюминий балқымасы	Күрделі конфигурация құймалары (үштіктер, тізелер, электр қозғалтқыш сақиналары, құралдардың детальдары)
Орталықтанд ырылған құйма	0,05 1,0	Шойын және болат, қалайы	Шірлер, тегершіктер, бандаждар, дөңгелектер, фланецтер, шкивтер, маховиктер, құбырлар, біліктер

4.2 кесте

Сыртқы цилиндрлік беттерді өңдеуге аралық әдіптер

Диаметр	Операция	Есептік ұзындығы кезінде диаметрге әдіптер								
		до 25	25-63	63-100	100-160	160-250	250-400	400-630	630-1000	1000-1600
6-ға дейін	Алғашқы ұштау, таза ұштау, шлифовкалау	2,5 1,0 0.25	2,5 1,0 0.25	2,5 1,0 0.25	3,0 1,0 0.25	3,0 1,0 03 0,4	3,5 1,1 04 0,4	- _ 04 0,5	- _ 04 .	- --
		0,30	0,30	0,30	0,30					
6-10	Алғашқы ұштау, таза ұштау, шлифовкалау	3,0 1,2 0.25	3,0 1,2 0.25	3,0 1,2 0.25	3,5 1,5 0.25	3,5 1,5 03 0,4	3,5 1,5 04 0,4	3,5 1,5 .	- 2,0 .	--
		0,3	0,3	0,3	0,4					
10-18	Алғашқы ұштау, таза ұштау, шлифовкалау	3,0 1,2 03 0,3	3,0 1,2 03 0,3	3,0 1,2 03 0,3	3,5 1,5 03 0,4	3,5 1,5 03 0,4	3,5 1,5 04 0,5	4,0 1,5 04 0,5	- 2,0 0,4	-- 0,5

18-30	Алғашқы ұштау, таза ұштау, шлифовкалау	3,5 1,5 03 0,4	3,5 1,5 03 0,4	3,5 1,5 03 0,4	3,5 1,5 03 0,4	3,5 1,5 04 0,4	3,5 1,5 04 0,5	4,0 2,0 05 0,5	5,0 2,0 05 0,6	5,0 2,5 Об 0,7
30-50	Алғашқы ұштау, таза ұштау, шлифовкалау	4,0 1,5 04 0,4	4,0 1,5 04 0,4	4,0 1,5 04 0,4	4,5 1,5 04 0,5	4,5 1,5 04 0,5	4,5 2,0 04 0,5	5,0 2,0 05 0,6	5,5 2,5 05 0,7	6,0 2,5 0^2 0,8
50-80	Алғашқы ұштау, таза ұштау, шлифовкалау	4,0 1,5 04 0,4	4,0 1,5 04 0,4	4,0 1,5 04 0,4	4,5 1,5 04 0,5	4,5 1,5 04 0,5	4,5 2,0 05 0,5	5,0 2,0 05 0,6	5,5 2,5 Об 0,7	6,0 2,5 0^2 0,
80-120	Алғашқы ұштау, таза ұштау, шлифовкалау	5,5 2,0 05 0,5	5,5 2,0 05 0,5	5,5 2,0 05 0,5	6,0 2,0 05 0,6	6,0 2,0 05 0,6	7,0 2,0 05 0,7	7,5 2,5 Об 0,7	8,5 2,5 Об 0,8	8,5 3,0 08 0,9
120-200	Алғашқы ұштау, таза ұштау, шлифовкалау	6,0 2,0	6,0 2,0	6,0 2,0	7,0 2,5	7,0 2,5	7,5 2,5	8,0 3,0	9,0 3,0	9,0 3,5
		05 0,5	05 0,5	05 0,5	Об 0,7	Об 0,7	Об 0,8	Об 0,8	^2 0,9	08 1,0

Ескертпе:

1 Алымда жапсырылмаған детальдар үшін, бөлгіште – жапсырылғандар үшін берілген.

2 Дөңестермен өңдеу кезінде әдіп детальдың жалпы ұзындығына қатысты тағайындалады.

3 Болаттан жасалған, маңызды термиялық деформациясымен зақымдалған детальдарды жапсыру кезінде (мысалы, 45 болаттан) әдіптер шлифовкалаумен ұлғайтуға болады.

