

# ӨНЕРКӘСІПТІК ЖАБДЫҚТЫ МОНТАЖДАУ МЕН ЖӨНДЕУДІ ҰЙЫМДАСТЫРУ ЖӘНЕ ЖҮРГІЗУ

## ОҚУЛЫҚ

## ЕКІ БӨЛІМДІ

### I бөлім

*«Білім беруді дамытудың федералды институты»  
федералдық мемлекеттік мекемесі  
бастауыш кәсіптік білім беру  
бағдарламаларын іске асыратын білім беру  
мекемелеріне оқу құралы ретінде  
ұсынған*

*Пікірдің тіркеу нөмірі № 68, 18 наурыз,  
2016 жыл.*



**Мәскеу**  
**«Академия» баспа орталығы,**  
**2016 жыл**

ӘОЖ 658. 58(075.32)

КБЖ 30.8я723

О-641

Бұл кітап Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі және «Кәсіпқор» холдингі» КЕАҚ арасында жасалған шартқа сәйкес «ТЖКБ жүйесі үшін шетел әдебиетін сатып алуы және аударуды ұйымдастыру жөніндегі қызметтер» мемлекеттік тапсырмасын орындау аясында қазақ тіліне аударылды.

Аталған кітаптың орыс тіліндегі нұсқасы Ресей Федерациясының білім беру үдерісіне қойылатын талаптардың ескерілуімен жасалды. Қазақстан Республикасының техникалық және кәсіптік білім беру жүйесіндегі білім беру ұйымдарының осы жағдайды ескеруі және оқу үдерісінде мазмұнды бөлімді (технология, материалдар және қажетті ақпарат) қолдануы қажет.

Аударманы «Delta Consulting Group» ЖШС жүзеге асырды, заңды мекенжайы:

Астана қ., Иманов көш., 19,

«Алма-Ата» БО, 809С, телефоны: 8 (7172) 78 79 29, эл. поштасы: info@dcg.kz

Пікір жазған:

Мытище машина жасау колледжінің оқытушысы

*В.А. Базлов*

О-641 Өнеркәсіптік жабдықты монтаждау мен жөндеуді ұйымдастыру және жүргізу:

2 бөлімде. Б. 1: орта кәсіптік білім беру студ. мекемелеріне арналған оқулық/ [А. Г. Схиртладзе, А. Н. Феофанов, В. Г. Митрофанов және т.б.]. — М.: «Академия» баспа орталығы, 2016. — 272 б.

ISBN 978-601-333-074-7 (каз.)

ISBN N 978-5-4468-2347-5 (рус.)

Оқулық «Өнеркәсіптік жабдықты монтаждау және техникалық эксплуатациялау», ПМ.01 «Өнеркәсіптік жабдықты монтаждау мен жөндеуді ұйымдастыру және жүргізу» мамандықтары бойынша орта кәсіби білім берудің Федералдық мемлекеттік білім беру стандартына сәйкес жасалған.

Монтаждауды ұйымдастырудың, оны жүзеге асырудың, заманауи мекемелердегі өнеркәсіптік жабдықтарды технологиялық қызмет көрсету мен жөндеудің негізгі аспектілері қарастырылған.

1-бөлімде машиналар, олардың бөлшектері мен механизмдері, металл кескіш станоктардың классификациясы мен олардың сипаттамалары туралы негізгі мәліметтер келтірілген. Өнеркәсіптік жабдықтар механизмдері мен бөлшектері тозуының маңызы, сипаты және белгілері, қайта қалпына келтіру мен төзімділікті арттыру әдістері, оның қозғалыссыз қосылыстарының жөндеуі ашып көрсетілген.

Орта кәсіптік білім беру студенттеріне арналған.

ӘОЖ 658.58(075.32)

КБЖ 30.8я723

© Авторлар ұжымы, 2016

© Білім беру-баспа орталығы «Академия», 2016

© Рәсімделуі. Баспа орталығы «Академия», 2016

ISBN 978-601-333-074-7 (б.1)

ISBN 978-601-333-073-0 (каз)

ISBN 9 78-5-4468-2347-5 (ч. 1)

ISBN 9 78-5-4468-2348-2 (рус.)

Осы оқулық «Өнеркәсіптік жабдықтарды монтаждау және техникалық эксплуатациялау» мамандығы бойынша оқу-әдістемелік кешеннің бөлігі болып табылады.

Оқулық «Өнеркәсіптік жабдықтарды монтаждауды және жөндеуді ұйымдастыру мен жүргізу» кәсіби модулін оқып-үйренуге арналған.

Жаңа заманғы оқу-әдістемелік кешендерде жалпы білім беру мен жалпы кәсіби пәндерді және кәсіби модульдерді оқып-үйренуге арналған дәстүрлі және инновациялық оқу материалдарын қамтиды. Әрбір кешенде жалпы және кәсіби, соның ішінде жұмыс беру талаптарын ескере отырып, құзіреттіліктерді меңгеруге қажетті оқулықтар мен оқу құралдары, оқыту және бағалау тәсілдері бар.

Оқу басылымдары электрондық білім беру ресурстарымен толығуда. Электрондық ресурстарда интерактивті жаттығулары мен жаттығу құрылғылары бар теориялық және тәжірибелік модулдер, мультимедиялық нысандар, Ғаламтордағы қосымша материалдар мен ресурстарға сілтемелер бар. Оларға терминологиялық сөздік пен оқу үрдісінің негізгі параметрлері тіркейтін электрондық журнал қосылған: жұмыс уақыты, бақылау және тәжірибелік тапсырмаларды орындау нәтижелері. Электрондық ресурстар оқу үрдісіне жеңіл енеді және әртүрлі оқыту бағдарламаларына бейімделуі мүмкін.

Заманауи машина жасау өндірісі – технологиялық қондырғыны жөндеу мен оның қайта қалыпқа келтіруіне аса үлкен мән берілетін өзара байланысқан ғылыми-техникалық мәселелердің кешені. Осы мәселелерді өз уақытында шешу барлық мекемелердің және жалпы мемлекеттің машина жасау ресурстарын үнемдеудің үлкен қоры болып табылады.

Жөндеу мен қалыпқа келтіру әдістерінің технологиялық мүмкіндіктері әртүрлі жабдықтарды эксплуатацияға жылдам әрі сапалы дайындауға, міндетті түрде соңғы өнімнің өзіндік құнына әсер ететін уақыт пен тәсілдерді үнемдеуге мүмкіндік береді. Мұндай әдістің тиімділігі қазіргі таңда өзекті болып тұрған аз ғана көлемдегі өндірістер жағдайларында білінеді.

Оқулықта машиналарды технологиялық қызмет көрсету, жөндеу және қалыпқа келтіру саласындағы соңғы жетістіктері көрсетілген. Оқулықтың алғашқы екі тарауында машиналарды жөндеу мен қызмет көрсетудің теориялық негіздері берілген. Бұл машиналар бөлшектері тозуының негізгі сипаттамалары мен заңдылықтарын, түйіндесудегі қондырманы қалыпқа келтіру әдістерін, механикалық өңдеу мен жинақтау технологиялық үрдістерін өлшемдік талдау мен нақтылауды анықтауға қатысты. Үшінші және төртінші тарауларда жалпы машинажасаудың аса кең таралған бөлшектері мен механизмдерін жөндеу және қалыпқа келтіру бойынша ұсыныстар келтірілген.

Шандатумен металлизациялау, электромеханикалық және химиялық қаптамалар, бөлшекке полимерлі қаптамаларды төсеу технологиясы секілді бөлшектерді қалыпқа келтірудің заманауи әдістерінің сан алуандығы технологқа ең сапалы техникалық үрдісті таңдауға және экономикалық тиімділікті қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Оқулықта, сонымен қатар, жөндеу өндірісін дайындау, оны технологиялық қызмет көрсету, өндірістің тиімділігі мен модернизациясын арттыру қоры секілді мәселелер де қарастырылған.

## МАШИНАЛАР, МАШИНАЛАРДЫҢ БӨЛШЕКТЕРІ ЖӘНЕ МЕХАНИЗМДЕРІ ТУРАЛЫ ҰҒЫМ

### НЕГІЗГІ ЭЛЕМЕНТТЕР

Машиналар мен механизмдер жүздеген және кейде мыңдаған әртүрлі бөлшектерден тұрады. Мысалы, қарапайым көмір жүктеуші машинада 3 мыңнан аса бөлшектер, автокөлікте (қозғалтқышпен бірге) шамамен 16 мың, өңдеу диаметрі 13 м дейін жететін айналдырғы-жонғыш станоктарда 20 мыңнан астам, Екінші дүниежүзілік соғыстағы «Фау-2» неміс зымыран-снарядында шамамен 30 мың, гидроэлектростанциядағы гидротурбинада 50 мың, ал рельсбелағаштық орнақ 400 мыңдай атауға ие 1,5 млн. бөлшектерден тұрады.

Жаңа бұйымды жасаудың нәтижесіне материалдық нысандар саласына жататын және өндіріс талаптары мен адамның қажеттіліктеріне қызмет атқаратын бұйымның өзі жатады. Жаңа бұйымды жасау – адамның ой-саналық іс-әрекетіне қатысты маңызды саты. Осылайша, жобалау мен құрылымдаудың мақсаты мүлдем жоқ немесе басқа да формаларда кездеспейтін және өзге параметрлерге ие жаңа бұйымды жасау болып табылады. Жобалау мен құрылымдау – жасаушыда нақты ой-саналық кейібі жасалатын ой әрекетінің түрі. Бұл кейіп жаңа бұйымның құрамдық бөлшектерін ауыстыру немесе оларды басқа элементтермен алмастыруды қамтитын ой-саналық тәжірибелерге ұшырайды. Біруақытта енгізілген өзгерістердің тиімділігі бағаланады және осы өзгерістер соңғы нәтижеге қалай әсер ететіндігі анықталады. Ой кейібі жобалау мен құрылымдаудың жалпы ережелеріне сай жасалады және салдарынан соңғы, техникалық негізделген түрге ие болады.

Жаңа бұйымды жасауға жобалау мен құрылымдаудан басқа оны жасап шығару технологиясы, өнеркәсіптік материалдық-техникалық камсыздандырылуы мен ұйымдастырылуы кіреді. Жаңа бұйымды әзірлеу оның кейінгі жұмыс істеу циклінің негізгі сатыларына елеулі түрде әсер етеді: жасап шығару, ұстаушылық, іске асыру, эксплуатациялау немесе тұтыну, жою немесетүрлендіру, утилизация.

«Бұйым» ұғымы аса кең мағыналарға ие. Бұйым атауында материалдық өндірістің барлық нысандары мен мекемеде дайындалуға жіберілетін олардың барлық құрамдас бөліктері түсіндіріледі: машиналар, технологиялық жабдықтар, механизмдер, құрылғылар, функционалдық жүйелер және т.б. Бұйымдардың келесі түрлері кездеседі: бөлшектер, жинақтау бірліктері, кешендер мен комплектілер.

Бөлшек дегеніміз жинақтау операцияларын қолданбай бір маркалы материалдан немесе бір орындағы жалғаушы операцияларды (дәнекерлеу, пісіру, желімдеу және т.б.) қолдану арқылы жасап шығарылған бұйым. Қарапайым бөлшектерге гайка, кілтек және басқа бөлшектер, ал күрделіге – бұранда, білік, корпус және т.б. жатады. Бөлшек айрықшаландырылған бұйымға жатпайды, себебі онда құрамдас бөліктер жоқ.

Бөлшек-торап дегеніміз құрылымдық түрде жекеленген бірліктер мен жалпы тағайындамамен біріктірілген (тербеліс мойынтіректері, муфталар және т.б.).

Жинақтау бірлігі құрамдас бөліктері өзара жасап шығару мекемесінде жинақтау операцияларының көмегімен жалғануға тиісті бұйымдар. Жинақтау бірлігі бөлшектер мен тораптардың ажырайтын немесе ажырамайтын жалғанысты түзеді.

Жинақтау бірліктеріне көптеген әзірленуші және шығарылушы бұйымдар, сонымен бірге оларға кіретін құрамдас бөліктер жатады. Мысалы, жинақтау бірлігі ретінде жонғыш станок сонымен бірге оған кіретін суппорт, кескішұстағыш және т.б. болып табылады. Жинақтау бірлігі айрықшаландырылған бұйымға жатады, себебі оған барлық құрамдас бөліктер кіретін сипаттама жасалады.

**Кешен** — жасап шығару мекемесінде жинақтау операцияларының көмегімен, мысалы жинақтау конвейері, кран және т.б. жалғанбайтын, өзара байланысқан эксплуатациялық функцияларды атқаруға арналған, бірнеше (екі және одан аса) айрықшаландырылған бұйымдардан тұратын бұйым.

Комплект — жасап шығару мекемелерінде жинақтау операцияларының көмегімен, мысалы, қосалқы бөлшектердің, құралдардың, өлшеу құрылғыларының және т.б. жалғанбайтын, қосалқы сипаттағы жалпы функционалдық тағайындамаға ие бірнеше (екі және одан көп) бұйымдар.

Өндірісті дайындау мен жасап шығару үрдісінде бұйымдар толымдаушы, сатымдық, негізгі немесе қосалқы өндірістің, сериялық өндірістің және т.б. болып жіктеледі.

Кейде белгілі бұйымдар конструкциялар деп аталады. Бұл түсінікті анықтау үшін жаңа бұйымды жасаудың, идеяның туындауынан бастап қазіргі үлгіні жасап шығарумен аяқталушы барлық үрдісінбақылау қажет. Бұйымды әзірлеу адамның ой

әрекетінің нәтижесі болып табылады, оның нәтижесінде конструкция жасалады. **Конструкция** бұйым бөлшектерінің өзара орналасуларын анықтайды және бір бұйымды басқасынан айырып тануға мүмкіндік беретін оның негізгі қасиеттерінің бірі болып табылады.

**Механизм** — бір немесе бірнеше денелердің қозғалысын басқа денелердің қажетті қозғалысына түрлендіруге арналған бөлшектердің (буындардың) бірігуі. Механизмде бұйымның жетекші және жетектілері деп жіктеледі. Қозғалысты басқа буынға беруші механизм буыны жетекші деп аталады. Басқа буыннан қозғалысты алушы буынды жетекті деп атайды. Жетекші буын сыртқы күштермен (қол, түбір, электрқозғалтқыш және т.б.) қозғалса, ал жетекті буын қозғалысқа жетекшіден келтіріледі.

Жылдамдық пен айналушы мезетті түрлендіруі бар қозғалысты беруге арналған механизмдер қозғалысты беу механизмдері деп аталады. Берілістің көмегімен қозғалыстың жылдамдығы мен бағыты өзгереді, айналымдық қозғалыс ілгерілемелі және бұрандалы қозғалысқа түрленеді.

## 1.2. БЕЛДІКТІ БЕРІЛІСТЕР

---

Илімді байланысы бар фрикциялық берілістер, немесе белдікті берілістер, — шкив пен илімді дене арасындағы ілінісу күштерін қолдану арқылы жұмыс істейтін берілістер. Илімді денеге арқан, лента, белдік (жалпак, сыналы немесе дөңгелек) жатады.

Белдікті берілістер бір-бірінен өзара алыс қашықтықта орналасатын біліктер арасындағы айналысты беру үшін қолданылады.

Белдікті берілістердің артықшылықтары:

- Серпінді байланыстың демпферлеуші қабілеті арқасында қозғалыстың жоғары жатықтығы;

- Батып қалу мүмкіндігі есебінен жүктемелерден сақтау;
- Құрылымдау мен қызмет көрсетудің қарапайымдылығы;
- Белдік төмен құны;
- Айналымды бірнеше біліктерге беру мүмкіндігі.

Белдікті берілістердің кемшіліктері:

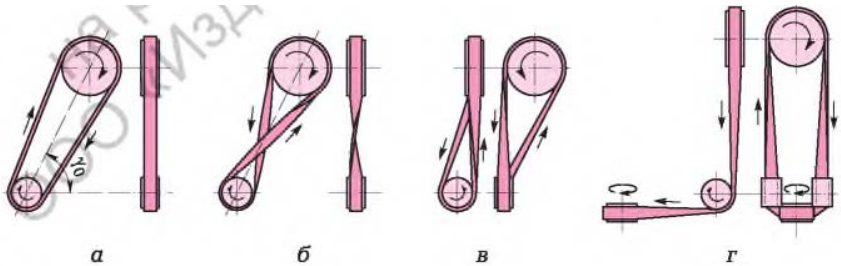
- Серпінді сырғанау мен беріліс қатынасының тұрақсыздығы;
- Алдын-ала тартудың қажетті өлшемін қамтамасыз ету;
- Біліктерге түсетін едәуір қысымдар;
- Жоғары жылдамдықтағы аз төзімділік;
- Аса ірі өлшемдер;
- Берілісті майдың түсіп кетуінен сақтау қажеттілігі.

Белдікті берілістердің келесі құрылымдары кездеседі (1.1-сурет): біркелкі айналымды біліктердің параллельді өстері бар ашық; карама-қарсы айналымды біліктердің параллельді өстері бар

тоғыспалы; біліктер өстерінің айқыштануы бар жартылай тоғыспалы және қосалқы бағыттаушы роликтерімен біліктер өстерінің айқыштануы бар бұрыштық белдікті берілістер.

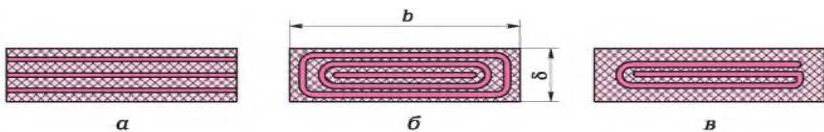
Ашық белдікті беріліс жалпақ, сыналы және жартылай сыналы белдіктермен орындалса, қалғандары – тек жалпақ белдіктермен.

Берілістегі белдіктердің материалдары келесі талаптарға сай болуы қажет: берік, тозуға төзімді және ұзақ мерзімді, аса жоғары функционалдық қасиеттерге ие (үйкелістің жоғары коэффициенті), серпінділіктің жоғары емес модулі және жақсы жүктемелі қабілетке ие. Бұл талаптарға былғары, резеңкеленген, қапталған, мақталы және жүнді белдіктер сай келеді.



**1.1-сурет. Белдікті берілістердің схемалары:**

а — біліктердің параллельді өстері бар ашық; б — біліктердің параллельді өстері бар тоғыспалы; в — жартылай тоғыспалы; г — бұрыштық.



**1.2-сурет. Жалпақ резеңкеленген белдіктер:**

а — иір ойықты — «А» типі; б — қабатты оралған — «Б» типі; в — спиралді оралған — «В» типі;  $b$ — белдіктің ені;  $с$  — белдіктің қалыңдығы.



---

Жалпақ белдіктерге жатады:

- былғары, жақсы функционалдық қасиеттерге және аса жоғары жүктемелік қабілетке ие. 50 м/с жылдамдыққа дейінгі ауыспалы және соққылы жүктемелерде жақсы жұмыс істейді. Мұндай белдіктердің кемшіліктеріне олардың қолданылуын шектеуші жоғары құны жатады;

- резеңкеленген, ысытылған резеңкемен жалғанған мақта матасымен (бельтинг) бірнеше қабатқа резеңкелеу арқылы жасап шығарылған. Бұл белдіктер үш типті болады: «А» — иір ойықты, «Б» — қабатты оралған және «В» — спиралді оралған(1.2-сурет).

«А» типтес белдіктер жеңіл жұмыс жағдайларында, сонымен бірге 40 м/с дейінгі жылдамдықтарды біркелкі жүктемемен жұмыс істейде қолданылады.

«Б» типтес белдіктер ауыр жұмыс жағдайларына, сонымен қатар 20 м/с дейінгі үзікті жүктемемен жұмыс жасауда қолданылады..

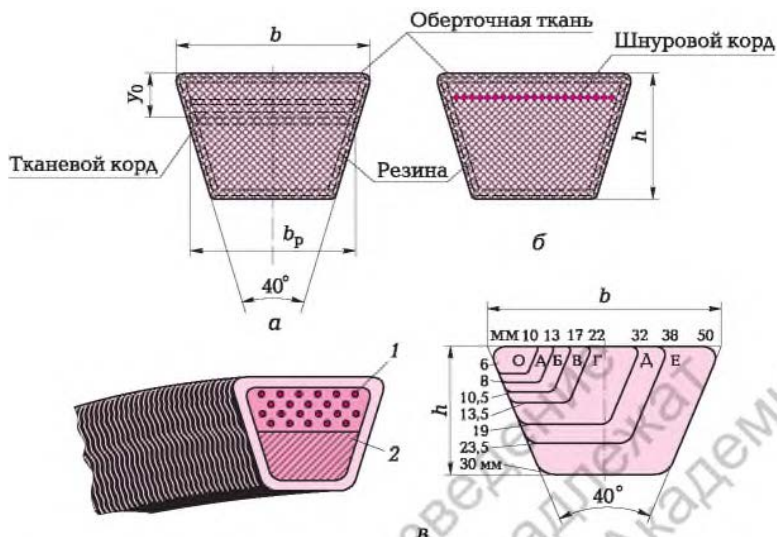
«В» типтес белдіктер аз қолданылады, әдетте 15 м/с дейінгі жылдамдықтарда.

Резеңкеленген белдіктер сондай-ақ баулы кордтармен де жасап шығарылады;

- қаптамалы (синтетикалық), капрон талшықтарынан корды бар полиамидтерден жасап шығарылады. Аз қалыңдықтарда (0,4... 1,2 мм) мұндай белдіктер жоғары беріктік (резеңкеленген белдікке қарағанда 5-8 есеге көп) пен иілімділікке ие. Жоғары фрикциялық қасиеттерді қамтамасыз ету үшін қаптамалы белдіктердің жұмыс беті каучук немесе күдерімен қапталады. Мұндай белдіктер 60-80 м/с дейінгі жылдамдықтарда жұмыс істейді;

- мақталы,бор балауызы мен битуммен сіңірілген мақталы негіздемеге ие. Мұндай белдіктер жоғары иілімділік пен жүктемелік қабілетке ие, бірақ төзімділігі төмен;

- жүнді,мақталы жіптермен тігілген және тоқылған жүн жіптерден дайындалады. Беріктік үшін белдіктер олифа және темір жосамен сіңіріледі. Олар аз диаметрлі шкивтерде 30 м/с дейінгі жылдамдықтарда жұмыс істейді.



### 1.3-сурет. Сыналы белдіктер:

а — корд-маталы; б — корд-баулы; в — түрөлшемдер; 1 — созылу қабаты; 2 — сығылу қабаты; б және h — сыналы белдіктің сәйкесінше ені мен биіктігі;  $y_0$  және  $b_p$  — сыналы белдіктің орта сызығының сәйкесінше ені мен биіктігі; О, А, Б, В, Г, Д, Е — белдіктердің қалыпты қималары.

(Тканевой корд – мата корды, оберточная ткань – оралу матасы, шнуровой корд – баулы корд, резина – резеңке)

Трапеция тәрізді қиманың сыналы белдіктері бар берілістері тек ашық түрде ғана мүмкін болады, себебі бұл белдіктер бұрауға аса қатты келеді. Сыналы белдіктер корд-маталы және корд-баулы болып жіктеледі (1.3-сурет). Олар үш түрде жасап шығарылады: қалыпты қималары, жіңішке (желдеткішті) және кең (вариаторлар үшін). Сыналы белдіктер бірнеше габариттерде орындалады:

- қалыпты қималы белдіктер: О (Z), А (A), Б (B), В (C), Г (D), Д (E) және Е (EO);

- жіңішке: УО (SPZ), УА (SPA), УБ (SPB) және УВ (SPC).

Әрбір кезекті габарит үлкен қима ауданына ие (1.3в-сурет). Қалыпты қималы белдіктер 25 м/с дейінгі, ал жіңішке белдіктер – 40 м/с дейінгі жылдамдықта жұмыс істейді.

Белдікті берілістерде алдын-ала тартылымдарды жасаудың әдістері:

- тартылымы бар шкивтерге белдіктерді қондыру;
- шкивтердің өстерін салыстырмалы қозғалту;
- бір шкивті тербелуші тақтада орнату арқылы шкивтердің өсін ығыстыру;

- тартылу ролигін пайдалану;
- өзіндік тартылу құрылғыларын қолдану.

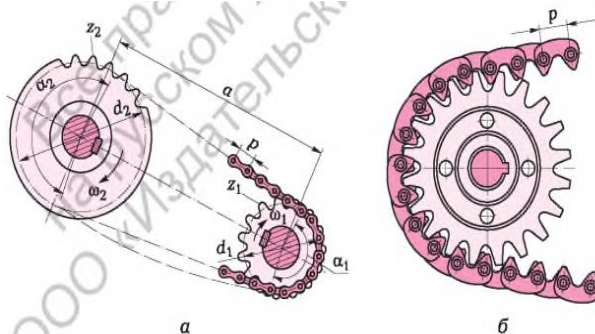
### 1.3. ТІЗБЕКТІ БЕРІЛІСТЕР

Тізбекті берілістер төлкелкі-роликті (1.4,а-сурет) және тісті тізбектер (1.4б-сурет) болып жіктеледі. Тізбекті берілістердің артықшылықтары:

- өс аралық қашықтардың (3 м дейін) және беріліс сандарының (8 дейін) кең диапазоны;
- берілуі жүктемелер (100 кВт) мен жылдамдықтардың (20 м/с) кең диапазонында жұмыс істеу мүмкіндігі;
- сырғанаудың жоқтығы;
- жоғары ПӘК;
- білікке түсетін салыстырмалы жоғары емес жүктемелер.