4.3 кесте

Ыстыққа жұмылатын дөңгелек болат (МЕМСТ 2590 - 71)

Диаметрлер (мм)	Нақтылық кезінде диаметрі бойынша шектік ауытқулар (мм)						
	Жоғары		Жоғарылаған		Қалыпты		
	+	-	+	-	+	-	Рұқсат
5; 5,5; 6,0; 6,3; 6,5; 7-9	0,1	0,2	0,2	0,5	0,3	0,5	0,4
10-19	0,1	0,3	0,2	0,5	0,3	0,5	0,5
20-25	0,2	0,3	0,2	0,5	0,4	0,5	0,6
26-48	0,2	0,5	0,2	0,7	0,4	0,7	1,1
50; 52 -58	0,2	0,8	0,2	1,0	0,4	1,0	1,3
60;62;63;65; 67; 68;	0,3	0,9	0,3	1,1	0,5	1,1	1,6
70; 72; 75; 78; 80; 82; 85; 90; 95;	0,3	1,1	0,3	0,5	0,5	1,3	2,0
100;105; 110;115;	-	-	0,4	1,7	0,6	1,7	2,4
120;125; 130;135	-	-	0,6	2,0	0,8	2,0	2,6
140;150;	-	-	0,6	2,0	0,8	2,0	2,6
160;170; 180; 190;200	-	-	-	-	0,9	2,5	2,8
210;220; 230;240; 250	-	-	-	-		3,0	2,9

4.4 кесте

Болат құймаларын механикалық өңдеуге әдіптер

Детальдардың кішігірім габариттік көлемі, мм	1 нақтылық класы					
	Номиналды көлемі, мм, мм					
	120 дейін	121-260	261 - 500	501- 800	801- 1250	1250-2000
До 120	3^>3,0	-	-	-	-	-
121-260	4Д) 3,0	хо 3,5	-	-	-	-
261 - 500	хо 3,0	хо 4,0	6Д) 4,0	-	-	-
501 - 800	хо 4,0	6Д) 4,5	2,0 5,0	ТА 5,0	-	-
801 - 1250	ТА 5,0	7,0 5,0	8Д) 6,0	8Д) 6,0	9Д) 6,0	-
1250 -2000	10.0 6,0	11.0 6,0	12.0 6,0	13.0 7,0	14.0 7,0	16.0 7,0

4.5 кесте

Болат құймаларын механикалық өңдеуге әдіптер

Детальдың кішігірім габариттік көлемі, мм	2 нақтылық класы					
	Номиналды көлемі, мм					
	120	121-	261	501	801	125
120 дейін	4Д) 4,0	-	-	-	-	-
121-260	хо 4,0	6Д) 4,0	-	-	-	-
261 - 500	6Д) 5,0	ТА 5,0	6,0	-	-	-
501 - 800	ТА 5,0	8Д) 6,0	96 6,0	10.0 7,0	-	-
801 - 1250	8Д) 6,0	9Д) 7,0	10.0 7,0	10.0 8,0	10.0 8,0	-
1250 -2000	9Д) 7,0	10.0 7,0	10.0 8,0	11.0 8,0	12.0 9,0	-

4.6 кесте

Болат құймаларын механикалық өңдеуге әдіптер

Детальдың кішігірім габариттік көлемі, мм	3 нақтылық класы					
	Номиналды көлемі, мм					
	120 дейін	121-260	261 - 500	501 - 800	801 -1250	1251-2000
120 дейін	хо 4,0	-	-	-	-	-
121-260	хо 4,0	6Д) 5,0	-	-	-	-
261 - 500	6Д) 5,0	8Д) 6,0	9Д) 6,0	-	-	-
501 - 800	ТА 5,0	8Д) 6,0	10.0 7,0	11.0 7,0	-	-
801 - 1250	9Д) 6,0	10.0 7,0	10.0 7,0	11.0 8,0	12.0 8,0	13.0 9,0
1250 -2000	10.0 7,0	11.0 8,0	12.0 9,0	13.0 9,0	14.0 10,0	14.0 10,0

Ескертпе: Алымда жоғарыдан құйған кезде әдіптерің мәні, ал бөлгіште – төменнен немесе қапталдан құйған кезде.

4.7 кесте

Шойын құймаларын механикалық өңдеуге әдіптер

Детальдың кішігірім габариттік көлемі, мм	1 нақтылық класы					
	Номиналды көлемі, мм, мм					
	50 дейін	50-120	120-260	260 -500	500 - 800	800- 1250
120 дейін	2,5 2,0	2,5 2,0	-	-	-	-
121-260	2,5 2,0	3,0 2,5	3,0 2,5			
261 - 500	3,5 2,5	3,5 3,0	4,0 3,5	4,5 3,5		
501 - 800	4,5 3,5	4,5 3,5	5,0 4,0	5,5 4,5	5,5 4,5	
801 - 1250	5,0 3,5	5,0 4,0	6,0 4,5	6,5 4,5	7,0 5,0	7,0 5,0

4.8 кесте

Шойын құймаларын механикалық өңдеуге әдіптер

Детальдың кішігірім габариттік көлемі, мм	3 нақтылық класы					
	Номиналды көлемі, мм, мм					
	50 дейін	50-120	120-260	260 - 500	500 - 800	800- 1250
120 дейін	-	-	4,5 3,5	-	-	-
121-260			5,0 4,0	5,5 4,5	-	-
261 - 500	1	1	6,0 4,5	7,0 5,0	7,0 6,0	
501 - 800	1	1	7,0 5,0	7,0 5,0	8,0 6,0	9,0 7,0
801 - 1250	1	1	7,0 5,5	8,0 6,0	8,0 6,0	9,0 7,0

4.9 кесте

Шойын құймаларын механикалық өңдеуіне әдіптер

Детальдың кішігірім габариттік көлемі, мм	2 нақтылық класы					
	Номиналды көлемі, мм					
	50 дейін	50-120	120-260	260 - 500	500 - 800	800- 1200
120 дейін	3,5 2,5	4,0 3,0				
121-260	4,0 3,0	4,5 3,5	5,0 4,0			
261 - 500	4,5 5,0	5,0 4,0	6,0 4,5	6,5 5,0		
501 - 800	5,0 4,0	6,0 4,5	6,5 4,5	7,0 5,0	7,0 5,5	
801 - 1250	6,0 4,0	7,0 5,0	7,0 5,5	7,5 5,5	8,0 5,5	8,5 6,6

Ескертпе: 1 нақтылық класы өндірістің жаппай түріне, 2 нақтылық класы - сериялыға, 3 нақтылық класы – бірегей өндіріске сәйкес келеді.

4.10 кесте

МЕМСТ 1855 - 55 и МЕМСТ 2009 – 55 бойынша шойын және болат құймаларының көлеміне қолжетімді ауытқулар (+; -)

Құю көлемі	Детальдың номиналды көлемі, мм					
	50 дейін	50-120	120-260	260 - 500	500 - 800	800- 1250
1 нақтылық класы						
До 120	0,2	0,3	-	-	-	-
120-260	0,3	0,4	0,6	-	-	-
260 - 500	0,4	0,6	0,8	1,0	-	-
500- 1250	0,6	0,8	1,0	1,4	1,4	1,6
1250-3150	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0
3150-5000	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,5

4.11 кесте

МЕМСТ 1855 - 55 и МЕМСТ 2009 – 55 бойынша шойын және болат құймаларының көлеміне қолжетімді ауытқулар (+; -)

Құю көлемі	Детальдың номиналды көлемі, мм					
	50 дейін	50-120	120-260	260 - 500	500 - 800	800- 1250
2 нақтылық класы						
До 260	0,5	0,8	1,0	-	-	-
260 - 500	0,8	1,0	1,2	1,5	-	-
500 - 1250	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
1250 -3150	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0
3150-6300	1,5	1,8	2,2	3,0	4,0	5,0

4.12 кесте

МЕМСТ 1855 - 55 және МЕМСТ 2009 – 55 бойынша шойын және болат құймаларының көлеміне қолжетімді ауытқулар (+; -)

Құю көлемдері	Детальдың номиналды көлемі, мм					
	50 дейін	50-120	120-260	260 - 500	500 - 800	800- 1250
3 нақтылық класы						
До 500	1,0	1,5	2,0	2,5	-	-
500 - 1250	1,2	1,8	2,2	3,0	4,0	5,0
1250 -3150	1,5	2,0	2,5	3,5	5,0	6,0
3150-6300	1,8	2,2	3,0	4,0	5,5	6,5

4.13 кесте

Материалдың үлесті салмағы (болат пен шойынның кейбір маркалары үшін)

Марка	Р(сЛм)	Марка	Р(сЛм)	Шойында	р(Л)
0,8	7,83	3Х13	7,75	Сұр	1,1 см
10	7,83	Х17	7,60	Тағалған	7,3
15	7,82	Х18Н9	7,90	Ақ	7,5
20	7,82	2Х18Н9	7,90		
25	7,817	Х19Н9Т	7,90		
30	7,817	Х25СН	7,90		
35	7,815	Х18Н2С2	7,60		
40	7,814	Х20Н14	7,85		
45	7,814	ХЮС2М	7,60		
50	7,811				
55	7,82				
60	7,80				