Тізбекті берілістердің кемшіліктері:

- тізбектегі топсалардың және оған байланысты созылымның тозуы, сонымен қатар тартылу құрылғыларын қолдану қажеттілігі;
- жұмыс кезіндегі айтарлықтай шулар;



#### 1.4-сурет. Тізбекті берілістің схемасы:

а—төлкелі-роликті тізбегі бар; б — тісті тізбегі бар: а — өс аралық қашықтық;  $z_1$  және  $z_2$  — сәйкесінше кішкене және үлкен жұлдызшалар тістерінің саны;  $w_1$  және  $w_2$  — сәйкесінше кішкене және үлкен жұлдызшалардың айналу жылдамдығы;  $d_1$  және  $d_2$  — кішкене және үлкен жұлдызшалардың орташа (бөліну) диаметрлері;  $p$  — тізбек қадамы;  $\alpha_1$  және  $\alpha_2$  — кішкене және үлкен жұлдызшалардың бұрыштық қоршауы.

- Тізбектің бойлық қозғалысының жылдамдығы мен берілімдік санының тұрақсыздығы;

- Эксплуатациялық шарттарына қойылатын жоғары талаптар (қорғау, майлау және реттеу).

**Тізбектердің құрылымы.** Төлкелі-роликтік тізбектер сыртқы пластиналар престелген білікшеден, ішкі пластиналармен престелген төлкелер және төлкелерге кигізілген роликтерден тұрады. Престелген пластиналары бар білікше мен төлке қатаң буындарды түзеді, ал тізбектің иілімділігі топсаны түзуші білікше пен төлкенің салыстырмалы бұрылысы есебінен жүзеге асады (1.5а-сурет).

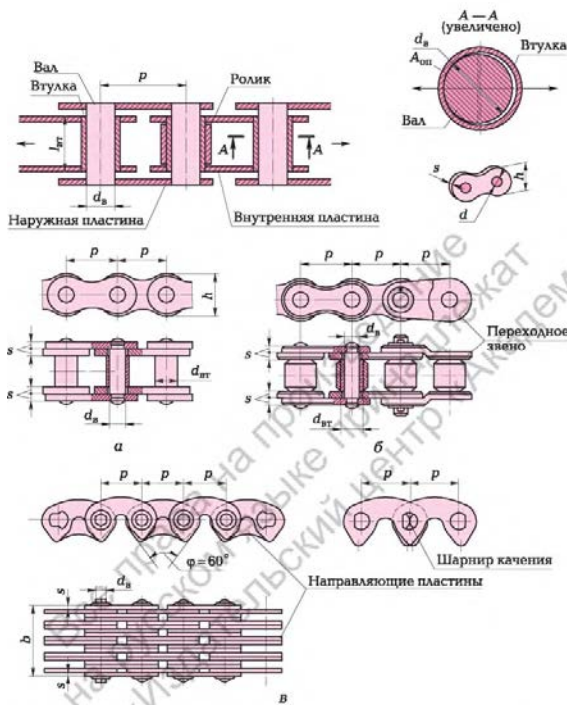
Төлкелі-роликті тізбектер 15 м/с дейінгі жылдамдықтарда қолданылады. Бір қатарлылармен бірге екі, үш және төрт қатарлы тізбектер де жасап шығарылады. Төлкелі роликтердің төлкелі тізбектерге қарағандағы артықшылығына төлке мен жұлдызшаның тісі арасындағы сырғанаудың үйкелісі ролик пен тіс арасындағы тербелу үйкелісіне алмасатын роликтердің болуы жатады. Төлкелі тізбектер негізінде жауапсыз берілістерде қолданылады. Төлкелі және төлкелі-роликтік тізбектер үшін жұлдызшалардың кескіні МЕСТ 591-69 бойынша орындалады.

Жоғары жылдамдықтарда **тісті тізбектер** қолданылады. Ең қарапайым құрылымында олар бір өске кидірілетін пластиналар тәрізді болады (1.5б-сурет). Тербелу топсалары бар күрделі құрылымды тісті тізбектер де кездеседі (1.5в-сурет).

**Тізбектердің материалдары.** Тізбекті берілістердің пластиналары 45, 40Х және 40ХН маркалы көміртекті және легирленген болаттардан жасалады (қаттылығы 40...50 HRC); жұмыс барысында тозуға ұшырайтын білікшелер, төлкелер мен роликтер — 20, 15Х, 20Х, 12ХН3А және 18ХГТ маркалы төмен көміртекті (цементтенуші) болаттардан (қаттылығы 55.62 HRC), ал жұлдызшалар - 45, 50 және 40Х маркалы көміртекті және легирленген, 20, 15Х және 20Х маркалы цементтеуші болаттардан (қаттылығы 50. 60HRC) және кейде шойыннан (қарапайым немесе түрлендірілген) жасалады.

**Бұзылулардың түрі және тізбектердің жұмысқа жарамдылық критерийлері.** Жетекті тізбектер үшін шекті күйлердің келесі түрлері тән:

- Тізбектердің ұзартылуы және соның салдарынан олардың жұлдызша тістерімен ілінісуін бұзушы топсалардың тозуы (білікше-төлке). Тізбектердің тозуына топсадағы меншікті қысым, тізбектің жылдамдығы, үйкелу жолы (жұлдызша тістерінің саны), өс аралық кашықтық, майлау сипаты және т.б. әсер етеді;



### 1.5-сурет. Тізбектердің құрылымы:

а — төлкелі және төлкелі-роликтік; б — тісті; в — тербелу топсалары бар;  $p$  — тізбек қадамы;  $l_{\text{ролик}}$  — төлкенің ұзындығы;  $d_{\text{б}}$  және  $d_{\text{рол}}$  — сәйкесінше білік пен төлкенің диаметрлері;  $s$  және  $h$  — сәйкесінше буын пластинасының қалыңдығы мен биіктігі;  $\phi$  — тербелу топсалары бар тізбек құрылымы үшін буын бейіндерінің бұрышы;  $b$  — тербелу топсалары бар тізбектердің сні.

(Вал-білік, втулка-төлке, ролик-ролик, увеличено-ұлғайтылған, наружная пластина-сыртқы; внутренняя пластина-ішкі пластина, переходное звено — өтпелі буын, шарнир качения — тербелу топсасы, направляющие пластины — бағыттаушы пластиналар.

- Ауыр жүктемелі және орта жылдамдықты берілістерде байқалатын тізбектер элементтерінің (ролики мен пластиналар) тозғаннан бұзылуы. Тізбектедің жұмысқа жарамдылығының физикалық критериіне тәжірибелік түрде анықталатын (барлық факторларды ескерудегі қиындықтарға орай) циклдың жүктеме әрекеті салдарынан олардың элементтерінің тозуына болатын кедергі жатады;

- Статикалық беріктіктің жетіспеушілігінен тізбектердің үзілуі;
- Жұлдызша тістерінің тозуы.

Берілістің ішкі динамикасын ескергендегі ауыспалы сыртқы жүктемелер кезінде тізбектерді еселеп майлау үшін жұмыс жарамдылығының критериіне тізбек элементтерінің тозуға кедергілігі жатады. Орта және төмен жылдамдықты берілістер үшін баутесіктер бойынша пластиналардың тозғаннан бұзылуы тән, 20 м/с

жылдамдықта топса бұзылса, одан жоғары жылдамдықтарда оның қарысуы орын алады. Мұндай тізбектер үшін негізгі есептеме – тозуға кедергілікті есептеу.

Ақырын қозғалушы тізбекті берілістер үшін жеткіліксіз майлау мен тез қозғалушыларға жақсы майлану берілістерінде жұмысқа жарамдылық критерііне топсаның тозуға төзімділігі жатады және негізгі есептеме – тозуға төзімділікті есептеу.

Тізбекті майлау. Тізбекті майлау әдісі оның жылдамдығына байланысты таңдалады. Тізбектің жылдамдығы 2...4 м/с дейін периодты майлау, 4...8 м/с – тамшылату немесе пластикалық майлау, 8...10 м/с – май ваннасына батыру арқылы майлау, ал 12...15 м/с жоғары жылдамдықтарда – тізбектің жүктелмеген буынын циркуляциялық бүріккіш майлау қолданылады.

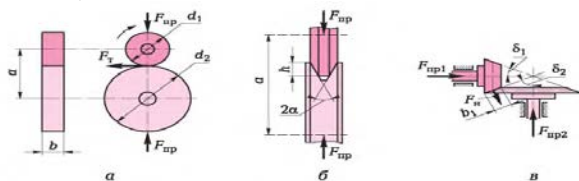
Тізбектің тозуға төзімділігі мен тозуға кедергілігін қамтамасыз ету меншікті қысымдарды бағалау арқылы орындалады.

## 1.4. ФРИКЦИЯЛЫҚ БЕРІЛІСТЕР

Фрикциялық берілістер айналушы мезетті жетекші аунақтан жетектіге үйкеліс күші арқылы берілісті жүзеге асырады (1.6-сурет).

1.7-суретте цилиндрлік, сыналы және конустық аунақтары бар фрикциялық берілістердің схемалары келтірілген.

**1.6-сурет. Фрикциялық беріліс схемасы:**  $d_1$  және  $d_2$  — жетекші және жетекті аунақтардың диаметрі;  $F_n$  — езу күші;  $T_1$  және  $T_2$  — үйкеліс күштері;  $F_t$  — шеңберлік күш;  $n_1$  және  $n_2$  — аунақтардың айналу жиілігі.



**1.7-сурет. Фрикциялық берілістердің түрлері:**

а — цилиндрлік аунақпен; б — сыналы аунақпен; в — конустық аунақпен: а — аунақ арасындағы өс аралық қашықтық; б — цилиндрлік аунақтың ені;  $F$  — езу күші;  $d_1$  және  $d_2$  — сәйкесінше кіші және үлкен фрикциондардың (цилиндрлік аунақтардың) диаметрлері;  $F$  — үйкеліс күші;  $h$  — сыналы беріліс кезіндегі қармаудың тереңдігі;  $\alpha$  — сыналы берілістің көлбеулену бұрышы ( $\alpha = 5 \dots 75^\circ$ );  $F_K$  —

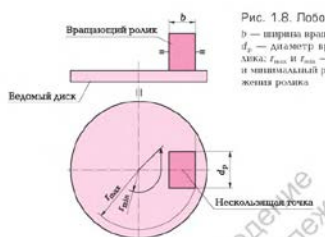


Рис. 1.8. Полюс  
 $b$  — ширина ролика  
 $d_p$  — диаметр ролика  
 $r_{max}$  и  $r_{min}$  — максимальный и минимальный радиусы ролика

үйкелістің қалыпты күші;  $S_1$  және  $S_2$  — сәйкесінше бірінші және екінші конустық аунақтардың көлбеулену бұрыштары;  $b_1$  — конустық аунақтың ені.

1.8-сурет. Тура вариатор:  $b$  — айналушы роликтің ені,  $d_p$  — айналушы роликтің диаметрі,  $r_{max}$  және  $r_{min}$  — ролик орналасуының максималды және минималды радиустары.

(Вращающийся ролик – айналдырушы ролик, ведомый диск – жетекті диск, нескальзящая точка – сырғанамаушы нүкте).

Фрикциялық берілістердің берілу қуаттары әдетте 20 кВт аспайды.

Ауыспалы тербеліс радиусы бар тербелу денелерінің біреуін орындау арқылы ауыспалы беріліс саны (вариаторлар) бар берілісті жүзеге асыруға болады. Тура вариатордың схемасы 1.8-суретте келтірілген. Тез қозғалушы фрикциялық берілістер әдетте жұмыс беттерінің қатты қыздырылуы мен қарқынды тозуының алдын алу үшін майлау жағдайларында жұмыс істейді.

Сырғымалы конустары бар вариаторлар (1.9-сурет) машинажасауда аса кең қолданысқа ие. Олардың аралық элементіне кең сыналы белдік немесе арнайы тізбек жатады. Жетекті біліктің айналу жиілігінің ақырын өзгеруі жетекші конустық аунақтың сырғуы мен жетектінің синхронды жақындасуы арқылы, яғни,  $R_1$  және  $R_2$  аунақтарының есептік радиустарының өзгерісімен қол жеткізіледі.

Фрикциялық берілістер үшін ВТМ-1, ВТМ-2 типтес және минералдыққа қарағанда үйкелу коэффициенті 1,5 есеге көп басқа да майлаушылар қолданылады.

**Фрикциялық берілістердің артықшылықтары:**

- Құрылымның қарапайымдылығы;
- Жылдамдықты сатысыз реттеуге арналған фрикциялық берілістерді қолдану мүмкіндігі;
- дыбыссыз;
- механизм бөлшектерін артық жүктемеден қорғау.

**Фрикциялық берілістердің кемшіліктері:**

- біліктерге түсетін үлкен жүктемелер;
- қысқыш құрылғыларды жасау қажеттілігі;
- айналу денелерінің тоқтап қалуы мен тозуы;
- нақты берілістік қатынастарды алудың мүмкін еместігі;
- салыстырмалы ірі габариттік өлшемдер.

Түйіспенің ұзындығы бойындағы шеңберлік жылдамдықтардың айырмасы салдарынан (геометриялық сырғанау) фрикциялық берілістер үлкен тозуға ұшыратылған. Түзушінің маңайындағы роликтегі  $u_p$  шеңберлік жылдамдықтар тұрақты, ал  $u_d$  жылдамдықтары радиуске пропорционалды түрде артады (1.8-суретте қараңыз), сондықтан шеңберлік жылдамдықтардың тепе-теңдігі тек бір нүктеде ғана (сырғанамаушы) орын алса, қалғандарында  $V_{ск} = V_p - V_d$  жылдамдықпен сырғанау байқалады, бұл доңғалақтардағы қуаттың жоғалтымы мен тозуына әкеледі.

Диск пен роликтің жылдамдығы бірдей нүкте (сырғанамаушы нүкте) тербелу полюсі деп аталады. Жүктемемен жұмыс істеу кезінде тербелу полюсі бірнеше мәнге оңға қарай сығылады. Бұл сығылу роликтің тепе-теңдік жағдайынан анықталады.

**Бұзылулардың түрі және фрикциялық берілістердің жұмысқа жарамдылық критерилері.** Ауақтардың беткі қабатында жұмыс істеу үрдісінде материалдың беткі қабатында тозылымдық құбылыстарды туындататын циклды өзгеруші, тұрақталған түйіспелі кернеулер әрекет етеді. Материалда ішкі зақымданулардың жиналуы барысында ауақтардың жұмыс беттерінде тозылымдық сипаттағы микросынықтар пайда болады. Әсіресе қатардан шығуға әкеп соғатын ауақтардың барлық жұмыс бетіне таратылатын үдемелі сырлау өте қауіпті келеді.

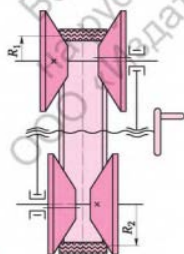
Түйісуші беттердің арасында май қабатының түзілуі қамтамасыз етілмеген немесе майлаудың мүлдем жоқ кезіндегі берілістер үшін жұмыс беттерінің түрпілік тозуы (қарысу) тән.

Бірінші жағдайда жұмыс беттерінде зақымданулардың пайда болуына дейінгі циклдердің санымен, екіншісінде – рұқсат етілген тозуға дейін анықталатын ауақтардың тозуға жарамдылығы сәйкесінше түйіспелу кернеу  $\sigma_n$  мен үйкеліс коэффициентіне  $f$  байланысты. Осылайша жұмыс барысында фрикциялық булар жұмыс беттерінде бұзылады:

- егер берілістер маймен жұмыс істегенде тозылымдық сырлау нәтижесінде;

### 1.9-сурет. Сырғылмалы конустары бар вариатор:

$R_1$  және  $R_2$  — ауақтардың есептік радиусы.



- майлаусыз жұмыс істеуші берілістердің тозуынан немесе сұйықтық үйкелісу режимі түзілу үшін жағдайлардың жоқтығында;



- үлкен жылдамдықтар мен жүктемелер әрекетінде берілістердің тоқтап қалуымен байланысты беттердің бұзылуы нәтижесінде.

**Фрикциялық берілістер аунақтарының материалдары.** Фрикциялық аунақтардың материалдарына мынадай талаптар қойылады: жоғары тозуға төзімділік пен беттік беріктік, езу күшін азайту мақсатындағы үйкелістің жоғары әрі тұрақты коэффициенті, сонымен бірге серпінді сырғанауды азайту үшін серпінділіктің жоғары модулі.

Аунақ материалдарын болаттан болатқа дейін жинақтау кіші габариттік өлшемдер мен беріліктердің жоғары ПӘК қамтамасыз етеді.

Фрикциялық берілістер үшін шарик-мойынтіректі болаттар ШХ15, цементтенуші болаттар 18ГХТ және 18Х2Н4МА немесе жұмыс бетінің қаттылығы 60 HRC төмен емес болаттар 65Г қолданылады. Мұндай болаттардан жасалған, әдетте майлаумен жұмыс істеуші аунақтар жасап шығару мен монтаждаудың, сонымен бірге жұмыс беттерінің сапасының жоғары талаптарында минималды габариттік өлшемдер мен берілістің жоғары ПӘК қамтамасыз етеді.

Болат-бейметалл материалдарынан жасалған аунақтары бар берілістер жасап шығарудың төменгі нақтылығын талап етеді және майлаусыз жұмыс істейді. Болаттан жасалған аунақтары бар берілістерге қарағанда оларда ПӘК төмен, ірі габариттік өлшемдер бар, бірақ арттырылған үйкеліс коэффициентінен біліктерді жүктеуші езу күштері аз.

Майлаусыз жұмыс істеуде текстолиттен, пластмассадан және болатты резеңкеден жасалған аунақтар жұбы қолданылады. Сонымен бірге ФК-16Л маркалы ретинакстан, үйкелу коэффициенті 0,5 тең асбесттік және целлюлозалық нығыздаушы бар КФ-2 типтес арнайы фрикциялық пластмассалардан, сонымен біге алюминийлік қола негізіндегі ФАБ-П типтес металлокерамикадан жасалған аунақтар қолданылады.

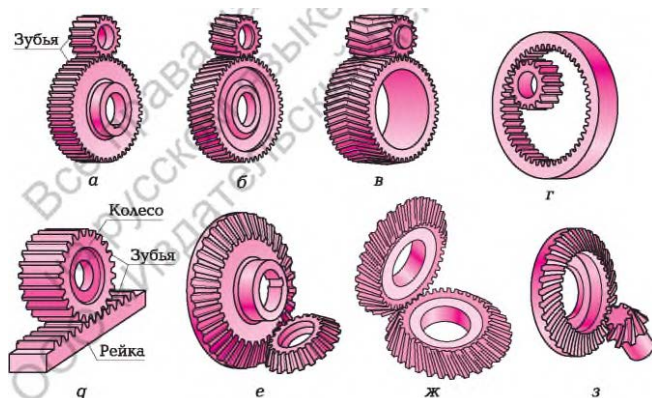
## **1.5. ТІСТІ БЕРІЛІСТЕР**

---

### **1.5.1 Бұзылудың негізгі ұғымы, классификациясы және түрлері**

Тісті берілістер деп буындар арасындағы(тісті доңғалақтар) қозғалыс бірізді ілінісуші тістер арқылы берілетін механизмдерді айтады (1.10-сурет). Олар көпшілік машиналар мен қуаттардың (5 мың кВт дейін) және жылдамдықтардың (100 м/с дейін) кең

диапазонында қозғалысты беру мен түрлендіруге арналған құрылғыларда қолданылады.



### 1.10-сурет. Тісті берілістер:

а — цилиндрлік тік тісті; б — цилиндрлік қиғаш тісті; в — цилиндрлік шевронды; г — цилиндрлік ішкі іліністі; д — доңғалақ-төрткілдеш беріліс; е — конустық тік тісті; ж — конустық қиғаш тісті; з — конустық айналма тісті.

(Зубья-тістер, колесо-доңғалақ, рейка-төрткілдеш)

Тісті берілістер қызмет көрсетуде қарапайым және жоғары техника-экономикалық көрсеткіштерге ие: жұмыстың жоғары сенімділігі және ПӘК (7-8 дәлдік деңгейіндегі әрбір доңғалақ жұбы үшін 0,97-0,98 дейін), техникалық қызмет көрсетудің қарапайымдылығы мен ықшамдылығы, сонымен қатар біліктер мен мойынтіректерге түсетін аз жүктемелер.

Тістер көмегімен қозғалысты беру үрдісі **тісті ілінісу** деп аталады. Тісті доңғалақта дене мен ойыстардың өстік беті арқылы денеден бөлінуші тісті тәжден ерекшеленеді.

Тістің жақтық бетінің қандай да бір берілген бетпенен (мысалы, доңғалақ өсіне перпендикулярлы жазықпен) қиысылу сызығы тіс кескіні деп аталады.

Радиусы шексіздікке тең доңғалақ тісті төрткілдеш деп аталады.

Тісті берілістер геометриялық және функционалдық ерекшеліктерге байланысты жіктеледі.

Остердің өзара орналасуы бойынша тісті берілістер параллельді остері бар цилиндрлік және доңғалақ өстері қиылысатын конустық болып келеді.

Шыңдар бетінің және доңғалақ тістер ойыстарының салыстырмалы орналасулары бойынша сыртқы ілінісу (ішкі тістері бар доңғалақтармен ілініскенде түзіледі) және ішкі ілінісу

(біреуінде-ішкі тістері, басқасында-сыртқы тістері бар доңғалақтардың ілінісуінде түзіледі) болып жіктеледі. Сыртқы тістері бар доңғалақтарда шыңдардың беті ойыстардың тыс орналасса, ішкі тістері бар доңғалақтарда – ойыс беттерінің ішінде.

Өстердің қозғалу сипаты бойынша барлық доңғалақтардың қозғалыссыз геометриялық өстері бар қарапайым берілістер және бір немесе бірнеше доңғалақтардың өстері қозғалмалы планетарлық берілістер болып келеді.

Тістердің бағыты бойынша (түзуші сызықтың орналасуы) тісті берілістер тура (тура тісті) және қиғаш тісті болып жіктеледі. Тура тісті берілістердің доңғалақтарында тістердің сызықтары тура, ал қиғаш тісті беріліс доңғалақтарында – тістердің сызықтары көлбейленген және шеңберленген.

Доңғалақ тістерінің кескіні бойынша берілістер жіктеледі:

- тістердің кескіндері эвольвенталық шеңбермен сызылған эвольвенталық ілінісуі бар берілістер;
- тістердің кескіндері – доғалары эпи- және гипоциклоиды болып келетін циклоидальды ілінісуі бар берілістер;
- бір доңғалақ тісінің дөңес кескіні мен басқа доңғалақ тісінің иілген кескіні әрекеттесетін Новиков ілінісуі бар берілістер.

Тағайындалуына байланысты тісті берілістер машина құрылымына орнатылуы (орнатылған берілістер) немесе өзіндік торапқа (агрегат) бөлінетін және бөлек корпусы болуы мүмкін.

Құрылымдық орындалуы бойынша тісті берілістер корпустан тыс орналасуы және жеңіл қоршауға – ашық берілістерге ие болуы, немесе оларды сыртқы ортадан оқшаулаушы корпуста жұмыс жасауы – жабық беріліс болуы мүмкін (редукторлар, жылдамдықтар қорабы және т.б.). Ашық берілістер (дәлдіктің 9-12 деңгейі) азғана шеңберлі жылдамдықтардағы  $v < 0,5$  м/с шектелген майлауларда жұмыс істейді (ақырын жүрісті берілістер). Жабық берілістермен шектен тыс майлауы бар (май ваннасына, май бұркуінен және т.б.) орташа және жоғары шеңберлі жылдамдықтарда жұмыс істейтін берілістерде (жылдам жүрісті берілістерде) орындалады.

Күштік және күштік емес (кинематикалық) берілістер де кездеседі. Күштік берілістер айналу мезетті беруде қолданылады. Олар габариттік өлшемдері әдетте тістерінің беріктілігімен анықталады. Күштік емес берілістер негізінде кинематикалық функцияларды атқарады және жүктемені мүлдем бере алмайды. Мұндай берілістердің өлшемдері құрылымдық түсініктермен анықталады. Тісті доңғалақтар «жұмсақ» (тістердің қаттылығы Бриннель бойынша 350 бірліктен төмен) және «қатты» (тістердің қаттылығы Бриннель бойынша 350 бірліктен артық) болып жіктеледі.

Айналушы мезет сырттан жеткізілуші доңғалақ (аз) жетекші (тістегершік) деп аталады, ал мезет алынатын доңғалақ-жетекті.

Тісті берілістер жетекті біліктің айналу жиілігін төмендетуі немесе арттыру мүмкін. Төмендетуші берілістер жетекті біліктің айналу жиілігі аз, ал арттырушыда – жетекші біліктің айналу жиілігінен көп. Төмендетуші берілісі бар агрегат редуктор деп аталады, ал арттырушы берілісі бар – мультипликатор.

**Тісті берілістердің майлау.** Тістің жұмыс беттерін қарысу мен абразивті тозудан сақтау үшін, сондай-ақ үйкеліске және соған байланысты қыздыруға кететін жоғалтымдарды азайту үшін тісті берілістер майлануы қажет. Жабық берілістер әдетте сұйық минералды майларға доңғалақтарды батыру арқылы немесе тістердің ілінісу аймағына майлауды мәжбүрлі түрде өткізу арқылы майланады. Майлаушының сұрыпы тісті доңғалақтардың шеңберлік жылдамдықтары мен олардың меншікті жүктемелеріне байланысты таңдалады. Тістерге түсетін жүктеме көп болған сайын доңғалақ материалдарының механикалық қасиеттері де артады, онда майлаушы тұтқырлығының ұсынылатын мәндеті доңғалақ материалына байланысты орнатылады. Қажетті тұтқырлық бойынша майлаушының сұрыпы таңдалады.

Тісті берілістердің артықшылықтары:

- жылдамдықтар мен жүктемелердің кең диапазонында жұмыс істеу мүмкіндігі;
- жоғары ПӘК;
- кіші габариттік өлшемдер;
- сенімділік пен тозуға төзімділік;
- берілімдік санының тұрақтылығы.

Аталған артықшылықтар келесі шаралармен қамтамасыз етіледі:

- сәйкесінше термиялық өңделімі бар жоғары сапалы легирленген болатты қолдану;
  - тістердің жоғары дәлдігі мен өңделімнің тазалығын алуға мүмкіндік беретін жетілдірілген технология;
  - рұқсат ету және бақылау-өлшеу құрылғыларының бар болуы;
  - тістердің арнайы формаларын қолдану (түзетілген, қапталған, және шанашық тәріздес);
  - жақсы майлау жағдайлары бар жабық корпустардың болуы.
- Тісті берілістердің кемшіліктері:
- шулы;
  - жоғары вибробелсенділік (жоғары жылдамдықтарда);
  - тісті берілістер механизмнің бөлшектері мен тораптарын жүктемеден сақтамайды;
  - берілімдік санының шектеулігі;

- жоғары шығындармен байланысты жоғары дәлдікке қол жеткізу;
- біліктер мен тіреулердің жоғары қаттылығын қамтамасыз ету қажеттілігі.

**Тісті берілістердің бұзылулардың түрлері мен жұмысқа жарамдылық критерийлері.** Тістердің сынуы тіс аяғының аймағында нөлдік циклден ауыспалы максималды иіліс кернеулерінің туындауына әкелетін  $10^4$  циклдерден аса қайтарымдылығы бар номиналды жүктемелер салдарынан орын алады, оның нәтижесі бұзылымдық сынықтардың туындауы болып табылады, бұл иіліс кезіндегі бұзылымға жеткіліксіз кедергіні сипаттайды (1.11-сурет).

### 1.11-сурет. Тістегі сынықтың бұзылуының схемасы

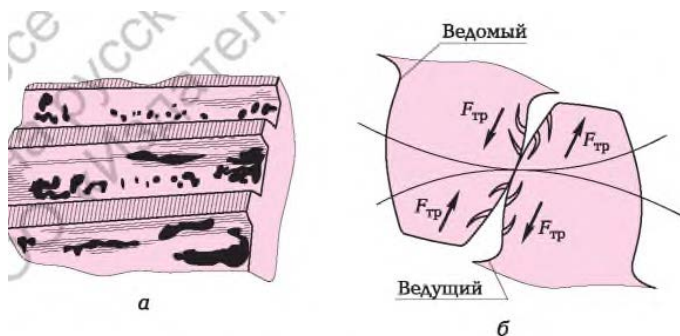
$10^4$  циклден төмен қайтарымдылыққа ие соққылық немесе статикалық әрекеттің салдарынан тістердің сынуы немесе бұзылуы жеткіліксіз статикалық иілімдік беріктікті сипаттайды.



Тістердің сынуын алдын алу үшін сынуға есептеулер жүргізіледі: сыну кезіндегі бұзылуға кедергіні және максималды жүктеме әрекетіндегі беріктікке.

Үйкеліс күштерінің болуында тістердің беттеріндегі ауыспалу түйісу кернеулерінің әсерінен тістердің беттерінің қажулық тозуы (питтинг) түйісу кернеулерінің жеткіліксіз кедергісін сипаттайды. Сырлану шектелген және үдемелі болуы мүмкін. «Жұмсақ» доңғалақтарда іске кірістілгеннен соң шектелген сырлану, ал «қатты» доңғалақтарда – үдемелі болуы мүмкін.

Қажулық тозу үйкеліс күшері аса үлкен болатын ілінісу поллюстерінің маңайында тістердің түбірлерінде байқалады (1.12a-сурет), себебі кескіндердің сырғанауы мұнда аз, және максималды жүктеме әрекет етеді (бір жұпты ілінісу), бұл өз кезегінде майлаушының сынасыздандыру әсерінің тұжырымымен түсіндіріледі. Жетекші доңғалақтағы кескіндердің сырғанауынан үйкеліс күштері поллюстен, ал жетектіде – поллюске бағытталады. Тістердің түбірлері мен бастиектеріндегі бұзылымды сынықтардың бағдарлануы үйкеліс күштерінің бағытына қарама қарсы (1.12b-сурет). Түбір аймағындағы сынықта бекітілген майлаушының сынасыздандыру әрекеті металл бөлшегінің қабатсыздандуы орын алғанға дейін үделуін туындатады, себебі сынық бекітілгенде ондағы май қала береді, сондықтан май одан сығылып үлгере алмайды және қысым лезде ұлғаяды.



**1.12-сурет. Доңғалақ тістері белсенді беттерінің түйіспелі зақымдануларының схемасы:**

а — ілінісу полюсі аймағындағы тістердің түбірлеріндегі қажулық тозу; б — тістердің түбірлері мен бастиектеріндегі бұзылымдықтың сынықтардың бағдарлануы.

(ведомый –жетектелуші, ведущий – жетектеуші)

Бастиек аймағында майды сыққаннан кейін сынық бекітіледі және ондағы қысым азғана ұлғаяды. Осының салдарынан тістердің негіздемесіне қарай ойықтардың саны мен олардың өлшемдері қарқынды түрде өседі.

Қажулық тозудың алдын алу үшін түйіспелі кернеулер (төзімділік) бойынша бұзылудың кедергісіне есептеу жүргізіледі.

Тістердің сынуы және қажулық тозу секілді бұзылулардың түрлері берілген жұмыс режимдеріндегі жабық берілістер үшін орын алады.

Қаттылықтың жеткіліксіздігі кезіндегі **тістердің беткі қабаттарының қалдықты деформациясы** немесе морт сынуы, сонымен бірге соққылы сипаттағы жүктемелер мен шектен тыс жүктемелердің әсерінен жұмсақ өзекшеден шыныққан цементтелген және азотталған тістердің одан қабатсыздануы (қатты беттен жұмсақ өзекшеге бірден ауысу кезінде) статикалық түйіспелі беріктік талаптарына сай келмеу салдарынан жүзеге асады. Осындай жағдайда максималды жүктеме кезіндегі олардың түйіспелі беріктігінің есептелуі жүргізіледі. Тістердің мұндай бұзылымдарының түрі берілген жұмыс режимдеріндегі жабық берілістер үшін орын алады.

**Тістердің абразивті тозуы** ашық берілістерде, сонымен бірге жеткіліксіз немесе ластанған майлау кезінде және жабық берілістерде абразивті бөлшектердің түсінуен жеткіліксіз қорғану кездерінде байқалады. Тістердің кескіндерінің салыстырмалы сырғанауы олардың тозуын тудыратын фактор болып табылады.

Ашық берілістерде тозу үрдісі қажулық тозу үрдісінің алдын алады, сондықтан қажулық тозу оларға шектелген болып табылмайды. Абразивті сыну көбінесе ашық берілістерде, сондай-ақ майлаудың жоғары ластанулары кезіндегі жабық берілістерде кездеседі.

**Қарысу** май қабатының бұзылуындағы тістердің түйіспелі беттеріндегі микротегіссіздіктердің молекулярлық ілінісуінде және тістердің сырғанауы үрдісіндегі осы байланыстардың кейінгі бұзылуларына негізделген. Осы орайда бір беттен металл бөлшектерінің жұлынуы мен олардың басқасына ауысуы берілістің әрімен қарайғы жұмысы кезіндегі қажамалардың түзілуіне әкелетін түйіндескен беттердің тырналымы жүзеге асады, бұл оның тез істен шығуын туындатады.

Майлы қаптаманың бұзылуы меншікті қысымдардың айтарлық әсері (тісті берілістердегі кескіндердің сырғанауы салыстырмалы аз) және майдың майлаушы қасиеттерінің біруақытта жоғалуы кезінде (майдың жоғары температуралары мен оның едәуір тотығу кезінде) туындайды. Қарысуға біркелкі материалдардан жасалған тістердің шыңдалмаған беттері көбірек ұшырайды. Тістердің беттерінің қалыңдықтары арасындағы үлкен айырма кезіндегі қарысу өте қауіпті.

Қарысуды есептеу майдың температурасын анықтау мен оның рұқсат етілгенімен салыстырылуына негізделген.

Бұзылудың аталған түрі жоғары жүктемелер мен температураларда немесе майлаудың қанағаттандырылмаған жағдайлары кезіндегі жабық берілістерде орын алады.

Тіс кесіктерінің зақымдануы көбінесе синхронизаторлардың жоқтығы кезінде жабық берілістерде кездеседі.

Тіс кесіктерінің зақымдануын алдын алу үшін қолданылады: тісті жұмырлау және қосылушы доңғалақтардың шеңберлі жылдамдықтарын реттеуге арналған синхронизаторлар.

Демек, жабық тісті берілістердің негізгі жұмысқа жарамдылық критерилеріне иілім бойынша бұзылымдық кедергісі (төзімділік) және түйіспелі кернеулер бойынша бұзылымдық кедергісі (төзімділік), сондай-ақ максималды жүктеме кезіндегі иілімдік және түйіспелі беріктік жатады.

**Тісті доңғалақтардың материалдары.** Тісті доңғалақтардың материалдарына мынадай талаптар қойылады: жұмысқа жарамдылықтың негізгі критерилеріне сай болуы, технологиялылық, құны, азғана масса мен габариттік өлшемдерді қамтамасыз ету, сонымен бірге сенімділік пен коррозиялық тұрақтылық.

**Сұр шойын** ашық, ақырын қозғалысты және аз жүктелген берілістер үшін қолданылады. Аталған материал жеткіліксіз майлау

кезіндегі қарысуға деген кедергілікке ие. СЧ 15; СЧ 20...СЧ 35 маркаларындағы сұр шойын қолданылады.

МСЧ 30, МСЧ 35 және ВЧ 50 маркаларындағы **түрлендірілген және жоғары берік шойындар** аса үлкен өлшемдегі доңғалақтарда болаттық құйманы алмастырушы ретінде қолданылады.

**Болаттық құйма** аса үлкен доңғалақтарда қолданылады. Құймадан соң доңғалақтар ішкі кернеулерді алу үшін қалыптандыруға ұшыратылады. 35Л...50Л; 40ХЛ маркалы болаттар қолданылады.

**Болат** болаттісті доңғалақтардың негізгі материалы болыптабылады. Ірі доңғалақтар соғылмадан, ал ұсақтары – прокаттан жасап шығарылады. Болат тісті доңғалақтар екі топқа бөлінеді:

■ тістердің қаттылығы 350 НВ төмен. Мұндай доңғалақтардың термоөңдеу түрлеріне қалыптандыру немесе жақсарту (жоғары жұмсартымы бар көлемдік шындау) жатады. Істер термоөңдеуден соң кесілуі мүмкін, яғни аяғына дейін жеткізу операциясына деген қажеттілік тумайды. Олар жақсылап қосымша өңделеді. Мұндай тісті доңғалақтар үшін 40, 45, 50Г, 40Х, 35ХМЮА, 35ХГС және т.б. маркалы болаттар қолданылады.;

■ тістердің қаттылығы 350 НВ жоғары. Мұндай доңғалақтардың химия-термиялық өңделуі тіскесуден кейін жүргізіледі. Осы тісті доңғалақтардың термоөңдеу түрлеріне жатады:

-жоғары жиілікті токпен қыздыру арқылы көлемдік шынықтыру немесе 48...52 НРС қаттылық кезінде тістердің жоғары беттік беріктігін қамтамасыз етуі мүмкіндік беретін жалынды. Термоөңдеудің мұндай түрінің кемшілігіне төмен соққылы тұтқырлығы жатады;

-жұмсақ өзекше кезінде тістердің жоғары беттік беріктігін алуға мүмкіндік беретін жоғары жиілікті токпен шынықтыр, бұл өз кезегінде олардың сынуға деген беріктігін арттырады. Осы орайдағы шыныққан қабаттың қалыңдығы 3,5...4 мм жетеді және беттің қаттылығы 50.55 НРС тең болады. Беттік шынықтыру  $m > 3$  мм модулі бар доңғалақтар үшін мүмкін. Көлемдік және беттік шынықтыру кезінде 40Х, 40ХН, 40ХНМА және 35ХМ маркалы болаттар қолданылады;

-цементтеу немесе көміртектендіру, — тістердің беттерін көміртекпен қанықтыру. Төмен көміртекті болаттар үшін қолданылады (көміртек 0,3 % төмен). Цементтелген қабаттың қалыңдығы 0,3 мм құрайды және 2 мм аспайды. Жоғары емес жүктемелерде 15 және 20 маркалы, ал жоғары жүктемелерде - 12ХНЗА, 20Х, 20ХНМ, 20Х2Н4А, 18ХГТ, 25ХГТ және 15ХФ маркалы болаттар қолданылады. Цементтеу кезінде тістер



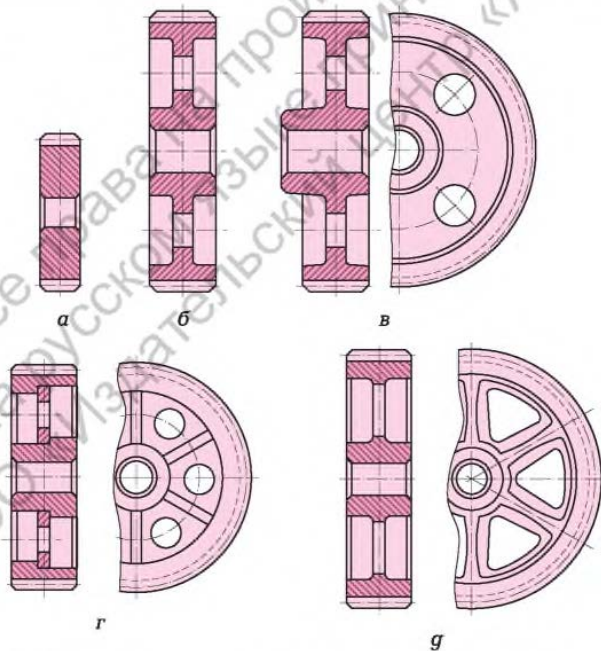
беттерінің жоғары қаттылығы қамтамасыз етіледі — 56.62 НРС. Шынықтыру мен цементеу тістердің деформациясына әкеледі, сондықтан олардың формаларын соңына дейін жеткізу операцияларымен (қырнау, сылау және төселту) қалыпқа келтіреді; -азоттау — қалыңдығы 0,25-0,6 мм болатын тістердің беттерін азотпен қанықтыру. Иондық азоттау мен солғын қуатсыздануда азоттау тістердің жоғары қаттылықты беттерін алуға мүмкіндік береді — 700.950 НV (Виккерс бойынша) немесе 58.65 НРС. Азоттау тістердің шалыстануын туындатпайды, бұл олардың кейінгі қырнауын қажет етпейді. Термоөндеудің бұл түрінде 38Х2МЮА; 40ХФА; 40ХНА; 40Х маркалы болаттар қолданылады. Азоттаудың кемшілігіне төмен тозуға төзімділік пен үрдістің ұзақтылығы (20-60 сағ дейін) жатады.

-нитроцементация — кейінгісі шынықтыруы бар тістердің беттерін газды ортада көміртек және азотпен қанықтыру. Өндеудің бұл түрінде 18ХГТ; 25ХГТ; 40Х маркалы болаттар қолданылады.

**Пластмассалар** шуылды және динамикалық жүктемелерді азайту мақсатында жоғары жылдамдықты аз жүктелген берілістер үшін қолданылады. Тістегершік текстолиттен немесе капроннан, ал доңғалақ – болаттан жасалады. Пластмассалық тісті доңғалақтардың артықшылығы – жақсы қосымша өңделуі.

## 1.5.2. Тісті дөңгелектердің конструкциясы

Тісті доңғалақтардың конструкциялық формалары көбінесе олардың өлшемдерімен (әсіресе диаметрімен), өндіру түрімен (бірлікті, сериялық және т.б.) және білікпен байланысыру әдісімен (білікпен біртұтас етіп жасалынған қондырмалы доңғалақ пен білік-тегершіктер) анықталады.



**1.13-сурет. Тісті доңғалақтардың конструкциясы (а—д) (түсіндірмелер мәтінде келтірілген)**

Тісті доңғалақтардың диаметрі, өндіріс көлемі (түрі) және өндіруші мекеменің мүмкіндіктері дайындамалардың алу әдістерін анықтайды.

Кішкене диаметрлі тісті доңғалақтар (150 мм төмен) әдетте тұтастай ендеусіз қалыпталған дайындамалардан жасалады (1.13а-сурет). Үлкен диаметрлі доңғалақтар (400-500 мм дейін) ендеулері мен тесіктері бар дайындамалардан (массасын азайту үшін) жасалады (1.13б-сурет). Дара немесе ұсақ сериялы өндірістерде мұндай тісті доңғалақтардың дайындамалары сұрыпты прокаттан немесе еркін соғудан алынған соғылмалардан, ал ірі сериялы өндірісті – қалыптаудан жасалады (1.13в-сурет). Үлкен диаметрлі доңғалақтар (500 мм аса) дара және ұсақ сериялы өндірісте – пісіру арқылы (1.13г-сурет), ал ірі сериялы және жаппай өндірісте – құймалардан (1.13д-сурет) жасап шығарылады.

Білікке тісті доңғалақтарды орнату олардың шеңберлік және өстік бағыттарында тіркелуі арқылы жүзеге асырылады. Шеңберлік

бағытта тісті доңғалақтар берілуші жүктеме мен бөлшектер жиілігіне байланысты тағайындалатын қондырмамен тіркеледі.

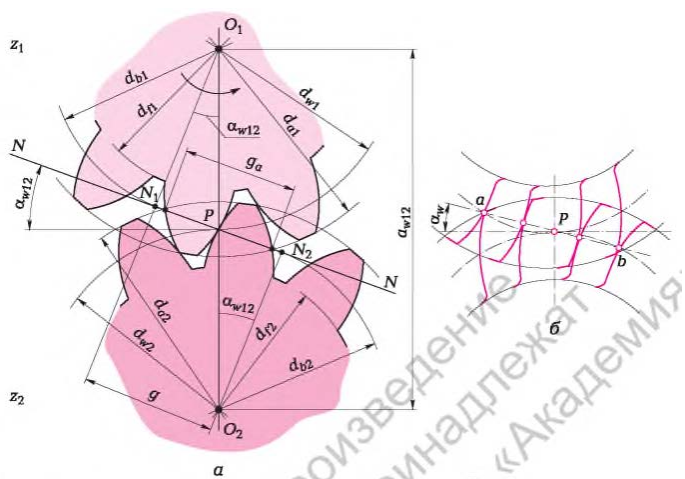
### 1.5.3. Цилиндрлік тісті берілістер

**Эвольвенталық цилиндрлі тура тісті берілістердің геометриялық есептелуі.** Цилиндрлі тісті берілістердің есептелуі МЕСТ 16532-70 бойынша орындалады.

Аксид болып табылатын, яғни сырғанаусыз аунайтын цилиндрлер, екі ілінісуші доңғалақтардың салыстырмалы қозғалысында бастапқы деп аталады:  $d_{w1}$  және  $d_{w2}$  — бастапқы шеңберлердің диаметрі, мм (1.14а-сурет). Тісті тәждерді шектеуші цилиндрлер дөңестер мен ойыстардың цилиндрі болып табылады:  $d_{a1}$  және  $d_{a2}$  — тістер дөңестерінің шеңберлерінің диаметрі, мм;  $d_{f1}$  және  $d_{f2}$  — тістер ойыстарының шеңберлерінің диаметрі, мм.

Тістің эвольвенталық кескіні беретін қашауының (эвольвента) шеңбері негізгі болып табылады:  $d_{b1}$  және  $d_{b2}$  — негізгі шеңберлердің диаметрлері, мм.

Ілінісу кезіндегі екі түйіспелі кескіндердің жақындасу нүктесінің геометриялық орны ілінісу сызықтарының орнын анықтайды. Ілінісу сызығы негізгі шеңберлерге тура, жанама болып келеді. Ілінісу сызығының белсенді аймағы – кескіндердің жанасуы жүзеге асатын абкесіндісі оның дөңестердің шеңберлерімен қиылысуымен анықалады (1.14б-сурет).



**1.14-сурет. Екі тісті доңғалақтардың ілінісуі (а, б) (түсіндірмелер мәтінде келтірілген)**

Бастапқы шеңберлердің жанасу нүктесі немесе ілінісу сызығының центрлер сызығымен қиылысу нүктесі ілінісу полюсі (Р нүктесі) болып табылады. Бөлгіш шеңберлер бойындағы екі көршілес эвольвенталар арасындағы қашықтық шеңберлі бөлу қадамы болады (ағымдағы контурдың қадамына тең)  $p = \pi m$ , мұндағы  $m$  — тісті берілістің негізгі параметрлі болып табылатын модуль.

$z$  тістерінің саны бар тісті доңғалақ модулінің тқұралдық төрткілдешпен ілінісуін қарастырайық (1.15-сурет). Тістерді кесу  $t(x)$  ( $x$  — доңғалаққа қатысты төрткілдештің жұмыс контурының ығысу коэффициенті) өлшемге эквивалентті радиалдық ығысу кезінде орын алды дейік, бұл дәл сол өлшемге бастапқы түзуге қатысты (НП) бөлгіш түзудің (ДП) ығысуына эквивалентті.

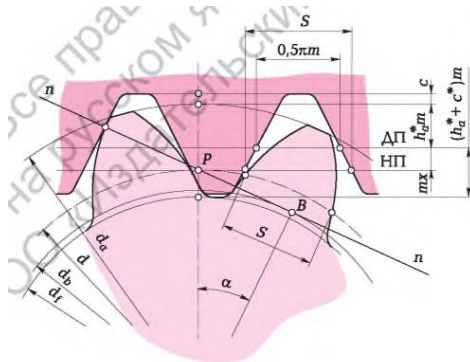
Доңғалақтарда тістерді кесудегі станокты бастапқы шеңбер төрткілдештің бастапқы түзуімен сырғанаусыз аунағандықтан, онда осы шеңберде төрткілдештің қадамы  $z$ -есеге ығысуы қажет ( $z$ -і доңғалақ берілісіндегі тістерді кесудің саны). Доңғалақ қадамы төрткілдештің қадамына тең шеңбер бөлгіш деп аталады. Ол үшін  $z_1 = n d_1 / p$ , демек

$$d_{1(2)} = mz_{1(2)} \text{ и } m = d_{1(2)} / z_{1(2)}, \quad (1.1)$$

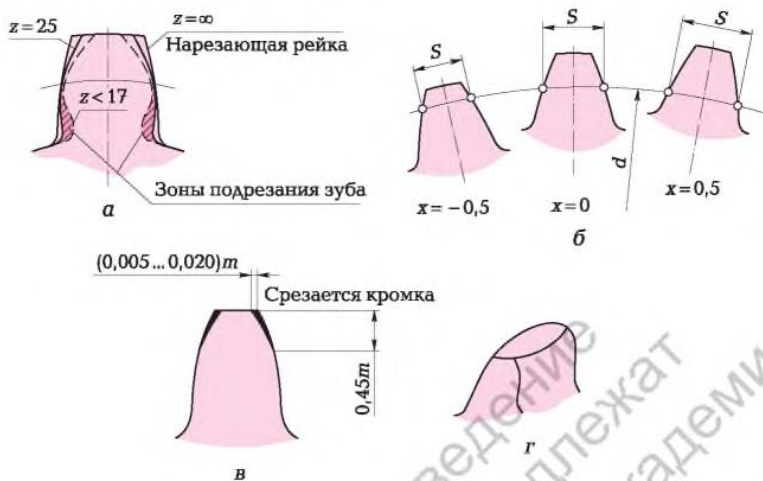
мұндағы  $d_1$  және  $d_2$  — бөлгіш шеңберлердің диаметрлері, мм.

Бөлгіш түзудің ығысуына шартты түрде белгілі таңба беріледі. Егер бөлгіш түзу бөлгіш шеңберді қимаса және жанаспаса, онда ығысу оң болады, ал егер қиылысса – теріс. Санына байланыста доңғалақ тістерінің формалары, сондай-ақ құралдың әртүрлі ығысулары бар кескіндердің формалары 1.16 а, б-суреттерінде келтірілген. Оң ығысу негіздемедегі тістің қалыңдауына және кескіннің қисаюының азаюына әкеледі, себебі тіс эвольвента аймағының негізгі шеңберінен алысқа сызылады. Тіс формасының мұндай өзгерістері оның беріктігінің артуына ықпал етеді. Жалпы ығысудың  $x_s = x_1 + x_2 = 0$  коэффициенті кезінде беріліс тепе-тең ығысқан болады (биіктік түзетілім).

Тістердің қатты беті бар жабық берілістер үшін тістегершік тістерінің аз саны кезінде ( $z_1 < 17$ ) оның тасымалдық қабілеті тістертің иілуге беріктігімен шектеледі, биіктік түзетілім тіс аяғын кесудің болмаған жағдайында тістегершік тістерінің иілімдік беріктігінің артуын және тістегершік тістері мен доңғалақтардың иілімділік бойынша тепе-тең беріктігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді (1.16в, г-сурет).