4.14 кесте

Материалдардың үлесті салмағы (түрлі-түсті балқымалардың кейбір маркалары үшін)

Алюминий балқымасы	Р(смА)	Латуньдер	Р(смА)	Қорғасын	Р(смА)
Амц	2,73	Л69	6,85	БрОФ6,5 -0,4	8,72
Амг	2,65	Л85	8,75	БрОЦ 4 - 3	8,80
Д1	2,80	Л70	8,53	БрАЖ5	8,20
Д16	2,80	Л62	8,43	БрКМц 3 -1	8,40
Д18П	2,75	ЛС59- 1	8,5	БрБ2	8,23
АЛ1	2,78	ЛМцС58 -2-2	8,5		
АЛ5	2,68	ЛК80 - 3	8,3		
АЛ8	2,66				
АЛ 10В	2,69				
АЛ 14	2,64				

ГЛОССАРИЙ

Табиғи сипаттама – бұл қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы, ол якорьлік тізбектерде сыртқы кедергілердің және қозғалтқыштар ағымының және якорьдегі кернеудің номиналды мәндері болмаған кезде алынады.

Зияткерлік мехатрондық модулі (ЗММ) - механикалық (гидравликалық, пневматикалық), электртехникалық (гидротехникалық, пневмотехникалық), ақпараттық және басқа модульдермен әр түрлі комбинациямен жеке қолдануға болатын компьютерлік (электрондық) бөлігі кіретін құрылымдық және функционалды өзіндік түйіні.

Кернер — слесарьлік құрал, алдын ала белгі беру сызықтарда терендікті (кернерлерді) салу үшін қолданылады.

Қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы – бұл қозғалтқыштың айналу сәті мен айналу жылдамдығы арасындағы тәуелділік $\omega=f(M)$.

Механикалық энергия – бұл тікелей өзара әрекет ету энергиясы және физикалық денелер мен олардың бөліктерінің қозғалысы.

Мехатроника — бұл олардың функционалды қозғалыстарымен зияткерлік басқарумен жүйесін және сапалы жаңа модульдерін өндіруді жобалауды қамтамасыз ететін электрондық, электр техникалық (гидротехникалық, пневматехникалық) компьютерлік компоненттермен нақты орын ауыстыру түйіндерін синергетикалық біріктіруге негізделген ғылым мен техникасының саласы.

Мехатрондық жүйесі – уақытпен қызмет ететін және сыртқы ортамен өзара әрекет ететін өзара байланысты мехатрондық агрегаттардың тұтас кезекті көпшілігі.

Мехатрондық модуль — әр түрлі физикалық табиғаты бар оның элементтерінен тұратын өзара өтумен және синергетикалық аппараттық-бағдарламалық бірігумен қозғалыстарды іске асыру үшін функционалды және конструктивті өзіндік бұйымы.

Мехатрондық қозғалыс модулі – өзіне механикалық (гидравликалық, пневматикалық), электртехникалық (гидротехникалық, пневмотехникалық) және басқа модульдермен әр түрлі комбинациямен жеке қолдануға болатын ақпараттық бөлігі кіретін құрылымдық және функционалды өзіндік түйіні.

Қозғалыс модулі (ҚМ) — басқа модульдермен жеке және әр түрлі комбинацияларды қолдануға болатын механикалық (гидравликалық, пневматикалық) және электртехникалық (гидротехникалық, пневмотехникалық) құрамдас бөліктері кіретін конструктивті және функционалды өзіндік түйіні.

Қозғалыс модулі (ҚМ) — басқа модульдермен жеке және әр түрлі комбинацияларды қолдануға болатын механикалық (гидравликалық, пневматикалық) және электртехникалық (гидротехникалық, пневмотехникалық) құрамдас бөліктері кіретін конструктивті және функционалды өзіндік түйіні.

Надфиль — егеудің өзгертілген түрі, бірақ өз ұзындығының

жартысына немесе төрттен үш бөлігіне ғана көлемдерінен аз. Надфильдің тегіс беті тұтқа қызметінде болады. Ол кіші жазықтықтарды өңдеу және кішкентай көлемдегі детальдарды жеткізу үшін қолданылады.

Кесумен даярламаларды өңдеу – кесу құралының көмегімен жабдықтардың әр түрлі детальдарын өндірудің технологиялық процесі.