**1.15-сурет. Тісті доңғалақтың құралдық төрткілдешпен ілінісуі (түсіндірмелер мәтінде келтірілген).**



### 1.16-сурет. Доңғалақ тістерінің формалары:

а — тістердің санына байланысты; б — құралдың ығысуына байланысты; в — биіктік модификацияға байланысты; г — бойлық модификацияға байланысты.

(Нарезающая рейка – кесуші төрткілдеш, зоны подрезания зуба – тісті кесу аймақтары, срезается кромка – шеті кесіледі).

Тура тісті цилиндрлік берілістер үшін ығысу коэффициенті  $x_1 = (17 - z_1)/17 \leq 0,6$  және  $x_2 = -x_1$ . Осы орайда доңғалақ тістерінің саны  $z_2 > 17(1 - x_2)$  тең болатын шарт орындалуы қажет.

Құралдың биіктік ығысуының арқасында негіздемелердегі жіңішкелеусіз доңғалақтағы тістердің рұқсат етілген санын минималды азайтуға болады.

Айта кетерлігі, бөлгіш шеңбер доңғалақтарды төселту әдісімен жасап шығарғанда станокты ілінісудің параметрі болып табылады. Сонымен қатар, оның диаметрінің және  $z$  тісті доңғалақтың негізгі параметрлерінен тура тәуелділігінен шартты параметр ретінде бөлгіш шеңбер доңғалақ тістерінің элементтері мен өлшемдерін анықтауда негіздеме ретінде қабылданады (1.17-сурет).

Негізгі шеңбердің диаметрі  $d_b = mz \cos \alpha$ , мұндағы  $\alpha$  — ағымдағы контур кескінінің бұрышы.

Негізгі шеңбер бойынша тістің қадамы

$$p_b = \pi d_b / z = \pi m \cos \alpha. \quad (1.2)$$

Бөлгіш шеңбер бойынша тістің қалыңдығы бастапқы тура бойынша төрткілдеш ойысының еніне тең.

$$S = m(\pi/2 + 2x_t \operatorname{tg} \alpha). \quad (1.3)$$

Ілінісу бұрыштары:  $\alpha = 20^\circ$  (МЕСТ21354 — 87) — бөлгіш, ағымдағы контур кескінінің бұрышы болып табылады;  $\alpha_w$  — бастапқы.

Стандартты редукторлардың өс аралық қашықтықтары:  $\alpha_w = 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 180; 200; 225; 250; 280; 315; 355; 400; 450; 500$  мм. Редукторлық емес тісті берілістер үшін бұл мәндерді ұстанудың қажеті жоқ.

Тура тісті берілісті берілген өс аралық қашықтыққа кіргізу үшін —  $\alpha_w, \text{мм}$  (МЕСТ 16532 — 70) ілінісу бұрышын өзгерту арқылы жүзеге асырады (ығысу есебінен).

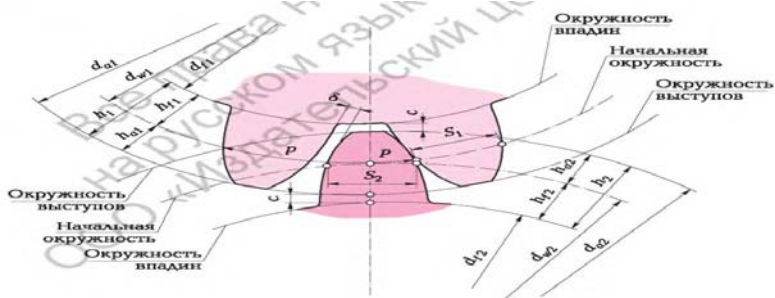
Бастапқы шеңберлердің диаметрі

$$d_{w1} = 2a_w / (u + 1) \quad \text{и} \quad d_{w2} = 2a_w - d_{w1}, \quad (1.4)$$

мұндағы — берілімдік сан.

Дөңестер мен ойыстар шеңберлерінің диаметрлері

$$d_{a(2)} = d_{(2)} + 2(1 + x_{1(2)})m \quad \text{и} \quad d_{f(2)} = d_{(2)} - (2,5 - 2x_{1(2)})m. \quad (1.5)$$



**1.17-сурет. Эвольвенталық цилиндрлік тісті доңғалақтардың ілінісуі (ілінісудің негізгі параметрлері)**

(Окружность впадин — ойыстардың шеңбері, начальная окружность — бастапқы шеңбер, окружность выступов — дөңестердің шеңбері)

Тістердің биіктігі дөңестер мен ойыстар шеңберлерінің арасындағы радиалдық қашықтыққа тең (1.17-суретке қараңыз). Бастапқы шеңбер тісті екі бөлікке бөледі – бастиек пен түбірі. Бір доңғалақ тісінің биіктігі екіншісі тісінің түбірінен төмен, осының салдарынан радиалдық саңылау түзіледі, яғни  $c = h_{f1(2)} - h_{a2(1)} = 0,25m$ . Жақтағы саңылауды қамтамасыз ету үшін бастапқы шеңберлер бойынша тістердің қалыңдық жиынтығы қадамнан аз етіп қабылданады, яғни  $S_1 + S_2 < p$ .  $\delta = 0$  жағдайындағы тісті доңғалақтардың ілінісуі тығыз деп аталады.

$x_{\Sigma} = 0$  жалпы ығысу коэффициентінде беріліс ығысусыз немесе тепе-тең ығысқан ( $x_1 = -x_2$ ) болады, мұндай жағдайда ығысудың бастапқы бұрышы бөлгіштікке тең  $\alpha_w = \alpha = 20^\circ$ , және бөлгіш шеңбер бастапқыға сай келеді, яғни  $d_{w1} = d_1 = m z_1$ ;  $d_{w2} = d_2 = m z_2$ ;

Осы орайда дөңестер мен ойыстар шеңберлерінің диаметрі  $d_{a(2)} = d_1(2) + 2m$ ;  $d_{f1(2)} = d_1(2) - 2,5m$ , ал өсаралық қашықтық :  $\alpha_w = : \alpha = 0,5m(z_2 \pm z_1)$ , мұндағы «+» таңбасы— тісті доңғалақтардың сыртқы ілінісуі үшін; «-» — ішкі ілінісуі үшін.

Тісті берілістердің геометриялық параметрлерінің есептелуі дәлдігі 0,01 мм кем емес барлық сызықтық өлшемдерді алынуын қамтамасыз етуге тиіс. Бұрыштардың бір бұрыштық минуттан кем емес дәлдікпен есептеген жөн.

Негізгі қадамға іліну сызығының белсенді аймағының  $ab/p_b$  ұзындықты қатынасына тең іліністе қанша тіс жұбы бар екендігін көрсетуші қапталдық қосарламаның коэффициенті мынадай тәуелділікпен анықталады:

$$\varepsilon_{\alpha} = 1,88 - 3,2(1/z_1 \pm 1/z_2), \quad (1.6)$$

мұндағы «+» таңбасы— тісті доңғалақтардың сыртқы ілінісуі үшін; «-» — ішкі ілінісуі үшін.

Түрлендірушілік ретінде тістің өзгертілген, қапталған және шанашық тәріздес кескіндері болады. Қапталған кескін тістің бастиегіндегі материалдың бөлшегін ағымдағы арнайы контура бар құралмен кескенде түзіледі. Мұндай кескін тіс бастиегі аймағындағы жиектік соққылардың өлшемін азайтуға мүмкіндік береді (1.16в-суретті қараңыз). Шанашық тәріздес кескін жүктемені түйіспелі сызықтардың бойында теңдестіруге әне тістердің кескітеріндегі жиекті түйіспелердің жоюға мүмкіндік береді (1.16г-суретті қараңыз). Бұрыштық түзетелім мен өзгертілім бар кезіндегі берілістер үшін мезеттердің қатынасы мынадай түрге ие:

$$T_{\text{кор}}/T_{\text{некор}} = \text{tg}\alpha_w / \text{tg}20^\circ.$$



Ығысуыз тістерді кесуде тістегершіктерінің минималды саны  $z_{1min} = 17$  кезінде ғана тіс түбірінің кеспестен тура тісті доңғалақ жасап шығаруға болады. Құралдың оң ығысуын енгізе отырып  $z_{1min} = 14$  және одан төмен алынады. Тәжірибеде тура тісті тістегершік тістерінің саны тек технологиялық ғана емес, сондай-ақ кинематикалық пайымдаулардан тағайындалады (жұмыстың ақырындылығы және т.б.). Ығысуыз кесуші доңғалақтар үшін айналу жиілігіне байланысты  $\text{мин}^{-1}$  қабылдау ұсынылады:

$n_1, \text{мин}^{-1}$	$z_{1min}$
100 аз	17...18
100...500	18...22
500... 1 000	22...24
1 000 аса	24...26

Тістегершік тістерінің санын таңдауда оның құрылымдық орындалуын да ескерген жөн. Білікпен біртұтас етіп жасалынған тістегершіктер үшін (білік-тістегершік)  $z_{1min} = 18...20$ . Тістегершікті күпшекпен бірге немесе блок түрінде орындағанда  $z_{1min} = 22...24$ . Осы ұсыныстар құрылымдық пайымдаулардан туындайды.

Қосымша жұмыстарды жылдамдату үшін тұрақты жүктеме мен жоғары емес жылдамдықтарда берілімдік сан  $u = 40/20 = 42/21 = \dots$  болғаны абзал, яғни  $z_1$  және  $z_2$  тістерінің саны бірі-біріне бөлінгіштік немесе жалпы бөлінуші сандардың көп болуы қажет.

Лүпілдеуші жүктемелер мен аса жоғары жылдамдықтарда берілімдік сан  $u = 41/20 = 43/21 = \dots$  болғаны жөн, яғни  $z_1$  және  $z_2$  тістерінің саны өзара қарапайым болуы қажет.

Цилиндрлік тісті берілістердің иілістік беріктікке есептелуі. Осы есептеуге алғышарттары ретінде:

- Қосарлама коэффициенті  $\varepsilon_a = 1$ . Осы кездегі жүктеме тістердің бір жұбымен оның ілінісунің соғына дейін қабылданады (негізгі қадамдардың қателіктерін ескеру үшін);

- Жүктеме біркелкі түрде түйіспелі сызықтың (тістің) ұзындығы бойында таралған;

- Ілінісудегі үйкеліс күштері есептелмейді. Күштің бағыты  $F_n$  ілінісу сызығымен сай келеді, яғни күш тіс симметрияның өсіне ( $90^\circ - \alpha'$ ) бұрышта тіс кескініне нормаль бойынша әсер етеді;

- Есептеуіш ретінде ілінісудегі күш  $F_n$  тістің ұшына салынғандай күйдегі доңғалақтың орналасуы қабылданады. Мұндағы тістің негіздемесінде иілістің максималды кернеуі әсер етеді;

- Тістің есептеуіш схемасына теңдік кедергінің консольді білігі қабылданады. Тістің қауіпті қимасы кернеудің аса жоғары шоғыры аймағындағы оның негіздемесінде орналасқан. Кернеудің шоғыры теориялық коэффициенттің есептеуші тәуелділіктеріне кернеу шоғырларын  $K_T$  енгізумен ескеріледі.

Тісті берілістерді эксплуатациялау мен тәжірибелік зерттеулер көрсеткендей, бұзылымдық сынықтар абсолюттік өлшемі бойынша жалп кернеу аз болғандағы тістің созылу жағында түзіледі, осыған байланысты иіліске беріктік тістердің созылған жағынан тексеріледі.

**Цилиндрлік тура тісті берілістердің түйіспелі беріктігіне есептеу.** Аталған есептеу ілінісу полюсінде тістердің түйісуі кезінде жүзеге асырылады. Тістердің жұмыс беттерінің түйіспелі беріктікке есептеуін жүргізудің алғышарттары:

- Полюстегі тістердің түйісуі полюстегі тіс кескіндері эвольвентасының қиғаш радиусына тең  $p_1$  және  $p_2$  қиғаш радиустары бар параллель өсті екі цилиндрдің түйісуімен білдіріледі.;

- үйкеліс күштері есептелмейді;
- жүктеме түйіспелі сызықтық ұзындығы бойында біркелкі тараған.

**Максималды жүктеме әсеріндегі беріктікті есептеу.**

Егер максималды мезет берілмесе, онда оның мәні машина жұмысының ерекшелігін ескере отырып анықталады:

- электрқозғалтқыштың іске қосу мезеті бойынша ( $T_{max} = T_{іске\ косу}$ );
- сақтандырғыш элементтердің болуындағы шекті мезет бойынша ( $T_{max} = T_{сак}$ );
- Шұғыл тежеу кезіндегі инерциондық мезет бойынша ( $T_{max} = T_{ин}$ ). Тістердің қалдықты деформациясының немесе морт сынуының алдын алу үшін максималды жүктеме әсеріндегі беріктік жағдайы мынадай түрге ие:

- Иіліс кернеуі бойынша  $\sigma_{F_{max}} = \sigma_F (T_{max} / T_{ном}) \leq \sigma_{FP_{max}}$  ;
- Түйіспелі кернеулер  $\sigma_{H_{max}} = \sigma_H \sqrt{T_{max} / T_{ном}} \leq \sigma_{HP_{max}}$  , онда  $T_{ном}$

— бұзылымдық кедергісінің есептеулері жүргізілген номиналдық мезет (ұзақ әсер етушердегі максималдысы);  $\sigma_F$  және  $\sigma_H$  — номиналды мезет әсеріндегі бұзылымдық кедергілер кезінде есептелген иілістің кернеуі (тістегершік пен доңғалақ тістері үшін) және түйіспелі кернеулер;  $\sigma_{FP_{max}}$ ,  $\sigma_{HP_{max}}$  — рұқсат етілген (максималды) иіліс кернеулері мен түйіспелі кернеулер. **Цилиндрлік тура тісті берілістердің жобалық есептелуі.** Цилиндрлі

## 1.18-сурет. Тісті доңғалақтың диаметрін құрылымдық анықтау

тісті берілістерді құрастырғанда келесі талаптар қамтылуы қажет:

- Кіші габариттік өлшемі мен массасы бар беріліс құрылымдарын алу;

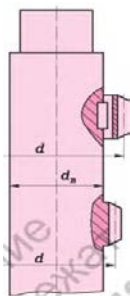
- Тістегершікті білікке қондыру мүмкіндігі, бұл тістегершіктің белгілі бір диаметрін қажет етеді (1.18-сурет). Осы орайда білік диаметрі, мм

$d_B = 110 \sqrt[4]{P(\text{кВт})/n}$ . Тістегершіктің бөліну диаметрі

$d = mz$ , мұндағы тісті берілістің модулім құрылымдық түрде қабылданады (кинматикалық есептеуден тістердің белгілі  $z$  санында);

- Сыртқы диаметрлері арасындағы рұқсат етілген қашықтықтағы ккі көршілес біліктердің мойынтіректерін орнату мүмкіндігі, бұл өс аралық қашықтықтың белгілі өлшемін талап етеді  $a = 0,5m(z_1 + z_2)$ , бұдан тісті берілістің  $m$  модулі анықталады.

Тексеру формулаларына екі белгісіз параметр  $m$  және  $b$  (белгілі кинематикалық берілісте) енгендіктен, онда мәселе көп нұсқалы болып келеді. Жобалауды қарапайымдату үшін істі доңғалақтың ені тістегершік диаметріне байланысты тағайындалады, яғни  $b = \psi_{bd} d_1$ , мұндағы  $\psi_{bd}$  — тісті тәж енінің коэффициенті. Бір цилиндрлік тура тісті беріліс үшін  $\psi_{bd} = 0,3 \dots 0,5$ , бұған қоса қатты емес біліктен мен тіреулердің жылдамдықтар қорабы үшін мәндері аз, ал үлкендері — редукторлар, қатты біліктер мен тіреулер үшін. Жылдамдықтар қорабының блогы үшін тісті тәж енінің коэффициенті  $\psi_{bd} = (6 \dots 8) / z_{\min}$ .



## 1.6. ҚИҒАШ ТІСТІ ЦИЛИНДРЛІК БЕРІЛІСТЕР

### 1.6.1 Жалпы мәліметтер

Қиғаш тісті цилиндрлік берілістердің тура тістілермен салыстырғандағы артықшылықтары:

- Тістер ілінісуге бірден емес, ақырын, қиғаш тісті берілістер үшін жұмыстың жоғары жатықтығын және төмен динамикалық жүктемелерді қамтамасыз ете отырып енеді;

- Төмен соққылы жүктемелер;
- Қосарланудың үлкен коэффициенті;

- Үлкен жүктемелік қабілеті: иілістік беріктік бойынша —40 % дейін; түйіспелі —25 % дейін.

Қиғаш тісті цилиндрлік берілістердің кемшіліктері:

- Өсті күштердің болуы, салдарынан білік тіреулері құрылымының күрделенуі;

- Тура тісті берілістерге қарағанда түйіспелі сызықтың бойындағы жүктемелердің біркелкі емес таралуы.

Қиғаш тісті және шеврон тісті доңғалақтарда түзуші бөлу цилиндріне бірнеше  $\beta$  бұрышқа иілген тістер бар, бірақ доңғалақтардың өстері осы кезде параллельді болып қала береді.

Әдетте тістегершіктің тісі оң бағытпен жасап шығарылады, ал доңғалақ тісі –сол бағытпен (бірікке доңғалақ тістерінің бағыты әрқашан қарама-қарсы).

Қиғаш және шеврон тісті доңғалақтар тура тісті доңғалақтар секілді төселту әдісімен тура тісті төрткілдеш және бұрамдықты формамен кесіледі. Тіс сызығының көлбеуі  $\beta$  бұрышына дайындамаға қатысты құралдың бұрылысына сай алынады. Мұндай жасау кезінде қиғаш тісті эвольвенталық доңғалақта қапталдық кималарында тістердің эвольвенталық кескіндеріне ие. Бұл сипаты бойынша тура тісті эвольвенталық беріліске сай келетін қиғаш тісті берілістегі ілінісудің қапталдық көрінісін қамтамасыз етеді.

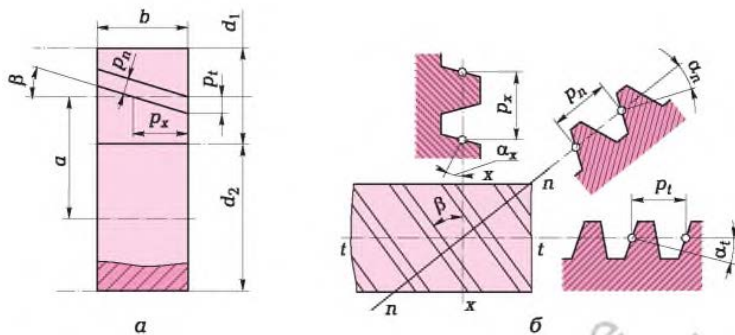
Тісөңдеу тәжірибесінде кейде қиғаш тісті тіс кесуші тарақтармен жұмыс істейтін тіс сүргілеуші станоктар қолданылады. Мұндай құралмен, сондай-ақ қиғаш тісті қашауыштармен кесілген доңғалақтарда құралдағы тіс сызықтарының көлбеу бұрышына сай келетін бөлгіш цилиндрлерде тіс сызықтарының қатаң реттелген  $\beta$  көлбеу бұрышы бар болуы мүмкін.

## 1.6.2 Эвольвенталық қиғаш тісті цилиндрлік берілістерді геометриялық есептеу

1.19а-суретте қиғаш тісті цилиндрлік берілістердің негізгі параметрлері келтірілген:  $\beta$  — бөлу цилиндріндегі тіс сызығының көлбеу бұрышы;  $p_n$  — қалыпты қадам;  $p_x$  — өстік қадам;  $p_t$  — қапталдық қадам.

Тіс сызығының көлбеу бұрышы әдетте қиғаш тісті берілістер үшін  $\beta = 6..25^\circ$ , ал шеврон тісті —  $\beta = 35..45^\circ$ .

Қапталдық жазықтықтағы кескіннің бұрышы (бөлу бұрышы)ақиғаш тісті төрткілдештің қима өсіне қалыптағы бұрышына  $a_n$  тең емес, себебі тістің тұрақты биіктігінде  $r_t$  және  $p_n$  тең емес (1.19б-сурет). Осы орайда  $tg a_t = tg a_n / \cos \beta (a_n = 20^\circ)$ .



### 1.19-сурет. Қиғаш тісті беріліс:

а — геометриялық параметрлер; б — қиғаш тісті төрткілдештің контуры

Осылайша, тура тісті төрткілдешті бұрамдықты фрезамен немесе қиғаш тісті қашауышпен кескенде доңғалақ стандартты қалыпты модульге $m_n$ ие болады, алқапталдық модуль $m_t$ стандартты емес болуы да мүмкін (еркін).

Қиғаш тісті төрткілдешпен кесу жағдайынада тек  $m_t$ модулі болады, ал  $m_n$ модулі жалпы жағдайда стандартты емес болуы мүмкін.

Алайда  $\beta$  бұрышын екі модульде стандартты болатындай етіп таңдауға болады. Мұндай құралдар шевронды доңғалақтарды жасап шығаруда қолданылады.

Қиғаш тісті берілістер үшін стандартты ретінде  $m_n(m)$ модулі қабылданады. Мұндай жағдайдағы қадамдардың қатынасы:  $p_n = \pi m_n$ ;  $p_t = p_n / \cos \beta$  ( $m_t = m_n / \cos \beta$ );  $p_x = p_n / \sin \beta$ .

Бөліну шеңберінің ұзындығы  $\pi d = p_t z = \pi m_t z = \pi m_n z / \cos \beta$ , бұдан қиғаш тісті доңғалақтың бөліну диаметрі  $d = m_t z = m_n z / \cos \beta$ . Осы орайда:  $d_1 = m_t z_1 = m_n z_1 / \cos \beta$ ;  $d_2 = m_t z_2 = m_n z_2 / \cos \beta$ ;  $a = m_n (z_1 + z_2) / (2 \cos \beta)$ .

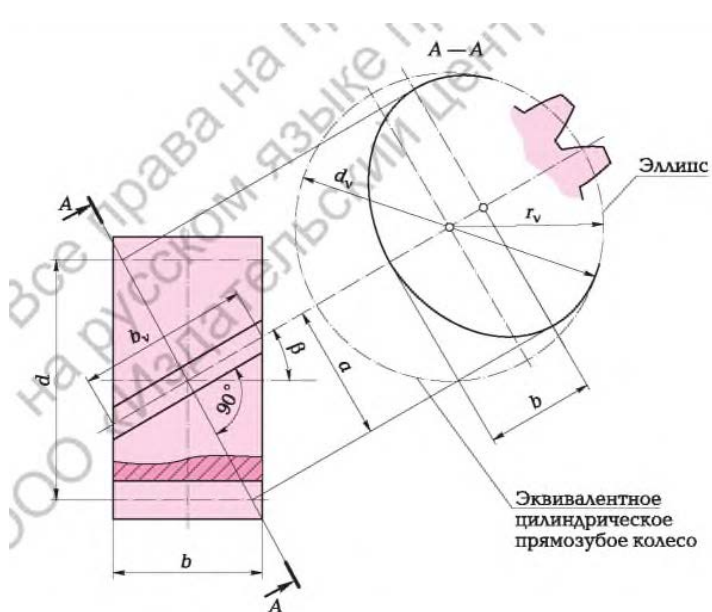
Кейде, мысалы, стандартты өс аралық қашықтықты немесе ортақ білікті берілістерді қамтамасыз еткенде тіс сызығының көлбеу бұрышы  $\beta$  и,  $z_1$  жәнет тіркелген мәндерінде берілген өс аралық қашықтықта  $a_w$  берілісті қондыру жағдайларына байланысты орнатылады. Мұнда

$$\beta = \arccos [m z_1 (u + 1) / (2 a_w)]. \quad (1.7)$$

$\beta$  бұрышының мәнін берілген шектерде  $a_w$  және тұрақты кезінде  $z_1$  және төзгерту арқылы алуға болады. Осылайша, қиғаш тісті берілістерде берілген өс саралық қашықтықты  $a_w$  қамтамасыз ету үшін тура тісті берілістердегідей бұрыштық түзетілімді қажет етпейді, сондық мұнда әдетте бөліну және бастапқы диаметрлері сай келеді.

Эквиваленттік тура тісті берілістердің параметрлерін анықтау. Эквиваленттік тура тісті доңғалақ ұғымында тістері өзінің өлшемі және формасы бойынша қалыпты қимадағы қиғаш тісті доңғалақтың тісіне сай келетін доңғалақты айтады. Тістердің беріктігі олардың қалыпты қимадағы өлшемдері және формаларымен анықталатындықтан, онда эквиваленттік тура тісті доңғалақ пен қиғаш тісті доңғалақ тістерінің беріктігі қалыпты қимада бірдей болады.

A-A жазықтықты қиғаш тісті доңғалақтың қимасында тістерінің қалыпты бағытына жартылай өстері  $b = d/2$ ;  $a = d/(2\cos\beta)$  болатын эллипс жатады (1.20-сурет), мұндағы  $d$  — қиғаш тісті доңғалақтың бөлу диаметрі;  $\beta$  — тіс сызығының көлбеу бұрышы (бөліну).



**1.20-сурет. Эквиваленттік цилиндрлік тура тісті доңғалақты құрастыру**

(Эллипс-эллипс, эквивалентное цилиндрическое прямозубное колесо – эквиваленттік цилиндрлік тура тісті доңғалақ).



Тістердің беріктігі олардың қалыпты қимадағы өлшемдері және формаларымен анықталатындықтан, ал олардың осы қимадағы формалары мен өлшемдері эллипстің кіші жартылай өсінің маңайында орналасқандықтан, онда эквиваленттік тура тісті доңғалақты алу үшін эллипс түріндегі тура тісті доңғалақтың қиғаш радиусы эллипстің кіші жартылай өсінің шетіндегі қиғаш радиусына тең цилиндрлік доңғалақпен алмастыру қажет. Эллипстің кіші жартылай өсінің шетіндегі қисық радиусы  $r_v = a^2/b$  (аналитикалық геометрия), сондай-ақ эквиваленттік тура тісті цилиндрлік доңғалақтың радиусы болып табылады, яғни

$$r_v = \frac{a^2}{b} = \frac{d^2}{4 \cos^2 \beta} \frac{2}{d} = \frac{d}{2 \cos^2 \beta}$$

бұдан эквивалентті тура тісті цилиндрлік доңғалақтардың диаметрлері

$$d_{v(2)} = d_{(2)} / \cos^2 \beta. \quad (1.8)$$

$d_v = m_n z_v$  қабылдай отырып,  $m_n z_v = d / \cos^2 \beta = m_n z / \cos^3 \beta$  алынады, мұндағы  $d = m_n z / \cos \beta$ .

Демек, эквивалентті доңғалақтар тістерінің саны

$$z_{v(2)} = z_{(2)} / \cos^3 \beta. \quad (1.9)$$

Эквиваленттік цилиндрлік тура тісті берілістің берілімдік саны  $u_v = u$ . Тіс сызығы көлбеу бұрышының  $\beta$  ұлғаюымен берілістік беріктігін арттыра отырып, эквиваленттік параметрлер артады.

### 1.6.3 Шевронды берілістер

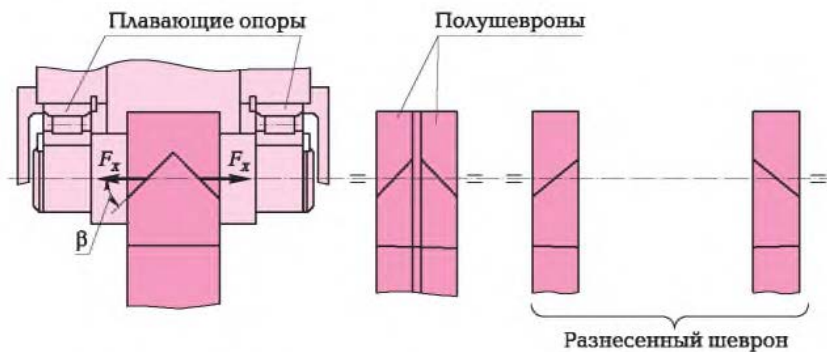
Шевронды берілістер қиғаш тісті цилиндрлік берілістердің түрөзгерісі болып табылады (1.21-сурет).

Шевронды берілістердің артықшылықтары:

- Өстік күштердің толықтай өтемі;
- Тіс сызығының көлбеу бұрышы  $\beta$  қиғаш тісті берілістерге қарағанда үлкен болуы мүмкін ( $\beta = 30 \dots 40^\circ$ ), бұл іліністегі тістердің көп сандарына орай үлкен жүктемелік қабілетті қамтамасыз етеді;
- Берілістің ықшамдылығы.

Шевронды берілістердің кемшіліктері оларды монтаждаудың ерекшеліктерімен байланысты – оларды дұрыс жұмысы үшін доңғалақтың біреуі (әдетте тістегершік) өстік фиксацияға ие болмауы қажет, керісінше іліністегі өстік күштерді  $F_x$  теңдестіру үшін өстік бағытта қозғалуы қажет.





### 1.21-сурет. Шевроны беріліс.

(Плавающие опоры-қозғалушы тіреулер, полушевроны-жартылай шеврондар, разнесенный шеврон – таратылған шеврон).

Шевроны берілістердің есептелуі қиғаш тісті цилиндрлік берілістердің есептелуіне ұқсас келеді. Толық шевронның тісті тәжі енінің коэффициенті  $\psi_{bd} > 2(1,1\pi \text{ctg}\beta/z_1)$ .

## 1.7 БҰРАМДЫҚ БЕРІЛІСТЕР

Бір уақытта диаметрдің кішіреюімен тіс сызығы көлбеу бұрышының  $\beta_1$  және бұрандалы берілісте доңғалақ енінің  $z_1$  ұлғаюнда 1-ден 4-ке дейінгі тістердің санында олар доңғалақ шеңберінің бойында толық бір немесе бірнеше орам жасайды және осындағы бұрандалы тістегершік орамның  $\gamma$  көтерілу бұрышы бар цилиндрлік бұрамдыққа айналады, мұндағы  $\gamma = 90^\circ - \beta_1$ . Осылайша, бұрамдық беріліс алынады (1.22-сурет).

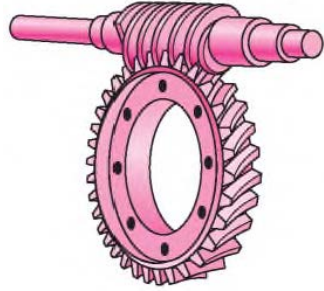
Бұрамдықтардың формасына байланысты берілістер цилиндрлік (жиі қолданылатын) және глободты бұрамдықтарға жіктеледі.

Қуаттың берілу бағыты бойынша, әсіресе динамикалық үрдістер мен ПӘК қарастырғанда, бұрамдық берілістер жұмысының екі режимі болады:

- Айналушы мезет (және қозғалыс) бұрамдықтан доңғалаққа берілу кезінде. Жұмыстың мұндай режимі әдетте қозғалтқыштық режим, тура жүрісті режим немесе қуаттың тура ағынының режимі деп аталады;

- Айналушы мезет (және қозғалу) доңғалақтан бұрамдыққа беріледі. Бұрамдық берілістер жұмысының осы режимі қайтарымды режим, тежеуші немесе қуаттың қайтарымды ағынының режимі деп аталады.

## 1.22-сурет. Бұрамдық беріліс



Жұмыс сипатына байланысты қайтарымды режимде бұрамдық берілістер қозғалыс доңғалақтан бұрамдыққа берілетін өздігінен тежемейтін және бұрамдықтан доңғалаққа қарай бұрылу мүмкін болмайтын өзіндік тежеуші деп жіктеледі, бұл механизмді тежеуші құрылғысыз орындауға мүмкіндік береді (соның ішінде, көтеру механизмінде).

Бұрамдық берілістердің артықшылықтары:

- Жұмыстың жоғары жатықтығы мен шусыздығы;
- Ілінісу кезіндегі соққылардың жоқтығы;
- Үлкен берілімдік сандар;
- Өздігінен тежеуді алу мүмкіндігі;
- Нақты және кіші ауысымдарды алу мүмкіндігі.

Бұрамдық берілістердің кемшіліктері:

- Бұрамдықты доңғалақ тістері кескіндерінің және бұрамдық орамдарының сырғанауы, жоғары тозғыштық пен қыздыру, сонымен қатар қарысуға бейімділік;
- Төмен ПӘК;
- Қымбат антифрикциялық материалдарды қолдану қажеттілігі.

**Бұрамдық берілістер бұзылуларының түрлері және жұмысқа жарамдылық критерийлері.** Бұрамдықты берілістерге тән ерекшеліктерге кескіндердің жоғарылатылған сырғанауы мен май сынасының түзілуіне оңтайсыз жағдайлар.

Бұрамдықты доңғалақ пен бұрамдық орамдары тістерінің беттері сырғанағанда олардың май сынасын жасауға қажетті оңтайсыз жағдайлармен ілінісу аймағы пайда болады. Аса оңтайлы жағдайлар бұрамдықтың іліністен шығатын жағында орын алады.

Осыған байланысты доңғалақ тістерінің зақымдануларының түрлеріне бұзылықдық сырлану түріндегі түйіспелік бұзылулар немесе көрсетілген аймақта басталатын қарысу жатады.

**Қажулық тозу** (питтинг, немесе үгілу) — түйіспелі кернеулер циклының көп қайталаушы әрекетінен туындаған микросынықтардың түзілуі мен дамуы нәтижесінде орын алатын доңғалақ тістерінің жұмыс беттерінің бұзылу үрдісі (микрорөлемдерді көп реттік деформациялау).

**Қарысу** — белдесу салдарынан доңғалақ тістерінің жұмыс беттерінде зақымданулардың туындау және даму үрдісі, яғни қорғаушы қаптамалар бұзылғанда металдық беттер түйіскенде, ал

контактіндегі орнықты меншікті қысымдар молекулярлық ілінісу күштері әсер ететін мәндерге жетуі. Қарысудың әлсіз көрсетіліміне металдың бір беттен (доңғалақ тісі) екіншісіне (бұрамдық орамы) аз қарқынды тасымалы жатады. Мұндағы тозғыштықтың қарқындылығы аз, бірақ ол қажамаға, яғни салыстырмалы қозғалыс жылдамдығының коллинеарлық векторына бағытталған тереңдігі 100-200 мкм болатын сызықіз (атыздар) түріндегі зақымдануларға әкелуі мүмкін.

Бұзылулардың осы түрлері бұрамдықтың доңғалақ пен бұрамдық материалдарының сипаттамаларына байланысты. Қарысудың қауіптілігі түйіспелі беттердің қаттылығының ұлғаюымен артады. Мұндай жағдайда беріліс жұмысының ресурсын болжамдау қиын болады.

Түйіспелі беттердің қатты және жұмсақ материалдарының бірігуінде, мысалы болаты бұрамдық пен антифрикциялық материалдардан (қола немесе жез) жасалған бұрамдықты доңғалақтың тәжі, қарысу қауіптілігі аз формада – бұрамдық орамдарына доңғалақ тістерінің жұмсақ материалын тасымалдау немесе жағу түріндебайқалады. Қарысуды жою доңғалақ тістерінің тозуы мен олардың беттерінің қажулық тозуын жоққа шығармайды.

Қажулық тозу мен қарысу бұрамдық берілістердің жүктемелік қабілеттері, әдетте, тозуға төзімділігі 4000...8000 сағ тең түйіспелі кернеулердің орта деңгейлерінде немесе тозуға төзімділіктің кіші мәндерінде анықталады.

Бұрамдық берілістердің иілісті беріктігі жасап шығару кемістігі (мысалы, доңғалақ тістеріндегі қалқандардың болуында) немесе тозу салдарынан доңғалақ тістерінің беріктігін азайту нәтижесінде орындалатын ақауларға кедергісімен анықталады.

Бұзылулардың осы түрі шектен тыс жүктемелер кезіндегі үлкен жиіліктермен сипатталатын, сондай-ақ берілімдік сандар  $u \geq 50$  кезіндегі жұмыстың үздіксіз режимі жағдайында стационарлық емес режимдерде білдіріледі. Иілістік беріктік берілістердің жүктемелік қабілетін бұрамдықтың төменгі айналу жиіліктерінде шектей алады.

Жалпы бұрамдықты редутордың жүктемелік қабілетін анықтаушы параметрлерге «термиялық қуаттылық», яғни май температурасы бойынша шекті рұқсат етілген және бұрамдықтың рұқсат етілген иілісті жүктемесі жатады.

Осылайша, бұрамдық берілістердің жұмысқа жарамдылығын анықтаушы критерийлерге жоғары қалайы қолалар үшін қажулық тозу (питтинг) түріндегі түйіспелі бұзылуларға кедергі немесе қалайысыз қолалар үшін қарысу, тістердің иілімдік беріктігі, рұқсат етілген бүгілу жағдайындағы бұрамдықтың жылуға төзімділігі мен қаттылығы  $|f|=(0,005...0,008)m$ , мұндағы  $m$ — ілінісу модулі.

**Бұрамдық берілістерге арналған материалдар.** Бұрамдықтың доңғалақтардың тәждерін антифрикциялық және қарысуға қарсы қасиеттерге ие материалдардан жасау ұсынылады. Мұндай материалдарға қола, жез, шойын, композициялық металлокерамикалық материалдар, пластмассалар мен ағаш-қатпарлы пластиктердің бірнеше түрі жатады. Бұрамдықты доңғалақтардың тәждерін жасауға қолдалынатын материалдарды шартты түрде үш топқа жіктеуге болады.

I топ. Құрамында қалайыдан басқа негізгі компонент ретінде фосфор, қорғасын, мырыш, гикель, кейбір жағдайларда сурьмадан тұратын жоғары қалайылы қолалар (6... 10% Sn), беріктігі төмен ( $\sigma_b \leq 310$  МПа), бірақ қарысуға қарсы қасиеттері жоғары. Қалайының жетіспеушілігі мен құнының қымбаттылығы байланысты оларды қолдану жауапты және жылдам қозғалушы берілістермен ( $v_s > 10$  м/с) шектеледі. Мұндай материалдардың ерекшеліктеріне аса жоғары тозылым, қарысу емес, түрінде сипатталатын шектен тыс жүктемелермен жұмыс істеу кезіндегі бұрамдық берілістердің жұмсақ қарысуы жатады.

Қалайы мөлшері төмен қолалар (3...6% Sn) жоғары қалайылы қолаларға қарағанда қарысуға қарсы қасиеттері нашар келеді, әсіресе сырғанаудың жоғары жылдамдықтарында.

II топ. Қалайысыз қолалар мен жездер берілістердің сырғанау жылдамдықтары  $v_s < 5$  м/с кезінде қалайылы қолаларды алмастырушы ретінде кең қолданылады. Қарысуға қарсы аса жақсы қасиеттерге өңделетін қолалар (шыныққан және қашалған бұрамдықпен бірге) мен жоғары емес беріктікті жездер ие ( $\sigma_b = 300...350$  МПа)..

$\sigma_b = 400$  МПа кезіндегі аса берік алюминийлі-темір қолалардан жасалған бұрамдықты доңғалақтар нашар өңделеді және тістердің ұзындығы бойынша жүктемені теңестіру үрдісі ұзаққа созылады, сондықтан толық жүктемемен ұзақ мерзімді өңделусіз қарысудың пайда болуы мүмкін. Бұрамдықты доңғалақтардың белгілі жұптарын эксплуатациялауда бұрамдықты доңғалақтардың тәждері үшін материалдар агрегатты эксплуатациялау жағдайларынан таңдалынады.

III топ. Бұл топқа салыстырмалы жұмсақ сұр шойындар мен сырғанаудың рұқсат етілген жылдамдығы (бұрамдықты доңғалақ тістерінің стандартты геометриясында) 2 м/с, кейде 2...3 м/с аспайтын қатты жоғары берікті шойындар жатады. Сұр шойындардан жасалған доңғалақтармен бірге жұмыс істейтін хромдалған бұрамдықтарда 5 м/с дейінгі жылдамдық рұқсат етіледі. Қаттылығы 140...180 НВ болатын сұр шойындарды қолданған абзал.

Бұрамдықтар 45, 40X және 40ХН маркалы болаттардан жасалады – кейінгі тегістеуі бар 350 Нв төмен қаттылыққа дейін жақсарту немесе жоғары жиілікті токпен 48...54 HRC қаттылыққа дейін шынықтыру; 20X, 12ХН3А және 18ХГТ — 57.63 HRC цементтеу және шынықтыру (бұрамдықты кейінгі тегістеумен бірге); 15ХФ, 38Х2Ю және 38Х2МЮА — 62. 65 HRC дейін азоттау (бұрамдықты кейінгі тегістеусіз).

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

---

1. Белдікті берілістің бастапқы кернеуін туындатудың негізгі әдістерін атаңыздар.
2. Жетекті тізбектер көбінесе қандай бұзылу түрлеріне ұшырайды?
3. Фрикциялық аунақтардың материалдарына қойылатын негізгі талаптар қандай?
4. Доңғалақ тістерінің кескіндеріне байланысты тісті берілістер қалай жіктеледі?
5. Күштік және күштік емес (кинематикалық) тісті берілістердің айырмашылығы қандай?
6. Тісті берілістің «қарысу» үрдісінің мәні неде және оның алдын-ала есептеуін жүргізуге болады ма?
7. Қиғаш тісті берілістердің тура тістілермен салыстырғандағы негізгі артықшылықтарын атаңыздар.
8. Бұрамдық берілістердегі бұзылулар түрі мен жұмысқа жарамдылық критерийлерін атаңыздар.

### МЕТАЛ КЕСКІШ СТАНОКТАРДЫҢ КЛАССИФИКАЦИЯСЫ

#### 2.1. МЕТАЛЛ КЕСКІШ СТАНОКТАР

##### 2.1.1 Металл кескіш станоктардың жалпы классификациясы

Метал кескіш станоктар дегеніміз дайындамадан жоңқаларды алу көмегімен талап етілетін нақты өлшемдегі формалар пайда болатын машиналар. Станоктар шығаратын барлық типтер мен өлшемдердің жиынтығы типаж деп аталады.

Мамандандырылу деңгейлері бойынша металл кескіш станоктар былай бөлінеді:

- *амбебап*, кең атаутизімді бөлшектерге түрлі жұмыстардың орындалуына арналған;
- *кең қолданыстағы*, бірнеше атаулы бөлшектерде белгілі бір операциялардың орындалуы үшін қолданылады;
- *мамандандырылған*, яғни бір атаулы біртекті бөлшекті өңдеуге арналған, бірақ әр түрлі өлшемдегі (мысалы, тісөңдеу станоктары) және сериялық және ірі сериялық өндірісте пайдаланылатын;
- *арнайы*, бір құрылымдық атқарушы және бір типті өлшемдегі бөлшектерді өңдеу үшін арналған және ірі сериялық және жаппай өндірісте қолданылатын.

##### 2.1.2 Металл кесуші станоктар туралы жалпы мәліметтер

Метал кескіш станоктарының эксперименталдық ғылыми-зерртеу институтының («ЭНИМС» ОАО) классификациясы бойынша, 1933 ж. жасалған және жаппай шығарылған бүкіл станоктар 9 топқа (2.1 кесте) бөлінеді. Әрбір топ өзіне бірнеше типті станоктарды (2.2 кесте) құрайды. Метал кескіш станоктың моделінің анықталуы:

## 2.1 кесте. Металл кескіш станоктардың классификациясы

Станоктің атауы	оп	Типі		
		1	2	3
Жоңғы		Автоматтар және жартылар автоматтар		Револьверлі
		Бір шпиндельді	Көп шпиндельді	
Бұрғылайтын және кеңейжону	2	Тік бұрғылайтын	—	—
Ажарлау, әрлеу, жеткізетін	3	Дөңгелете ажарлау	Ішкі ажарлау	Сыдырата ажарлағыш және қапталдық ажарлау
Электрфизикалық және электрхимиялық өңдеуге арналған станоктар:	4	Әмбебап	Жартылай автоматтар	Автоматтар
Тіс және бұрама өңдеу	5	Цилиндрлік дөңгелектерді өңдеуге арналған тісқашау	Цилиндрлік дөңгелектерді өңдеуге арналған тіскескіш	Цилиндрлік дөңгелектерді және оймакілтекті біліктерді өңдеуге арналған тісфрезерлік
Фрезерлік	6	Тік фрезерлік консольді	Үзіліссіз қозғалыстағы фрезерлік	Бойлық-фрезерлік бірітпеуіш

Сүргілеу, қашағыш және тартатын	7	Бойлық-сүргілеу		Көлденең сүргілеу
		Бір тіреуіш	Екі тіреуіш	
Кесетін	8	Кеспелі, жұмыс үстіндегі		
		Жонғы кесішпен	Қазақ шеңбермен	Үйкеліс тиегімен
Әр түрлі	9	Муфта және құбыр өндеу	Пилон бедерлеу	Дұрыс және центрсіз сыдырғыш

## 2.2 кесте. Станок типтері

Типі				
5	6	7	8	9
Айналмашақты	Жонғы, жонғы-бұрама жасайтын және маңдайлық	Көпкес	мамандандырылған	Түрлі жонғылық
Бұрғылайтын	Көлденең кеңейжону	Бөлек кеулеу жону	Көлденең бұрғылайтын және ортабілікті	Түрлі бұрғылайтын



—	Қайрау	Тегіс ажарлау	Үйкегіш, әрлеу және жануышты	Қажақты жұмыс үстіндегі түрлі станоктар
---	--------	------------------	---------------------------------	---

2.2 кестенің аяғы

5	6	7	8	9
Электрұшқындық	—	Электр эрозиялық, ультрадыбыстық	Анодтық- механикалық	—
Дөңгелек тістерінің қапталын өңдеуге арналған	Бұрама - жонғы	Тіс бітеу	Тіс және бұрама ажарлау	Түрлі тіс өңдейтін
Тік консольсіз	Бойлық-жонғы қос тінеуіш	Кең әмбебаптылық	Көлденең консоьлі	Түрлі жонғылайтын
Тартылатын көлденең	Тартылатын тік			Түрлі сүргілейтін
	Ішкі тартылуға арналған	Сыртқа тартылуға арналған		
—	Дискілі ара	Араның аралайтын бөлігі	—	—
—	Бөлгіш машиналар	Теңгерімдік	—	—

- атқаратын жұмыс типі мен оның тағайындалуын сипаттайтын типі бойынша топтардың реттік сандарымен;
- кезектегі сандардың бірі немесе екеуі әрбір станокка тән негізгі өлшем типерін көрсетеді:
- ✓ жонғы тұғыр үстіндегі өңдеудің центрдің биіктігін анықтайтын максимал диаметрмен сипатталады, мм:

$$H_{ц} = \frac{D_{max}}{2};$$

- ✓ бұрғылайтын 40 маркалы шыңдалмаған болатты бұрғылаудың шартты максимал диаметрімен;
- ✓ фрезерлік нөмірмен анықталатын үстелдің енімен, мм;
- ✓ кеңейжону шпиндельінің сыртқы диаметрімен, мм;
- ✓ жонғы-револьверлі цангамен қысылған және шпиндельдің саңылауы арқылы өтетін шыбықшаның максимал диаметрімен, мм;
- ✓ кашағыш сырғақ жүрісінің максимал ұзындығымен, мм;
- ✓ тартылатын станокпен артатын максимал тартылыс күшімен, Н.

Қазіргі уақытта метал кескіш станоктар үшін ГОСТ 8032 — 84 бойынша **R10** геометриялық қатары олардың негізгі параметрлерін анықтайтын (ауқымды станоктар үшін бұл аз болуы мүмкін) 1,26 коэффициентпен анықталады.

Сандар арасындағы әріптер станоктың жаңартылуын, ал аяғындағы әріп станоктың базалық моделінің модификациясын (түр өзгерісі) немесе оның технологиялық ерешеліктерін (мысалы, жоғары дәлдік) көрсетеді.

Сонымен, мысалға станоктың 2Н135 моделі келесіні көрсетеді:

- 2 саны — бұрғыланатын;
- Н — жаңартылған; 1 — тік бұрғыланатын;
- 35 (соңғы екі сан) бұрғылаудың максимал диаметрін білдіреді — 35 мм.

*Автоматтандыру деңгейі* бойынша станоктар түрліше бөлінеді:

- *автоматтық*, яғни автоматтық режимде бөлшектер топтамасын толық өңдей алатын;
- *жартылай автомат*, яғни автоматтық режимде бір бөлшекті өңдеуге қабілетті;
- *қолмен*, яғни бөлшекті өңдеу процессінде оператордың қатысуын талап ететіндер.

2.3 кестеде дәлдік дәрежесі бойынша метал кескіш станоктардың классификациясы көрсетілген.

2.1 суретте метал кескіш станоктардың жинастырулары көрсетілген.

### 2.3 кесте. Дәлдік дәрежесі бойынша металл кескіш станоктардың классификациясы

Дәлдік классы	Метал кескіш станоктардың ерекшеліктірі	Шақтамалар қатынасы
Қ — қалыпты дәлдік	Бөлшектреді өңдеуді дәлдіктің 2-классымен қамтамасыз ететін көптеген	1,0
А — арттырылған дәлдік	Станоктың қалыпты дәлдік базасындағы бөлшектер	1,6
Ж — жоғары дәлдік	Оларды дайындаудың жоғары сапасымен және	1,6 <sup>2</sup>
Е — ерекше жоғары дәлдік	Бөлшекті дайындаудың айтарлықтай жоғары дәлдігімен	1,6 <sup>3</sup>
С — ерекше дәлдік	Нақты бөлшектерді, белгіш және үлгілі тісті	
Т — шамадан тыс дәлдік классы	Қателік 0,3 мкм	—
К — көбірек жоғары классы	Қателік 0,1 мкм	—

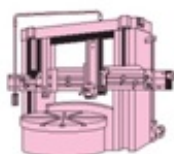
Ескерту. Ж, Е, С, Т және К классының станоктары арнайы жерлерде орналастырылып, орнатылатын жоғары дәлдікті болып табылады.