Қысыммен металдарды өңдеу – бұл деформациялау процесінің көмегімен бұйым нысандары мен габариттердің пластик өзгерістерінің процесі.

Полировкалау — металл жылтырын детальдің бетіне беру, ұзақ қызмет етуін және сыртқы әдемілігін жоғарлату үшін қолданылатын әрлеу операциясы немесе хромдалған, никельденген және басқа да жабындыларды салар алдында дайындық операциясы.

Притирка— машина детальдарын, құралдарын және басқа да бұйымдарды механикалық өңдеудің жеке операциясы.

Рашпильдер жұмсақ металл (мырыш, қорғасын), пластмасса, ағаш, теріні қатаң өңдеу үшін қолданылады.

Кесу – оның көмегімен кескіш пен даярламасы бар слесарьлік балға метал қабатын алатын немесе даярламаны кесетін операция.

Термиялық өңдеу – берілген температураға дейін металдарды қыздыру процестерінің, деталь құрылымын (сыртқы құрылысын) өзгерту нәтижесінде белгілі физикалық-механикалық қасиеттерді даярлау мақсатымен салқындатуға және ұстауға дейін металды қыздыру процесінің жиынтығы.

Еркін шығару тәртібіндегі тежегіш– қордағы механикалық энергиясы кедергі күшін жеңуге шығындалады. Жұмыс органының қозғалысы ұзақ уақыт жалғасады.

Шаберлер – бұл болаттан жасалған жолақтар немесе белгілі ұзындықтағы өзектер.

Штангенглубиномер – саңылаулар мен паздар тереңдігін өлшеуге арналған құрал.

Штангенрейсмас – плитаға орнатылған бұйымдар белгілерін және биіктігін өлшеуге арналған құрал.

Штангенциркуль – сыртқы және ішкі көлемдердің жоғары нүктелі өлшемдеріне, сондай-ақ, саңылау тереңдіктеріне арналған әмбебап құрал.

Электр доғалы дәнекерлеу – электр доғасы металын қыздыру және балқыту үшін қолданылатын дәнекерлеу түрлерінің бірі.

Электр энергиясы – бұл электрмагниттік алаң энергиясы.

Электр қозғалтқыш – бұл электр машина, оның көмегімен электр энергиясы механикалыққа, әр түрлі механизмдерді қозғалысқа келтіру үшін қайта түзіледі.

Электр тежегіш – қордағы механикалық энергия, оның электр машинасы қайтарымдығы қасиетінің арқасында электр энергиясына қайта түзіледі немесе желіде беріледі немесе қозғалтқышты қыздыруға кетеді. Электр энергиясын механикалық энергияға қайта түзу процесін басқара отыра,

ақырын тежегішті қамтамасыз етуге және динамикалық жүктеме шамасын шектеуге болады.

Электромеханикалық сипаттама – бұл якорь тоғынан қозғалтқыш жылдамдығының тәуелділігі $\omega=f(I_я)$.

ҚОРЫТЫНДЫ

Оқу құралы 1519000 – «Мехатроника» мамандығы бойынша ТиППО жүйесіне арналған өзекті үлгілі оқу жоспарлары мен бағдарламалары негізінде авторлардың ұжымымен әзірленген.

Дәстүрлі механизмдерден және агрегаттардан мехатрондық модульдеріне және жүйелеріне ауысу сапалы қарғиды. Оны іске асыру механиканың, электрониканың, компьютерлік техниканың соңғы жетістіктерін әзірлеушілермен зерттеусіз және есептеудің және құрылымдаудың заманауи әдістерін білусіз мүмкін емес.

Оқу құралы 1519012 – Электрослесарь (слесарь) мехатроника білімімен жабдықтарды жөндеу бойынша кезекші» біліктілігі бойынша ПМ05 «Автоматтандырудың және автоматтандырылған жетек жүйелерін қорғаудың барлық элементтерін өзара әрекет етуі және жұмысын бақылау» кәсіби модулін игеру нәтижесінде кәсіби қызметті орындауға оқушылардың дайындығына, өтемақыларды қалыптастыру дәрежесін бақылауға арналған.

Кәсіби модуль келесі пәндерден тұрады: оқу нәтижелерін және баға критерийлерін есепке алумен «Кәсіпорынды электр жабдықтау», «Электр жабдықтарға қызмет көрсету және жөндеу», «Сандық бағдарламалық басқару негіздері», «Мехатрондық модульдердің, роботтардың детальдары және олардың құрылымдары».