#### 2.1 сурет. Метал кескіш станоктардың жинастырулары :

1 — жонғы-винткескіш; 2 — қос тіреуішті жонғы- айналмашақты; 3 — жонғы- револьверлі; 4 — бір шпиндельді жонғы-револьверлі автомат; 5 — көп шпиндельді жонғы автомат; 6 — жонғы көпкескішті гидрокөшірмелі жартылай автомат; 7 — тік бұрғылайтын; 8 — радиалдық бұрғылайтын; 9 — көлденең кеңейжону; 10 — координаттық кеңейжону; 11 — консольді тік фрезерлік; 12 — консольсіз тік фрезерлік; 13 — бойлық фрезерлік; 14 — көшірмелі-фрезерлік жартылай автомат; 15 — көлденең сүргілеу станогі (шепинг) ; 16 — қостіреуішті бойлық сүргілеу ; 17 — қашағыш ; 18 — көлденең тартылатын; 19 — қоспозициялы тік тартылған; 20 — дөңгеле аярлау; 21 және 22 — тегіс аярлау; 23 және 24 — әмбебап қайрауыш



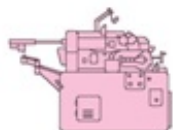
1



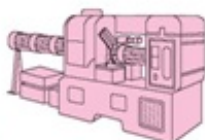
2



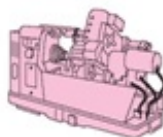
3



4



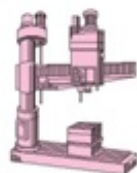
5



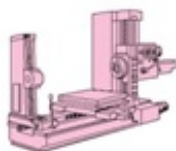
6



7



8



9



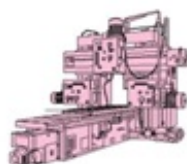
10



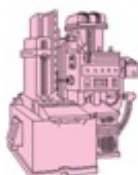
11



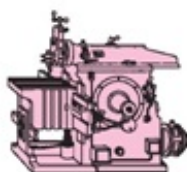
12



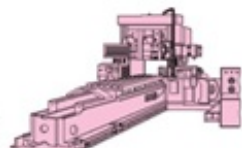
13



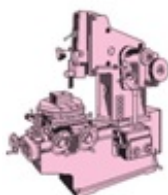
14



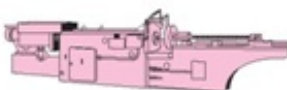
15



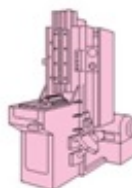
16



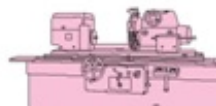
17



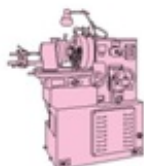
18



19



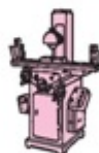
20



21



22



23



24

*Кедір-бұрырлық параметрлері* бойыша металл кескіш станоктар сыдырғыш, тазаөңдеу, жеткізетін және т.б. болып келеді.

Станоктың **массасы бойынша** былай бөлінеді:

- жеңіл (1 т дейін);
- орташа (10 т дейін);
- ауыр (10 т көп).

Өз кезегінде ауырлар көлемді (10 ... 30 т), тегінде ауыр (30...100 т) және айрықша ауыр, бірегей (100 т көп) болып бөлінеді.

### **2.1.3. Заманауи бұрғылау-фрезерлеу-кеңейжону тобы станоктарының классификациясы**

Станоктардың техникалық деңгейінің арттықшылығы бойынша, жаңа технологиялардың пайда болуы, өңдеу түрлерін және автоматтандыруды енгізуді қатар қолдану, сонымен қатар, сандық бағдарламалық басқару құралдарының да(СББК), бұрынғы классификациялар да станокжасау және жалпы машинажасаудың талаптарын қанағаттандыра алмайды.

1980 жылы станоктардың классификациясына олардың толық және тұтас мамандандырылуы, автоматтандырылу деңгейі негізінде, сонымен бірге, бастапқы ішкі топтардың технологиялық қызметі бойынша жаңа ыңғайланулар басталды.

Классификацияның жаңа жүйесі негізінде бұрғылайтын, кеңейжону және фрезерлік топтарға қатысты.

Бір станокта бөлшектерді өңдеудің түрлі шоғырланулары өнімділікті ұлғайтудың айтарлықтай тиімді амалы болып табылады, сондықтан заманауи станоктардың құрылысы көп операциялы өңдеуге әбден лайықтандырылған.

Фрезерлік станоктардың бірнеше технологиялық топшалары бар. Сонымен, кең әмбебап станоктар қосымша тік шпиндельі бар көлденең консольді-фрезерлік станоктың модификациясы болып табылады.

Тапсырыс берушінің талаптарын барынша қанағаттандыруға ұмтылу станок модификациялары санының топшаларды өсуіне әкелді. Мұның өзі станоктардың типі бойынша, олардың жинастыру белгілері негізінде сипатталатын классификацияны толықтыру қажеттігін анықтады (2.4-2.10 кесте).

2.1 кестеде станоктардың технологиялық топшалары берілген. Тік қозғалатын шпиндельмен, түйінімен, косшпиндельді, қосымша қайырмалы үстелді, 18 мм бұрғылау диаметрімен,

қолмен басқарылатын және координаталық сандық-визуалды есептеумен,

**2.4 кесте. Жинақталу белгілері бойынша станоктар типі**

Код	Станоктардың технологиялық топшалары
01	Тік бұрғылайтын
02	Радиалдық бұрғылайтын
03	Горизонтал кеңейжону
04	Координалық кеңейжону
05	Консольді-фрезерлік тік станоктар
06	Консольді-фрезерлік көлденең станоктар
07	Консольсіз -фрезерлікбіртіреуіштістаноктар
08	Консольсіз -фрезерлікқостіреуіштістаноктар
09	Көп мақсаттық тік станоктар
10	Көп мақсаттық горизонтал станоктар

**2.5 кесте. Шпиндель түйінінің жинастырылу ерекшеліктері бойынша станоктардың сипаттамасы**

Код	Негізгі шпиндель түйінімен байланысты станоктардың қосымша сипаттамасы
01	Шпиндель осінің тұрақты күйіндегі біршпиндельді
02	Инструменталды құралбілік үшін қосымша тіректі біршпиндельді
03 жән	Айналмалы шпинделі бар біршпиндельді

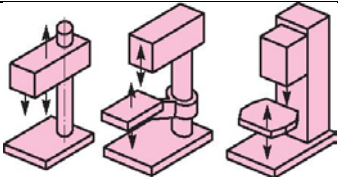
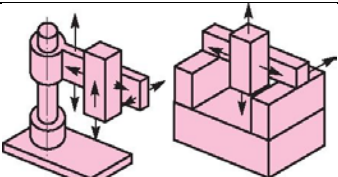
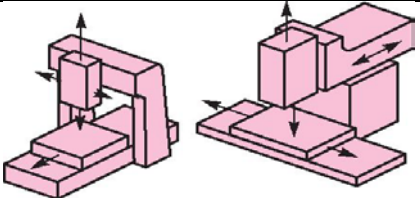
**2.6 кесте. Үстел ерекшеліктері бойынша станоктардың сипаттамасы**

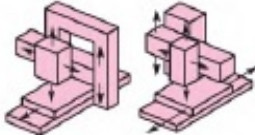
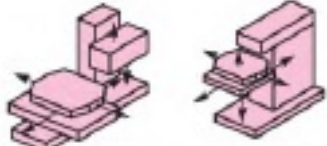
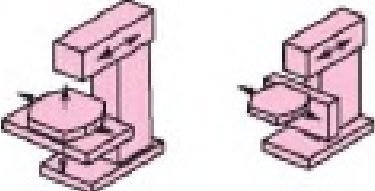
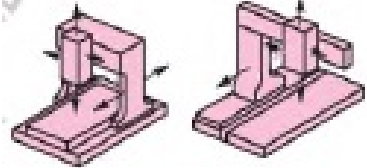
Код	Үстел ерекшеліктерімен байланысты станоктардың қосымша сипаттамасы
01	Көлденең айналмайтын үстелмен
02	Тік айналмайтын үстелмен
03	Көлденең айналатын үстелмен
04	Тік айналатын үстелмен



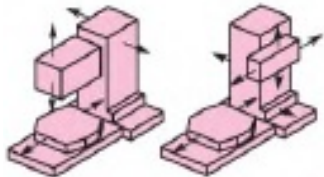
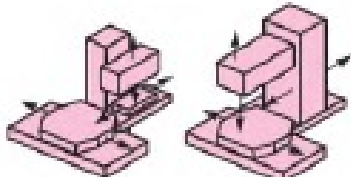
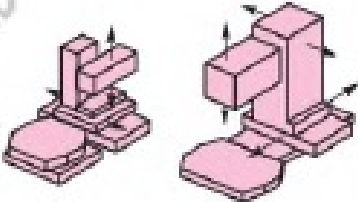


2.7. кесте. Түйіндердің орын ауыстыруы бойынша станоктардың типі

Код	Тасушы жүйенің орын ауыстыруы	Үстедің орын ауыстыруы	Шпиндель түйінінің орын ауыстыруы	Станок типі ( жинастырылу схемасының үлгілері)
01 ТБС	Қозғалмайтын бағана ( тірек)	Қозғалмайтын және (немесе) тік-қозғалатын	Тік-қозғалатын	
02 РБС	Айналмалы немесе қозғалатын траверсті қозғалмайтын бағана (тұғыр)	Қозғалмайтын және (немесе) тік-қозғалатын	Айқарлы-қозғалатын	
03 ГКС	Қозғалмайтын тірек (портал)	Бойлық-қозғалатын	Айқарлы-қозғалатын	

04 ККС	Тік-қозғалатын маңдайшалы қозғалмайтын тірек (портал)	Бойлық-қозғалатын	Айқарлы-қозғалатын	
05 КФТС	Қозғалмайтын тірек	Көлденең жазақтықта айқарлы-қозғалатын	Қозғалмайтын немесе тік-қозғалатын	
06 КФКС	Қозғалмайтын тірек	Айқарлы-қозғалатын	Көлденең қозғалатын	
07 КГС	Бойлық-қозғалатын бағаналық тірек (портал)	Қозғалмайтын	Айқарлы-қозғалатын	

2.7 кестенің аяғы

Код	Тасушы жүйенің орын ауыстыруы	Үстедің орын ауыстыруы	Шпиндель түйінінің орын ауыстыруы	Станок типі ( жинастырылу схемасының үлгілері)
08 КФҚС	Бойлық-қозғалатын тірек	Көлденең қозғалатын	Тік немесе айқарлы-қозғалатын	
09 КТС	Көлденең қозғалатын тірек	Бойлық-қозғалатын	Тік немесе айқарлы-қозғалатын	
10 КГС	Айқарлы-қозғалатын	Қозғалмайтын	Тік немесе айқарлы-қозғалатын	

### 2.8 кесте. Станоктардың негізгі параметрлері

Код	Технологиялық топша	Стандарт бойынша негізгі параметрдің шегі, мм	ГОСТ 8032—84 бойынша қатар
01	ТБС	$D_1 = 3...80$	R10 ( $D_1 \leq 12$ мм үшін R10/3)
02	РБС	$D_2 = 25... 125$	R10
03	ГКС	$B = 250...2\ 000$	R10
...	...	...	...

### 2.9 кесте. Станоктардың автоматтандыру деңгейі

Код	Станоктардың автоматтандыру деңгейі	Қабылданған белгісі
01	Қолмен басқарылатын станоктар	ҚБ
02	Қолмен және координаталық есептеудің сандық визуализациясымен	Ф1
03	Қолмен және бағдарламалық элементтермен басқарылатын станоктар	Ф2Н
04	Циклдық басқарумен жартылай	ЖА

### 2.10 кесте. Дәлдік нормасы бойынша станоктардың классификациясы

Техникалық топша	Қалыпты дәлдіктегі станоктар (К)		Жоғары дәлдік (Ж)		Ерекше дәлдік (С)
	ГОСТ 8 — 82 бойынша дәлдік классификациясы				
	К	А	Ж		С
ТБС	+	+			
РБС	+				
ГКС	+	+			
КК					+
КФ	+	+	+		
ТС					

2.10 кестенің аяғы.

Техникалық топша	Қалыпты дәлдіктегі станоктар (Қ)		Жоғары жәлдік (Ж)		Ерекше дәлдік (С)
	ГОСТ 8 — 82 бойынша дәлдік классификациясы				
	Қ	А	Ж	Е	С
КФКС	+	+	+		
КФБС	+	+			
КФҚС	+	+			
КТС		+		+	
КГС		+		+	

Ескерту. Қалыпты дәлдіктегі станокты жоғары дәлдіктегі станоктан, ал жоғары дәлдіктегінің ерекше жоғары дәлдіктегіден айырмашылығы дәлдік бойынша 1,6 есеге құрайды.

қалыпты дәлдіктегі: 01.01.09.07.01.Ф1.Н қозғалмайтын тасушы жүйе мен үстелі бар тік бұрғылайтын станоктар классификациясының үлгісі.

2.11. кесте Металл кесуші станоктардың топшасы					
Технологиялық топша	Станок типі (2.4 кесте бойынша)	Шпиндель түйінінің ерекшелігі (2.5 кесте бойынша)	Үстел ерекшеліктері (2.6 кесте бойынша)	Автоматтандырылу деңгейі (2.9 кесте бойынша)	Дәлдік деңгейі (2.3 кесте бойынша)
С	ТБ				
	01	01; 09	01; 07; 08	РУ; Ф1; Ф2Н	Н
	04	01	01	Ф4;	Н
С	РБ				
	02	01; 03; 04	01; 01	РУ; Ф1; РУ;	Н
	07	01	01	Ф1; РУ;	Н
С	ГК				
	05	01; 02	03	РУ; Ф1; Ф2Н;	Н
	08	01	03	Ф1; Ф4;	Н
С	КК				
	04	01; 05	01	РУ; Ф1; Ф4;	С
	05	01	01	РУ; Ф2Н; Ф4;	ВС

Біздің елеміздің станок паркінде жонғы станоктар алдыңғы орындардың бірін алады. Жонғы-винт кескіш станоктар әр түрлі операцияларды орындау үшін арналған. Оларда сыртқы цилиндрлік, конустық және пішінді жазықтықтарды бунауға және ішкілерді кеңейжонуға, әр түрлі бунақ бейіндерін кесіп алу, бұрғылау, үңгілеу және саңылауларын ұңғылау, сыртқы, ішкі және қапталдық бұрамаларды бұранкескішпен, бұранойғышпен және винткескіштермен кесу, біркiрмелi және көпкiрмелi қалыпты және ұлғаймалы қадаммен, дайын бөлшектердi кесiп алуға болады.

## **2.2. ТОКАРЛЫҚ – ВИНТКЕСКІШ СТАНОКТАР**

Жонғы-винткескіш станоктардың *негізгі парматерлеріне* жатады:

- тұғыр және суппорт үстіндегі өнделетін дайындаманың ең үлкен диаметрі;
- шпиндель саңылауы арқыла өтетін шыбықшаның ең үлкен диаметрі;
- дайындалатын бөлшектің ең үлкен ұзындығын анықтайтын центрлер арасындағы ең үлкен ара қашықтық;
- шпиндельдің айналу жиілігінің шегі  $n_{\min}$  бастап  $n_{\max}$  дейін;
- суппортардың беру шектері;
- шпиндельдің алды жағының ақырғы конусын отырғызу өлшемі;
- жетек қуаты;
- станоктардың габаритті өлшемі.

Отандық жонғы-винткескіш станоктардың жаппай шығарылымы 1932 жылы Мәскеудегі «Красный пролетарий» (Қызыл пролетар) зауытында басталған. Ең алғаш рет жонғы-винткескіш станоктардың центр биіктігі 200 мм құрайтын ДИП-200 («Догоним и перегоним») (Қуып жетеміз және асып түсеміз) моделі жасалған. Содан кейін 1Д62, 1А62, 1К62 және 16К20 модельдері шығарылды. 16К20 станогының құрылымдық схемасы 2.2 суретте көрсетілген. 16К20 моделді станоктарының базасында СББ және т.б. 16К25, 16К20П, 16К20Ф3 модельдері шығырылған. Центрлар арасындағы ара қашақтықтары бойынша ұзындығы 710; 1000; 1400; 2000 мм және өңдеу диаметрі ( $D_{\max}$ ) бойынша 100-ден 1250 мм дейін шпиндельдің айналу жиілігі  $\varphi = 1,26$  және 1,25 геометриялық қатар бөлгішімен шығарылған. Пішін қалыптастыратын қозғалыспен  $\Phi_v(B_1P_2)$  бұраманы С12 кесу және Э22 —  $\Phi_v(B_1)$ ,  $\Phi_s(P_2)$  жонғы өңдеу кезіндегі құрылым. 16К20

моделді (2.3 сурет) жонғы-винткескіш станок жеке және ұсақ сериялы өндірісте пайдаланылады.

**16К20 моделді жонғы-винткескіш станоктың техникалық сипаттамасы**

Өңдеудің максимал диаметрі	
тұғыр үстіндегі, мм.....	400
суппортпен, мм .....	220
Өңделетін шыбықшаның максимал диаметрі, мм.....	50
Шпидель айналым жиілігінің саты саны .....	22
Шпидель айналым жиілігінің шегі, айн/мин.....	12,5...1600
Суппорттардың беру шегі :	
бойлық, мм/айн.....	0,005...2,8
көлденең, мм/айн.....	0,25...1,4
Кесілітін бұрама қадамы:	
метрлік, мм.....	0,5...11,2
модульдік, мм.....	0,5...11,2
дюймдік, орам дюймға.....	56...0,5
питчтік, питч дюймға .....	56...0,8
Басты қозғалыстың жетек қуаты .....	10
Басты қозғалыстың құрылымдық формуласы:	

$$Zd = (2_1 \cdot 3_2 \cdot 2_6 + 2_1 \cdot 3_2 \cdot 2_6 \cdot 1 \cdot 1) - 2 = 22.$$

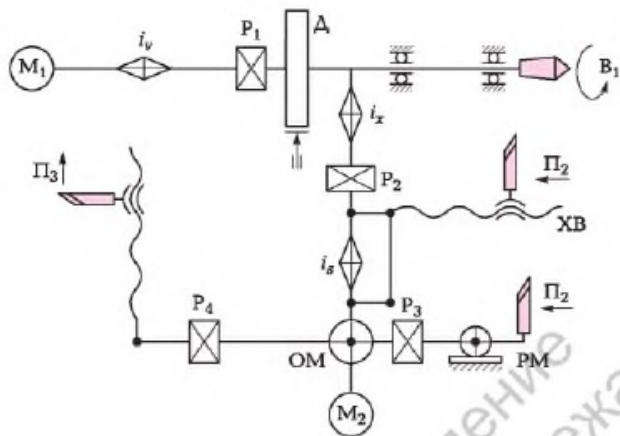
2.4 суретте 16К20 моделді станоктың кинематикалық схемасы көрсетілген, онда басты қозғалыс тізбегі және станоктың түйін қозғалысының жылдамдық беруі арқылы анықтауға болады. Ол үшін **кинематикалық баланс теңдігі** құрылады – соңғы буындар қозғалысының математикалық тәуелділігі:

$$n_{ЭЛ, АВ} i_{Р, П} k i_v = n_{ШП, П}$$

мұндағы — электрлік қозғалтқыштың бір минутта айналу саны;  $i_{Р, П}$  — белдікті берілістің беріліс қатынасы;  $k$  — белдіктің сырғанау коэффициенті;  $i_v$  — жылдамдық қорабының беріліс қатынасы;  $n_{ШП, П}$  — шпиндельдің бір минуттағы айналым саны. Тізбектің кинематикалық баланс теңдігі ( Б — тісті дөңгелектердің

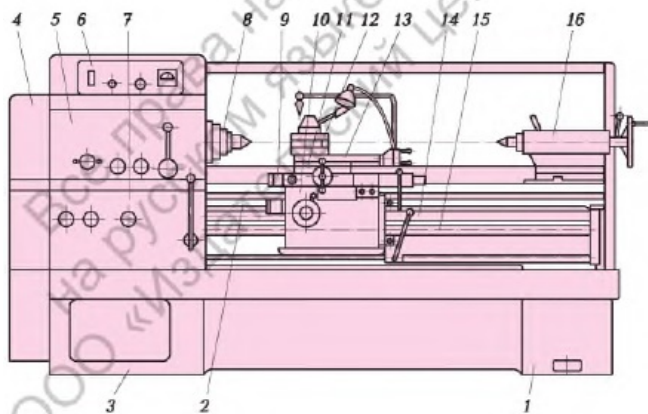
$$1450 \frac{154}{258} \left[ \frac{56}{34} \text{ или } \frac{51}{39} \right] \left[ \frac{29}{47} \text{ или } \frac{21}{55} \right] \frac{38}{38} \left[ \frac{45}{45} \text{ или } \frac{15}{60} \right] \frac{18}{72} \left[ \frac{30}{60} \right] = n_{ШП, П}$$

$B_1$ 
 $B_2$ 
 $B_3$ 
 $B_4$



**2.2 сурет. 16K20 станогының құрылымдық схемасы**

Д — көпкірмелі бұрамаларды кесуді қамтамасыз етуге арналған созылмалы механизм;  $B_1$  — шпиндель айналуының басты қозғалысы;  $P_2$  — бойлық бағытпен суппорттың көшірілуі;  $P_3$  — суппорттың көлденең көшірілуі; ХВ — жүрісті винт; РМ — төрткілдеш механизм; ОМ — озбалы муфта;  $M_1$  — басты қозғалыс қозғалтқышы;  $M_2$  — жылдамдатылған беріс;  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  және  $P_4$  — жалғастырушы редукторлар

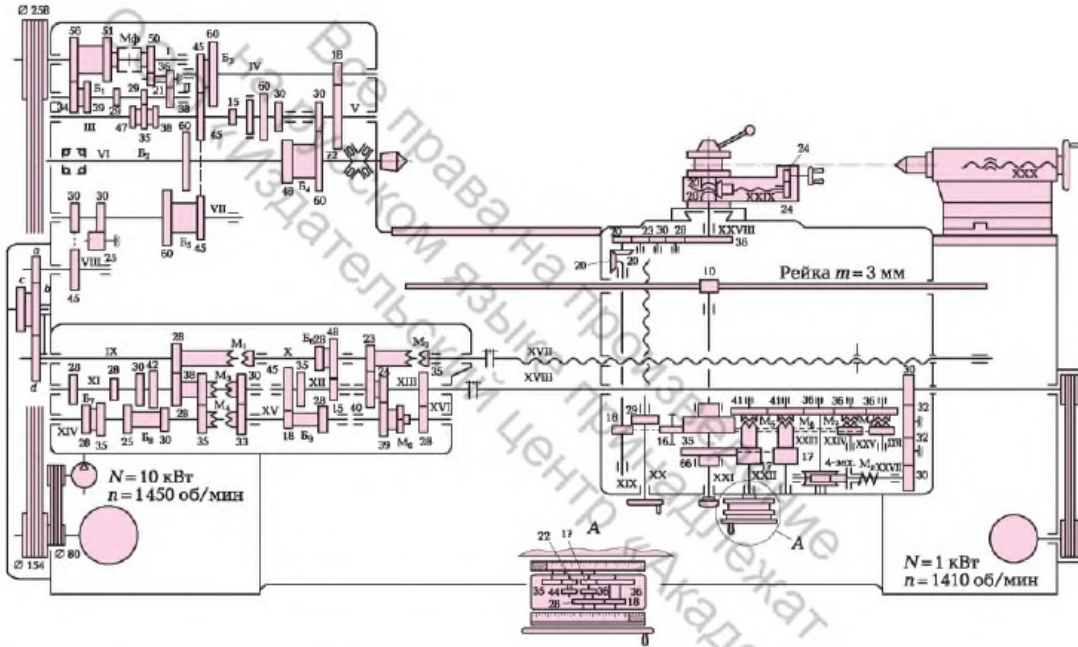


**2.3 сурет. 16K20 моделді жонғы-винткесіш станок:**

1 және 3 — артқы және алдыңғы тапал тіреу; 2 — тұғыр; 4 — қорғаныс қамтамасы; 5 — жылдамдық қорабымен алдыңғы басша; 6 — басқару пульті; 7 — беріс қорабы; 8 — шпиндель; 9 — алжапқыш; 10 — бойлық суппорт; 11 — көлденең жылжыма; 12 — кескіш ұстаушы; 13 — жоғарғы жылжыма; 14 — жүрісті винт; 15 — жүрісті білік; 16 — артқы басша



2.4. сурет. 16K20 моделді жонғы-винткескіш станоктың кинематикалық схемасы



Жонғы өңдеуі кезінде суппорттарға беруге баптау және стандартты бұрамаларды кесу беріс қорабы  $i_s$  механизмдері мен блактарының ажыратып қосылумен және ауыспалы тісті дөңгелектердің  $i_x$  ауыстоп баптауларымен жасалады. Арнайы және дәл бұрамаларды кесу ауыспалы тісті дөңгелектердің ғана ауыстоп баптауларымен, беріс қорабындағы ажыратып қосу механизмінен өтіп жасалады, сонымен қатар, шпиндельдің бір айналымы жүрісті винттің

$\frac{t_H}{t_{XB}}$  айналымына сәйкес келуі керек, ал мұндағы  $t_H$ — кесілетін бұраманың қадамы,  $t_{XB}$ — жүрісті винттің қадамы.

Қадамы ұлғайтылған ( $t_H > 12$  мм) бұраманы кесу үшін қадамды ұлғайту буыны қолданылады. Көпкірмелі бұрамаларды кесу үшін шпиндель Д дискіде (2.2 суретке назар ауд.) бөлу шамасына бұрылады.

Жонғы өңдеуге баптау кезінде шпиндель және төрткілдеш тістірегіш тізбектің ақырғы буындары болып табылады. Шпиндельдің бір айналымы төрткілдеш тістірегіштің  $\frac{S}{(nmz)}$  айналымдарына сәйкес келуі тиіс, ал мұндағы  $S$  — беріс, мм/айн.;  $m$  — модуль;  $z$  — төрткілдеш тістірегіштің тістер саны.

Шептік жинастырудың мамандандырылған жонғы-маңдайша станоктар аз сериялы және сериялық өндірісте үлкен диаметрлі және аз ұзындықты (диск, ернемек, тығырық секілді) бөлшектерді өңдеу үшін қолданылады.

## **2.3. РЕВОЛЬВЕРЛІ ТОКАРЛЫҚ СТАНОКТАР**

Жонғы-револьверлі станоктарда барлық негізгі жонғы операцияларын сериялы және ірі сериялы өндірісте орындауға болады. Шыбықшаны орнатып, бекіту үшін серіппелі болаттан жасалған цаңгалар пайдаланылады (2.5 сурет).

Кіші өлшемді станоктарға шыбықшалы, орташа шыбықшалы, қысқылы және ірі қысқылылар жатады.

Жонғы-револьверлі станоктардың жүрісті винті және артқы басшасы болмайды. Бойлық суппортта револьверлі бастиек орнатылады.

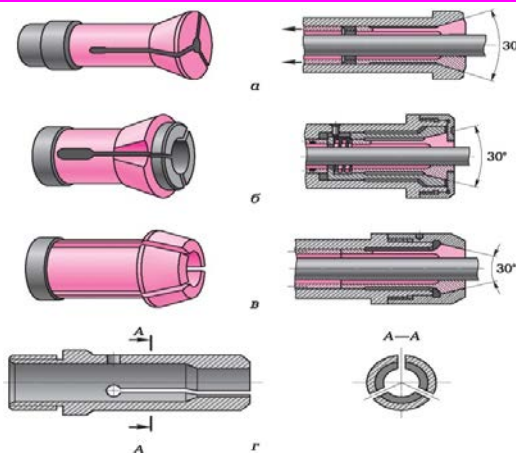
1П365 модельді жонғы-револьверлі станоктар 2.6 суретте көрсетілен. Бұл станок ірі сериялы өндірісте пайдаланылады. Негізгі жонғы суппорттан басқа оның тік айналмалы осі бар алтыпозициялық револьверлі бастиектен тұратын револьвер

суппорты бар. Дайындама орнатылымы цангада немесе қысқыда жасалады.

### 1П365 модельді станоктың техникалық сипаттамалары

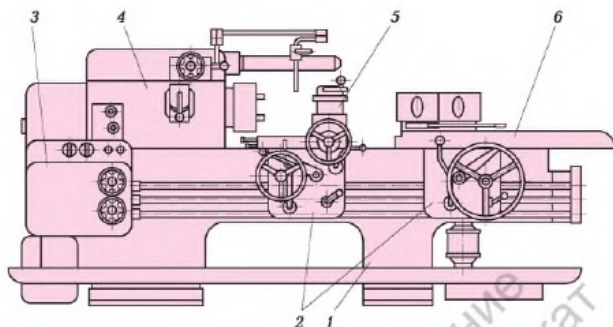
Өңделетін шыбықшаның ең үлкен диаметрі,  
 ММ.....65  
 Дайындаманың ең үлкен диаметрі:  
 тұғыр үстіндегі,  
 ММ .....500  
 суппорттағы,  
 ММ .....320

Бөлшектерді өңдеу жонғы-револьверлі станоктарда таяныштар бойынша жасалады. Суппорттар дәйекті немесе параллель жұмыс істей алады. Әрбір суппорттың бөлек және араларында екі суппорттың да көшірілуін бөлек электрлік қозғалтқыштан жылдамдату үшін орналасқан бір ортақ жүрісті білігі бар болады.



**2.5. сурет. Цангалар:**

а — кермелі; б — қозғалмайтын; в — жылжымалы; г — беруші



**2.6 сурет. 1П365 модельді жонғы-револьверлі станок:**

1 — тұғыр; 2 — алжапқыштар; 3 — беріс қорабы; 4 — жылдамдық қорабымен алдыңғы басша корпусы; 5 — көлденең суппорт; 6 — револьверлі бастиектің суппорты

## **2.4. БҰРҒЫЛАУШЫ-КЕҢЕЙЖОНУ ТОБЫНЫҢ СТАНОКТАРЫ**

Тік-бұрғылайтын станоктар өнеркәсіптің барлық салаларында жеке және көп ұсақ сериялы өндірісте (жөндеу-механикалық, инструменталдық және басқа зертханаларда, шеберханада, цехтар және т.б.) бұрғылау, кеңейте бұрғылау, үңгілеу, ұңғылау, шенжонғылау және бұраманы бұранойғышпен кесу үшін қолданылады. Өндірістің түріне байланысты бұл станоктарға түрлі талаптар қойылады:

- әмбебаптылығы бойынша (әмбебап және мамандандырылған);
- өнімділігі;
- дәлдігі (қалыпты және жоғары);
- механизация және автоматтандырылу деңгейі (автоматты, жартылай автоматты, бағдарламалық басқарумен, шпиндельдің механикалық және қолмен берісімен);
- жұмыс істейтін шпиндель санымен ( бір және көп шпиндельді);

- үстел типі (сандық бағдарламалық бақылауы бар станоктардағы әдеттегі, айналмалы немесе қайырмалы, тербеліс денесіндегі қалқымалы және айқарлы үстелмен);
- жинастыруы («Кронштейн» (2.7, а сурет) типті және «Агрегат» типті (2.7, б сурет).

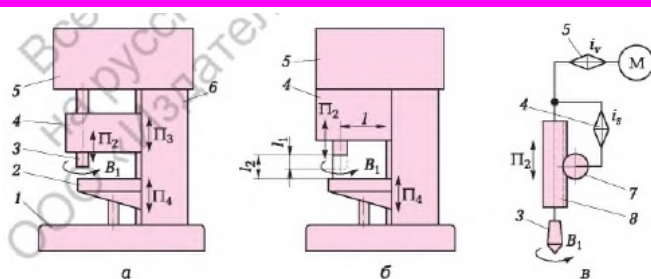
Тік-бұрғылайтын станоктардың құрылымдық схемасы 2.7, в суретте көрсетілген.

Тік-бұрғылайтын станоктардың негізгі параметрлеріне жататындар:  $d_{\text{усл}}$  — 3; 6; 9; 12; 18; 25; 35; 50 және 75 мм тең, ГОСТ 1227 — 79 бойынша 45 шыңдалмаған болаттың ең үлкен бұрғылау диаметрі;  $l$  — шпиндельдің шығымы (шпиндель осьінен бағанаға дейінгі арақашықтық), мм;  $l_1$  — шпиндельдің ең үлкен жүрісі;  $l_2$  — шпиндель қапталынан үстелге дейінгі максимал арақашықтығы, мм.

Мұндай станоктар ірі сериялы және жаппай өндірісте бір бөлшектегі әр түрлі диаметрлі саңылауларды дәйекті бұрғылау немесе бір саңылауды түрлі құралдармен өңдеу үшін қолданады.

Тік-бұрғылайтын станоктардың негізгі қозғалыстарына жататындар:  $\Phi_v (B_1)$  — шпиндельдің айналуы (негізгі қозғалыс);  $\Phi_s (П_2)$  — шпиндельдің тік көшірілуі (беріс);  $Уст_1 (П_3)$  — беріс қорабының бекітіетін қозғалысы;  $Уст_2 (П_4)$  — үстелдің бекітетін қозғалысы.

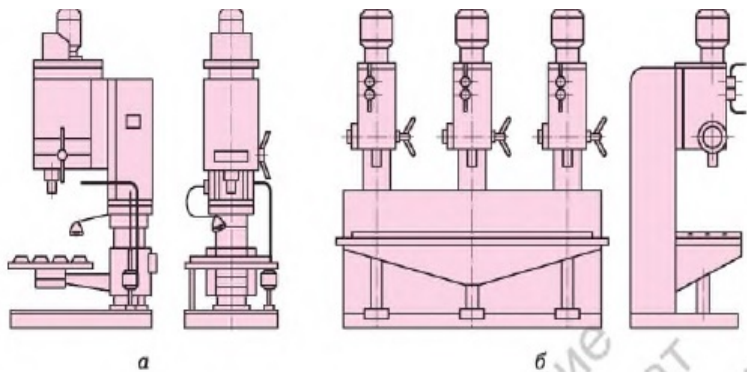
2Н118, 2125 және 2135 тік-бұрғылайтын станоктардың базалық модельдері болып табылады. осы модельдердің негізінде түйін модификациясымен әр түрлі станоктар шығарылады, мысалы 2Н118А — шпиндельдің автоматты көшірілуімен; 2Н118Л — төмендегітілген күштік сипаттамаларымен (жеңілдетілген); 2Н118С — көп шпиндельді бастиктерді орнату үшін, 2Н118Н — үстелсіз станоктар; 2Н118-2, 2Н118-4 — көпқатарлы (2.8 сурет) станоктар ( соңғы саны бағаналар санын білдіреді).



**2.7 сурет. Тік-бұрғылайтын станоктардың жинастыруы:**

а — «Кронштейн» типті; б — «Агрегат» типті; в — станоктың құрылымдық схемасы; I — табаны; 2 — үстел; 3 —

шпиндель; 4 — беріс қорабы; 5 — жылдамдық қорабы ( шпиндель бастиегі); 6 — тіреу; 7 — төрткілдеш тістіреуіш; 8 — шпиндель күпшесі



## 2.8 сурет. Тік-бұрғылайтын станоктар:

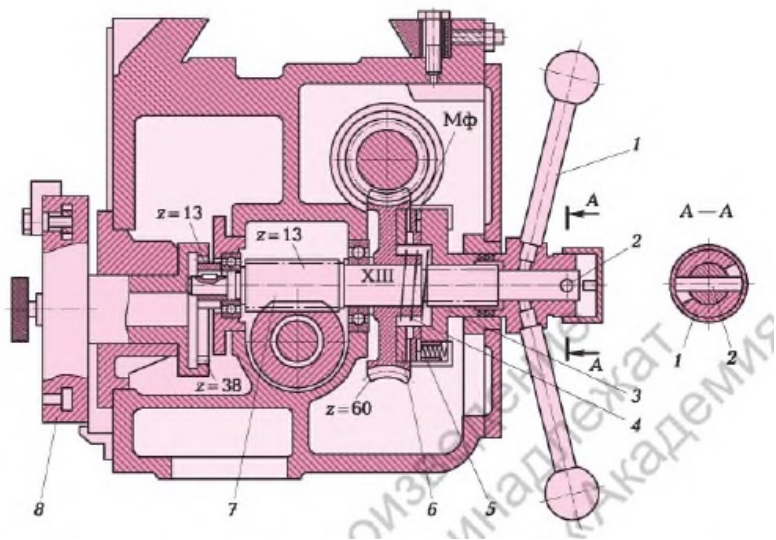
а — бір қатарлы; б — көп қатарлы.

Шпиндельдің тік көшірілу механизмінде (2.9 сурет) тұтқа 1 "өзіңе қарай" бұрумен сұққыш 2 және төрткілдеш тістірегiш  $z = 13$  арқылы шпиндель қолмен төменге көшіріледі. Құрал өңделетін бөлшекке тірелген уақытта, тұтқаның 1 кейінгі бұрылуы сұққыш 2 пен күпшек "g" арасындағы саңылау көмегімен  $20^\circ$  жасалады. Сонымен бірге, "а" шығыңқысы "б" шығыңқысын табады және оң жартылай муфта 3 солға солға көшіріліп, айналмалы бұрамдық дөңгелекпен  $z = 60$  қатаң жалғасқан сол жартылай муфтамен 7 байланысады. Тұтқамен 1 шпиндельдің жылдамдатылған көшірілуі қапқыштың 5 шаппа дискісіне 6 қарай сырғанауының көмегімен іске асады. Лимб 8 айналуы білікке 7 қондырылған тістірегiштiң  $z = 38$  ішкі тістерімен бекітілген тістірегiшпен  $z = 13$  жасалады.

Радиалдық- бұрғылау станоктары тік-бұрғылау станоктары атқаратын бірдей операцияларды орындауға арналған, дегенмен, олар айтарлықтай әмбебап және дамыған кинематикасы бар.

Радиалдық- бұрғылау станоктарының негізгі пішін қалыптастырушы қозғалыстары:  $\Phi_v (B_1)$  — шпиндельдің айналуы (негізгі қозғалыс);  $\Phi_S (B_2)$  — шпиндельдің тік көшірілуі (беріс) ;  $Уст_1 (B_3)$  — траверсаның тік көшірілуі;  $Уст_2 (B_4)$  — траверса бойынша шпиндель басшасының көлденең көшірілуі;  $Уст_3 (B_5)$  — траверсаның бұрылуы ( 2.10 сурет).

Шпиндель басшасы немесе кейбір станоктардың траверсасы тік жазықтықта  $90^\circ$  бұрыла алады. Үстелдегі дайындама қозғалыссыз орнатылады, ал көлденең жазықтықтағы құрал шпиндель басшасы 5 және



**2.9 сурет. Тік-бұрғылайтын станоктарда шпиндельді көшіру механизмі:**

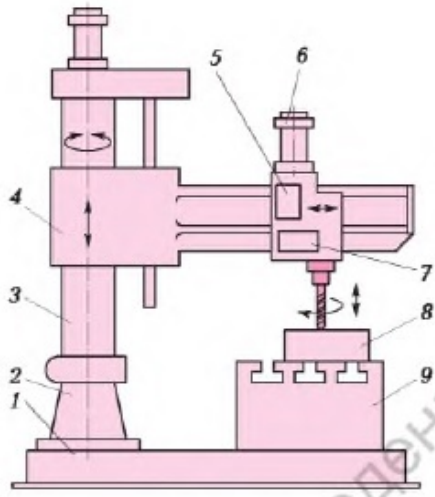
1 — күшпекті тұтқа; 2 — сұққыш; 3 — оң жартылай муфта; 4 — серіппе; 5 — қапқыш; 6 — шаппа дискілі жартылай муфта; 7 — білік; 8 — лимб; Мφ — муфта

тіреумен 3 траверса бұрылысы 4 қозғалысымен оған қарай көшіріледі, сондықтан радиалдық- бұрғылау станоктарында ірі габаритті конустық бөлшектерді өндеуге болады.

Шпиндельді қолмен көшіру (2.11 сурет) босденелі біліктің 15 тістірегіш  $z = 13$  тұтқалармен 9 бірге бастиек 8 және тісті орнықтырғышпен бекітілген, эксцентрікті төлкесі бар бұру батырмасымен бұрғылаудың белгілі бір деңгейіне орнатылған лимбпен 5 айналуы арқылы жүзеге асырылады. "Өзіне қарай" тартылған батырмада 7 тіреу 3 берісті сөндірмей роликтің 4 жанынан соқпай өтеді.

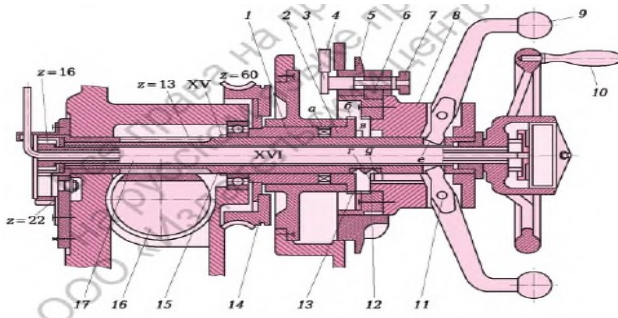
Шпиндельдің автоматты берісі тұтқалардың 9 осьтермен 11 "өзіне қарай" бұрылуымен іске асады. Иінтіректің қысқа иіндері біліктің 15 "е" ойықтарына тіреледі, сол себепті бастиек 8 солға, муфта 13 "б" және "в" тістерімен қосылады, ал құрсама 2

айналмалы бұрамдық дөңгелекпен  $14 z = 60$  бекітілген күшшекпен 1 "а" жұдырықшалары арқылы көшіріледі. Муфтаның қосылу және өшірілу жағдайының фиксациясы 13 бастиекке 8 бекітілген "г" және "g" ойықтарына кіретін серіппелі кілтке арқылы жасалады.



**2.10 сурет. Радиалдық- бұрғылау станогі:**

1 — табаны; 2 — қозғалыссыз бағана; 3 — бұрылатын тіреу; 4 — траверса; 5 — шпindelдік басша; 6 — негізгі қозғалыстың электрлік қозғалтқышы; 7 — беріс қорабы; 8 — өңделетін бөлшек; 9 — қосымша үстел



**2.11 сурет. Тарверса бойынша шпindel мен шпindelдік басшаның көшірілу механизмі:**

1 — күшшек; 2 — құрсама; 3 — тіреу; 4 — ролик; 5 — лимб; 6 — тісті фиксатор; 7 — батырма; 8 — бастиек; 9 — тұтқа; 10 —



сермер; 11 — ось; 12 — серпілмелі кілтек; 13 — муфта; 14 — бұрамдық дөңгелек; 15 — босденелі білік; 16 — шпиндель гильзасы; 17 — білік

Траверса бойынша шпиндель бастиегінің көшірілуі тісті дөңгелекті  $z = 16$  білік 17 сермерінің 10 және төрткілдеш тістіреуіштің  $z = 22$  айналуымен жасалады.

## 2.5. КӨЛДЕНЕҢ БҰРҒЫЛАУ - КЕҢЕЙЖОНУ СТАНОКТАРЫ

---

Көлденең- бұрғылайтын станоктар әдетте терең саңылауларды  $l/d \geq 15$  қатынасымен өңдеуге қолданылады. Станоктардың құрылымы олардың габаритті өлшеміне, дайындама массасына және өндіріс масштабына байланысты. Жинастыру бойынша көлденең-кеңейжону станоктары бір- және екіжақты болып келеді. Кіші диаметрлі және ұзындығы 1000 мм саңылауларды бұрғылауға арналған станоктарда айналым дайындамаға, ал түсетін қозғалыстар ( беріс) құралға қойылады.

Үлкен диаметрлі саңылауларды өңдеу үшін дайындаманы қозғалтпайтын орнатылымы бар көлденең- бұрғылайтын станоктар пайдаланылады, ал айналым мен беріс құралға тапсырылады.

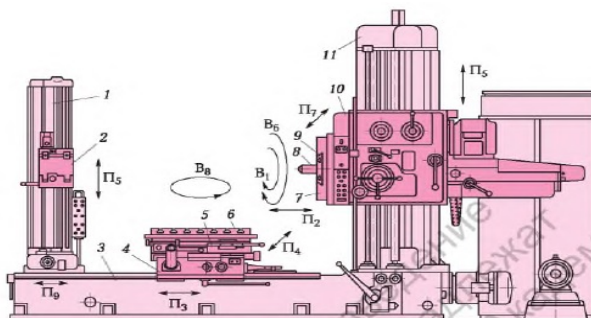
Көлденең-кеңейжону станоктары ( 2.12 сурет) аса әмбебап болып табылады. Олар ұсақ сериялы және сериялы өндірісте қолданылады. Олардың ерекшелігінің сипатына осьтік айналымды көлденең орналасқан шпиндельдің болуы жатады. Ал шпиндельде соңғы құралдары, құралбіліктер, борштангалар немесе кеңейжону біліктерін бекітуге арналған патрондар орнатылады.

Көлденең-кеңейжону станоктарының негізгі параметрлері болып шпиндель диаметрі (65; 95; 125; 160; 220; 280 мм және одан да көп) және үстел ені (800; 1 120; 1 600; 2 000 мм және одан да көп) жатады.

Көлденең-кеңейжону станоктарында үстіңгі беттерді фрезерлеу, бұрғылау, кеңейжону, үңгілеу және саңылауларды ұңғылауға, ішкі бұрамаларды кескішпен кесу, үлкен емес ұзындықты сыртқы цилиндрлік беттерді бунау, қапталдарды кесуге және т.б. болады. Жұмыс органдарын 0,01...0,05 мм шегінде көшіру дәлдігіне баптаулар оптикалық құрылғылар бойынша жүргізілетін бақылаумен жасалады.

Шпиндель диаметрі 125 мм дейінгі кеңейжону станоктары қозғалмайтын алдыңғы тіреумен және бойлық және көлденең бағытта көшірілетін айналмалы үстелмен дайындалады.

Көлденең-кеңейжону станоктарының ең көп таралған модельдеріне 2620, 2620А, 2622 және 2622А станоктары жатады.



## 2.12. сурет. Көлденең-кеңейжону станогі:

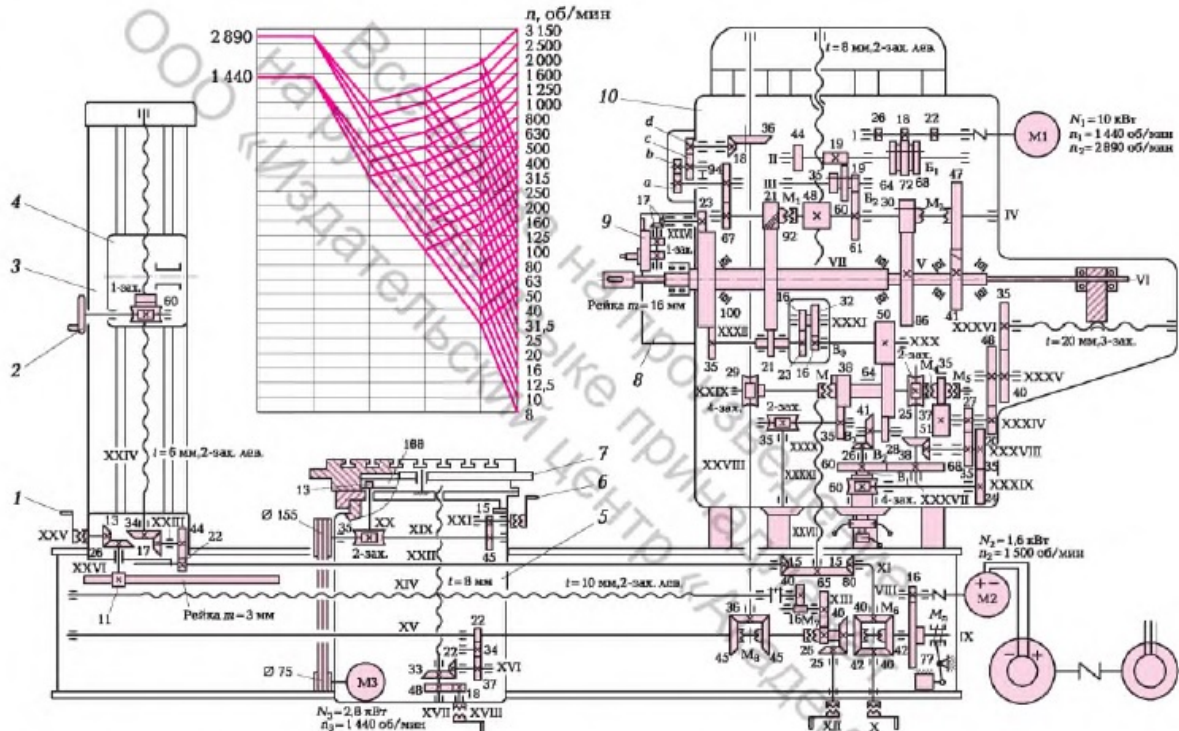
1 — артқы тіреу; 2 — сүйеніш; 3 — тұғыр; 4 — көлденең жылжыма; 5 — бойлық үстел; 6 — бұрылмалы үстел; 7 — қысқұрылғы; 8 — шпиндель; 9 — кескішұстағыш радиалды суппорт; 10 — шпиндельді басша; 11 — алдыңғы тіреу

Шпиндель диаметрі 125 мм асатын ауыр кеңейжону станоктарының бір немесе екі бағытта қозғалмайтын үстелге қарай көлденең көшірілетін алдыңғы тіреуі бар.

Кеңейжону станоктарында негізгі пішін қалыптастырушы қозғалыстар:  $\Phi_v (B_1)$  — шпиндельдің айналуы (негізгі қозғалыс);  $\Phi_{S_1} (П_2)$  — шпиндельдің ось бойымен көшірілуі (беріс);  $\Phi_{S_2} (П_3)$  — үстелдің көлденең көшірілуі;  $\Phi_{S_3} (П_4)$  — үстелдің бойлық көшірілуі;  $\Phi_{V_2} (П_7)$  — қысқұрылғының айналуы;  $\Phi_{S_4} (П_7)$  — суппорттың радиал көшірілуі;  $Уст_1 (П_5)$  — шпиндель басшасының тік көшірілуі ( $\Phi_{S_5} (П_5)$  — фрезерлеу және сүйеу кезінде — борштанга көмегімен саңылауларды өңдеу кезінде болуы мүмкін);  $Уст_2 (B_8)$  — үстелдің бұрылуы;  $Уст_3 (П_9)$  — артқы тіреудің сүйенішпен көшірілуі.

Негізгі қозғалыс — шпиндельдің айналуы (2.13 сурет) электрлік қозғалтқыштан муфта арқылы Мф2 орындалады, ал қысқұрылғының муфта Мф1 арқылы айналуы, беріс қозғалысы М2

электрлік қозғалтқышынан сақтандырғыш муфта М<sub>п</sub> арқылы IX білікке және содан соң XXVIII білікке муфта Мф5 арқылы үшкірісті винтке XXXVI t=20 мм қадаммен, ал бұраманы кесу болса шпindelден ауыспалы тісті дөңгелектердің ауыстобы  $\frac{a}{b} \frac{c}{d}$  арқылы және кейін муфта Мф5 арқылы орындалады.



2.13 сурет. 2620А модельді көлденең-кеңейту станогінің кинематикалық схемасы.