Оқу құралы әр түрлі тәртіптерде электр қозғалтқыштар жұмысының ерекшеліктері және олардың сипататмалары қарастырылған. Сондай-ақ, автоматтандыру мен жетектер элементтерінің электр жабдығын монтаждаудың, күйге келтірудің, пайдаланудың және жөндеудің жалпы мәселелері қарастырылған. Ерекше көңілді қозғалыс модульдерінің үлгілі құрылымдарына бөлінген болатын.

Оқу құралында алты зертханалық жұмыс бар, олар қарастырылған теориялық мәселелер бойынша практикалық дағдыларды қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Оқу құралдары техникалық және кәсіби білім ұйымдары оқушыларына арналған.

Кітапханалық тізімде автоматтандырылған жетектер жүйелерін қорғау мен автоматтандырылған элементтердің өзара әрекет етудің жеке мәселелерін терең зерттеуге қажетті нормативтік-техникалық әдебиеттер туралы мәліметтер болады.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ДЕРЕККӨЗДЕРДІҢ ТІЗІМІ

1. Слесарьлік-жинақтаушы жұмыстар: кәсібі білім мекемелеріне арналған оқулық: Б.С Покровский – 9-ші басылым– М: «Академия» баспа орталығы, 2014- 352б.

2. А.А. Пижурин және т.б. Ағашты өңдеу кәсіпорны электригінің анықтамалығы / М.В Алексин, Пижурин А.А., Яковенко В.А. – М.: МГУЛ, 1999. – 340 б.

3. Е.В. Кунтуш «Электромеханика» модулі бойынша бақылау жұмыстарын орындау бойынша әдістемелік нұсқама - Теміртау, 2017 – 46 с.

4. Автоматтандырылған электр жетегі бойынша анықтамалық / В.А. Елисеевтің, А.В. Шинянскийдің редакциясымен. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 616 б.

5. Алиев И.И. Электротехника және электр жабдықтау бойынша анықтама: Жоғары оқу орнына арналған оқу құралы. – 2-ші басылым, қосымша. – М.: Жоғары мектеп, 2000. – 255.

6. Алиев И.И. Электротехникалық анықтама. – 3-ші басылым, түзетілген және толықтырылған – М.: ИП РадиоСофт, 2000. – 384 б.

7. Автоматтандырылған электр жетегі: Оқытудың барлық нысандағы 21.02 мамандықтағы студенттерге арналған зертханалық жұмыстарға орындауға әдістемелік нұсқама. Құрастырушылар: Драчёв В.А., Драчёва З.А. – Красноярск: СибГТУ, 2000.

8. Белов М.П. Үлгілі өндірістік механизмдер мен технологиялық кешендердің автоматтандырылған электр жетегі: Жоғары оқу орындары студенттеріне арналған оқулық /М.П. Белов, В.А. Новиков, Л.Н. Рассудов. – 3- ші басылым, түзетілген – М.: «Академия» басылым орталығы, 2007. – 576 б.

9. Егоров О. Д., Подураев Ю. В. Мехатрондық модульдер. Есеп және құрылымдау: Оқу құралы. — М.: МГТУ «СТАНКИН», 2004.

10. Таугер В. М. Мехатрондық модульдердің гидрожетегі: Оқу құралы. — Екатеринбург: УрГУПС, 2007.

11. Казмиренко В. Ф. Қозғалыстардың электрогидравликалық мехатрондық модульдер. — М.: Радио және байланыс, 2001.

12. Свешников. В. А., Усов А. А. Станоктық гидрожетектер: Справ. — М.: Машина жасау, 1982

13. Бродовский В. Н., Баранов М. В., Илюхин Ю. В. Технологиялық машиналар үшін түсетін ауысудың мехатрондық жетек модулі // Мехатроника. Машинажасау, 2000. — № 4.

Электрондық ресурстар

14. Электрондық электротехникалық кітапхана – hhtp://electrolibrary. info.
15. Электротехникалық сайттар каталогы – hhtp://www.electric-find. com/.
16. Electric Pilot – hhtp://www. Electricpilot.com/ - электротехникалық сайт.
17. LightResource – hhtp://www. light resource . com/.
18. Lighting. com – h htp://www. lighting . com/.

19. Энергетика: hhtp://yaca.yandex. ru. yca/cat/ Business/ Production/ Energy/.
20. «Электротехническая библиотека», hhtp://electrolibrary.narod .ru/.