Радиалды суппорт 9 қозғалмай ХХХ білікте қысқұрылғымен 8 тістірегіштің синхронды айналымы  $z = 100$  кезінде қозғалыссыз күйде болады. Муфтаның Мф3 қосылуымен айналым планетелік механизм және т.б. арқылы  $\frac{64}{50}$  тістірегішке беріледі.

Үстелдің көлденең берісі 6 біліктен XV, ал үстелдің бойлық берісі 7 біліктен XIV орындалады. Үстелдің айналуы 7 бөлек электрлік қозғалтқышпен МЗ іске асады.

Шпиндельдік басшаның 10 және сүйеуіштің тік көшірілуі біліктегі XI муфта Мф6 арқылы және білікке XI, ал содан кейін екікірмелі винтке ХХVII  $t = 8$  мм қадаммен және винт ХХIV  $t = 6$  мм қадаммен жүзеге асырылады.

## **2.6. ФРЕЗЕРЛЕУ СТАНОКТАРЫ**

### **2.6.1. Консольды және консольсыз көлденең және тік фрезерлеу станоктары**

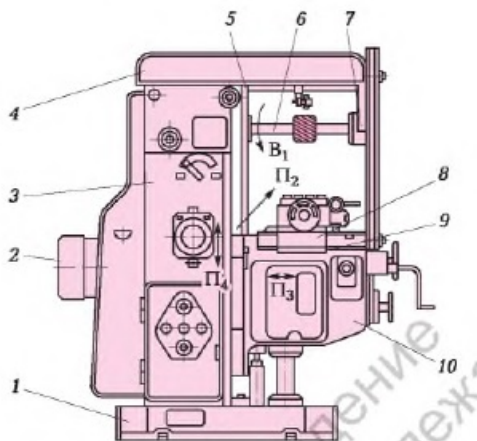
Фрезерлік станоктар көлденең, тік және көлбеу, сыртқы және ішкі, тегіс және пішінді беттерді, ойықтарды кесу, тік және винтті бунақтарды өңдеуге, сонымен қатар, төрткілдештің тістерін және тісті дөңгелектерді фрезерлеуге арналған.

Әмбебаптылығы бойынша олар әмбебап (көлденең, тік және бойлық-фрезерлік станоктар) және мамандандырылған (кілттекті, оймакілтекті және айналмашақ-фрезерлік станоктар) болып бөлінеді.

**Көлденең консольді-фрезерлік станоктар** үстелдерді орнату үшін және оларды тік көшіру үшін арналған (2.14 сурет), көлденең орналасқан шпиндель және консольмен сипатталады.

Консольді-фрезерлік станоктардың негізгі пішін қалыптастырушы қозғалыстары болып табылады:  $\Phi_v$  ( $B_1$ ) — шпиндельдің айналуы (негізгі қозғалыс);  $\Phi_{S_1}$  ( $\Pi_2$ ) — үстелдің бойлықпен көшірілуі (беріс);  $\Phi_{S_2}$  ( $\Pi_3$ ) — үстелдің көлденең көшірілуі;  $\Phi_{S_3}$  ( $\Pi_4$ ) — консольдің тік көшірілуі.

Фрезерлік станоктардың негізгі параметрлері болып  $\varphi = 1,26$  қатар бөлімі арқылы интервалмен бойлық үстел енінің нөмірі болып табылады (2.12 кесте).



2.14 сурет. Көлденең консольді-фрезерлік станок:

1 — табаны; 2 — негізгі қозғалыс жетегі; 3 — тұғыр; 4 — тұмсық; 5 — шпиндель; 6 — жонғышты құралбілік; 7 — шығыршық; 8 — бойлық үстел; 9 — жылжыма; 10 — консоль

Көлденең - фрезерлік станоктардың бірнеше модификациясы бар: көлденең модельді 6P82Г, әмбебап модельді 6P82, кең әмбебап модельді 6P82Ш және жылдам жүрісті модель 6P82Б.

Әмбебап станоктардың арнайы платформада орналасқан бұралатын бойлық үстелі бар. Кең әмбебаптылар (2.15 сурет) шпиндельдің айналым берісімен әмбебап бастиекпен және оны әр түрлі бұрыштармен екі өзара перпендикуляр осьтермен орнату мүмкіндіктерімен жабдықталған. Жылдам жүрісті станоктар жеңіл қорытпадан жасалатын дайындамаларды өңдеу үшін арналған.

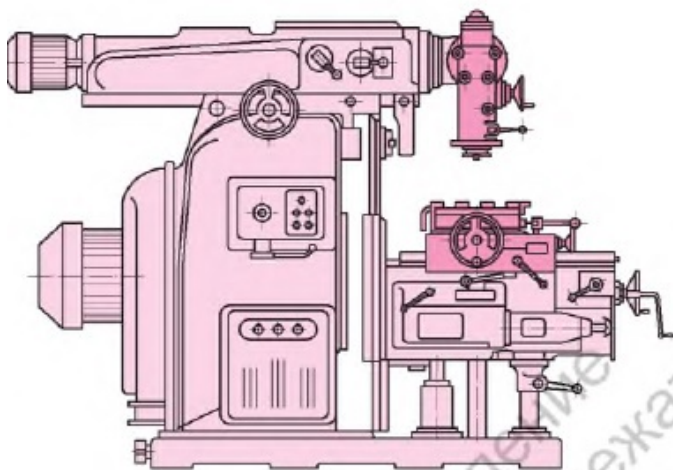
Тік-фрезерлік станоктардың құрылымдық ерекшеліктеріне шпиндельдің тік орналасуы жатады.

Консольді тік-фрезерлік станоктардың (2.16 сурет) көлденең-фрезерліктермен бірдей түйіндері ( консоль, үстел, жылжыма, жылдамдық қорабы және беріс қорабы) бар.

Консольді тік-фрезерлік станоктардың негізгі қозғалыстары:

2.12 кесте. Фрезерлік станок үстелінің ені

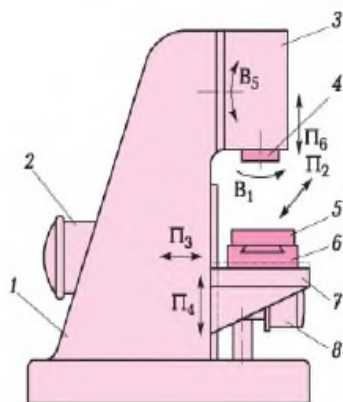
Үстел ені мм	00	25	60	00	2	50	20	00	00	5
Енінің нөмірі					4					8



2.15 сурет. Кең әмбебап фрезерлік станоктың 6M83Ш моделі

$\Phi_v$  ( $B_1$ ) — шпиндельдің айналуы (негізгі қозғалыс);  $\Phi_{S_1}$  ( $\Pi_2$ ) — үстелдің бойлықпен көшірілуі (беріс);  $\Phi_{S_2}$  ( $\Pi_3$ ) — жылжыманың көлденең көшірілуі;  $\Phi_{S_3}$  ( $\Pi_4$ ) — консольдің тік көшірілуі. Орындалатын көшірулер:  $Уст_1$  ( $B_5$ ) — фрезерлік бастиектің  $\pm 30^\circ$  бұрылуы;  $Уст_2$  ( $\Pi_6$ ) — күпшенің шпиндельмен 50...100 мм осьтік көшірілуі.

**Консольсіз фрезерлік станоктардың** (2.17 сурет) екі координата бойымен көшірілетін айқарлы үстелі бар. Бұл станоктар әдетте қаралтым сыдырма жұмыстарында қолданылады.

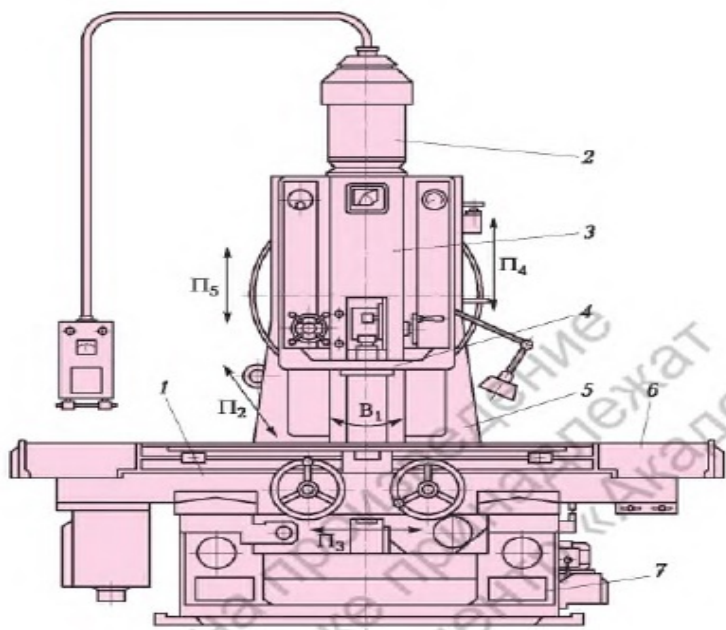


---

**2.16 сурет. Консольді тік-фрезерлік станоктың жинастыруы:**

1 — тұғыр; 2 — негізгі қозғалыс жетегі; 3 — фрезерлік бастиек; 4 — шпиндель; 5 — бойлық үстел; 6 — жылжымалар; 7 — консоль; 8 — беріс жетегі





**2.17 сурет. Консольсіз фрезерлік станок:**

1 — жылжымалар; 2 — негізгі қозғалыс жетегі; 3 — фрезерлік бастиек; 4 — шпиндель; 5 — тіреу; 6 — бойлық үстел; 7 — тұғыр

Консольсіз фрезерлік станоктардағы негізгі пішін қалыптастырушы қозғалыс :  $\Phi_v (B_1)$  — шпиндельдің айналуы (негізгі қозғалыс);  $\Phi_{s_1} (\Pi_2)$  — үстелдің бойлықпен көшірілуі (беріс);  $\Phi_{s_2} (\Pi_3)$  — үстелдің көлденең көшірілуі. Орындалатын қозғалыстар:  $U_{c_1} (\Pi_4)$  — фрезерлік бастиектің тік көшірілуі;  $U_{c_2} (\Pi_5)$  — шпиндель гильзасының орнатылма көшірілуі.

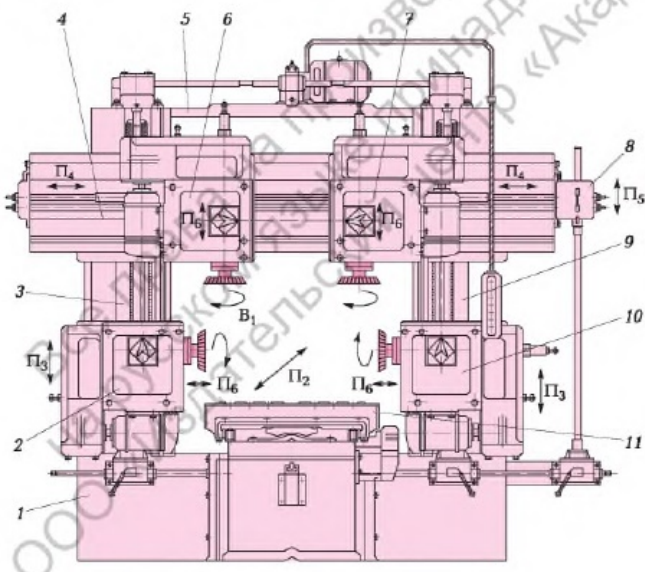
Фрезерлік бастиек шпиндельдің жеке айналма жетектерімен өзіндік түйін болып табылады және тік бағыттағы тіреудің бағыттаушылары бойынша көшіріле алады.

Консольсіз фрезерлік станоктардың техникалық мүмкіндіктері консольділерге қарағанда төменірек, өйткені онда тік берісті консол жоқ және қатандығы жоғары.

Консольсіз фрезерлік станоктарда өңдеу негізінен қапталдық фрездермен жасалады. Станоктар үстелдің 250...1000 мм енімен орындайды.

## 2.6.2. Бойлық фрезерлеу станоктары

Бойлық-фрезерлік станоктар (2.18 сурет) ірі габаритті бөлшектердің бетін үш жағынан ( бүйір және жоғары) өңдеуге мүмкіндік береді. Мұндай станоктардың үстелі ені 320...5000 мм болуы мүмкін. Бейіндік-фрезерлік станоктар екі қызметте шығарылады: бір және екі тіреулі. Үстел бойлық бағытымен жүрістің 2000 мм дейінгі ұзындығында механикалық немесе гидравликалық тартқышты механизммен көшіріледі. Үстелдің және фрезерлік бастиектің көшірілуінің қиылысу жолымен әр түрлі қисық сызықты жазықтықтарды өңдеуге болады. Сонымен қатар, станокта өңдеу бөлшектің кері бағытта жазықтығынан 1 мм бос жүріс кезіндегі фрезаларды кері серпілту құрылғысы бар.



2.18 сурет. Бойлық-фрезерлік станок:

1 — табан (тұғыр); 2 — сол көлденең фрезерлік бастиек; 3 — сол тіреу; 4 — траверса; 5 — портал; 6 — сол тік фрезерлік бастиек; 7 — оң тік фрезерлік бастиек; 8 — беріс қорабы; 9 — оң тереу; 10 — оң көлденең фрезерлік бастиек; 11 — үстел

Траверсада тік және тіреуде көлденең орнатылған фрезерлік бастиектердің жеке айналуы жетектері бар.

Бойлық-фрезерлік станоктардың негізгі пішін қалыптастырушы қозғалыстары:  $\Phi_v (B_1)$  — шпиндельдің айналуы (негізгі қозғалыс);  $\Phi_{S_1} (П_2)$  — үстелдің бойлықпен көшірілуі (беріс);  $\Phi_{S_2} (П_3)$  — көлденең фрезерлік бастиектердің тік көшірілуі. Орындалатын қозғалыстар:  $Уст_1 (П_5)$  — траверсаның тік көшірілуі;  $Уст_2 (П_6)$  — шпиндельдің осьтік көшірілуі.

Станоктардың технологиялық мүмкіндіктерін кеңейту үшін фрезерлік бастиектердің орнына ажарлау орнатылуы мүмкін.

### 2.6.3. Үздіксіз фрезерлеу әдісімен жұмыс істейтін фрезерлеу станоктары

Токтаусыз фрезерлеу әдісімен жұмыс істейтін фрезерлік станоктарға құюлы, қапталған және таңбаланған дайындама жазықтықтарын өндеуге арналған айналмашақты-фрезерлік (2.19 сурет) және барабанды-фрезерлік (2.20 сурет) станоктар жатады.

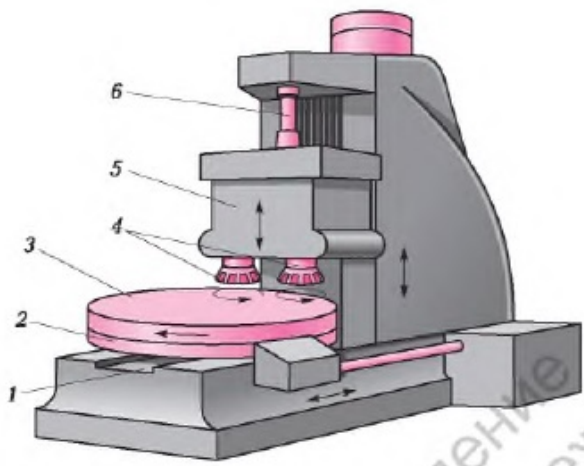
**Айналмашақты-фрезерлік станоктардың** айналым шамасы бойынша дайындамалар токтаусыз айналмалы беріспен тісті дөңгелектердің ауыспалы ауыстобымен бапталатын  $S_{кр} = 63...800$  мм/мин шегінде өңделетін дөңгелек үстелі бар.

Үстелдің айналу жиілігі  $n_2 = S_{кр}/(\pi D_p)$ , мұндағы  $D_p$  — дайындама үстеліндегі есептік диаметр. Өңделген бөлшекті алу және келесі дайындаманы орнату станоктың жұмыстан тыс уақытында орындалады.

Айналмашақты-фрезерлік станоктардың негізгі пішін қалыптастырушы қозғалыстары:  $\Phi_v (B_1)$  — шпиндельдің айналуы (негізгі қозғалыс);  $\Phi_{S_1} (B_2)$  — үстелдің айналуы (дөңгелек беріс). Орындалатын қозғалыстар:  $Уст_1 (П_3)$  — « $D_p$ » - ға орнату үшін жылжыманың көшірілуі;  $Уст_2 (П_4)$  — фрезерлік бастиектің тік көшірілуі;  $Уст_3 (П_5)$  — шпиндель гильзасының осьтік көшірілуі (фрезерлеудің түбіне орнату).

Станоктардың 600 мм дейінгі фреза диаметрімен бір таза, ал ал 320 мм дейінгі фреза диаметрімен басқа қаралтымды бір, екі немесе үш шпинделі болуы мүмкін.

**Барабанды фрезерлік станоктардың** дайындамаларды орнатуға және бекітуге арналған жабдықтармен көлденең осьпен айналмалы барабаны 2 (2.20 суретке назар ауд.) болады. Фрезерлік бастиектер 1 станоктың

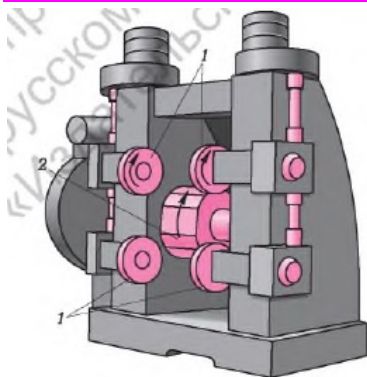


2.19 сурет. Айналмашақты-фрезерлік станок:

1 — тұғыр; 2— дөңгелек үстел; 3 — өңделетін бөлшек; 4 — фрезерлік шпиндельдер; 5 — фрезерлік бастиек; 6 — негізгі жетек

порталмен өзара байланысқан бағыттаушы тіреулерінде орналасқан.

Барабанды- фрезерлік станоктардың негізгі қозғалыстарына шпиндельдің айналуы және барабанның дайындамалармен (айналма



2.20 сурет. Барабанды-фрезерлік станок:

1 — фрезерлік бастиектер; 2 — барабан

беріс) айналуы; бағыттаушы тіреу бойынша фрезерлік бастиектердің тік көшірілуі; шпиндель гильзаларының осьтік көшірілуі жатады.

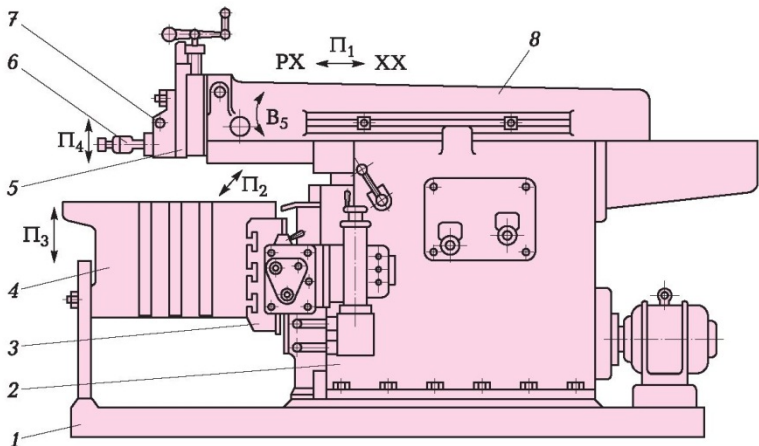
## 2.7 СҮРГІЛЕУ ТОБЫНЫҢ СТАНОКТАРЫ

### 2.7.1. Көлденең сүргілеу станоктары

Сүргілеу станоктары үстіңгі қабатты сүргілеу кескіштерімен өңдеу үшін арналған.

Станоктың құралының қозғалысы қайтымды-ілгерілемелі (кесу жүзеге асырылатын «РХ» жұмыс жүрісі, және құрал бастапқы қалпына келетін «ХХ» кері жүрісі). Қозғалысының сипаты үзілмелі болғандықтан олардың өнімділігі жоғары болады.

Көлденең-сүргілеу станоктары (2.21.-сурет) ұсақ сериялы және сериялы өндірісіндегі ұсақ және орташа мөлшердегі бөлшектерді өңдеуге арналға. Аталмыш үстелдердің негізгі параметрі болып жықпыл механизмімен немесе жүріс ұзындығы 1 000 мм дейін гидрожетегімен жүзеге асырылатын жүріс ұзындығы 200...400мм шектеріндегі сырғақ табылады.



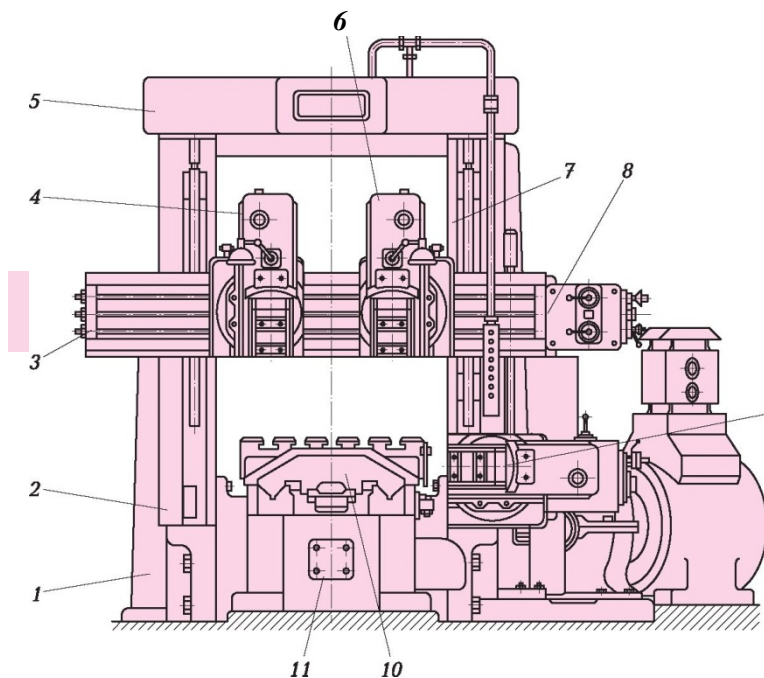
2.21.-сурет.Көлденең-сүргілеу станогы:

1 — табаны; 2 — тұғыры; 3 — траверса; 4 — көлденең үстелі; 5 — суппорт; 6 — кескіш; 7 — қайырмалы тақта; 8 — сырғақ

Көлденең-сүргілеу станоктардың негізгі форма тудырушы қозғалыстары:  $\Phi_M(B_1)$  — сырғақтың құралмен қоса қайтымды-ілгерілемелі қозғалысы;  $\Phi_{s1}(П_2)$  — үстелдің шаппа құрылғысы арқылы үстелдің үзікті көлденең жылжуы;  $\Phi_{s2}(П_3)$  — үстелдің үзікті жылжуы. Тағайындалған қозғалыстары:  $Уст_1(П_4)$  — суппорттың тік жылжуы (кірекесуі);  $Уст_2(B_5)$  — суппортты бұрышқа бұру.

## 2.7.2. Бойлық сүргілеу станоктары

Бойлық-сүргілеу станоктары (2.22-сурет) станокта тізбекті орнатылған ірі габаритті, ұзын және тар қабаттарды немесе бірнеше бөлшектерді бір мезгілде өндеу үшін арналған.



**2.22.-сурет.Бойлық-сүргілеу станогы:**

1 — табаны; 2 — сол жақ тіреу; 3 — траверса; 4 — сол жақ тік суппорты; 5 — портал (арқалық); 6 — оң жақ тік суппорты; 7 — оң жақ тіреу; 8 — суппорттың беріліс қорабы; 9 — оң бүйірлі суппорты; 10 — үстел; 11 — тұғыр

Бойлық-сүргілеу станоктарының өңделетін бөлшектерінің дәлділігі және жазықтылығы жағынан теңдесі жоқ.

Станоктардың негізгі параметрлеріне оларда өңделетін бөлшектердің ең үлкен мөлшерлері жатады (ені  $x$  ұзындығы  $x$  биіктігі). Ең сипатты болып мөлшерлері 600 x 2 000 x 550 до 5 000 x 12 500 x 450 мм-ден басталатын бөлшектерді өңдеуге арналған станоктары табылады.

Бойлық-сүргілеу станоктары бір немесе төрт суппорттарымен және үстелдің жылжу жылдамдығы  $v_c = 4 \dots 8$  м/мин болатын екі орындалымында (бір тіреулі және екі тіреулі) болады. Олардың технологиялық мүмкіндіктерін кеңейту үшін жекелеген суппорттардың орнына ажарлау немесе фрезерлі бастиктерін орнатуға болады.

Көлденең-сүргілеу станоктардың негізгі форма тудырушы қозғалыстары:

$\Phi_v(P_1)$  — үстелдің қайтымды-ілгерілемелі қозғалысы (басты қозғалысы);

$\Phi_{s1}(P_2)$  — бүйірлі суппорттардың тік үзікті жылжуы;

$\Phi_{s2}(P_3)$  — бүйірлі суппорттардың көлденең жылжуы. Бойлық-сүргілеу тобының станоктарындағы тағайындау қозғалыстары:

- $У_{ст1}(P_4)$  — траверсаның тіке жылжуы;

- $У_{ст2}(P_5)$  — суппорттардың қозғалғыш винтінің осінің бойымен қолмен жылжуы;

- $У_{ст3}(B_6)$  — суппортты бұрышпен бұру.

## 2.8. АЖАРЛАУ ТОБЫНЫҢ СТАНОКТАРЫ

### 2.8.1. Жалпы мәліметтер

Ажарлау станоктары өңделген қабатының жоғары дәлдікті, сондай-ақ, шындалған дайындамаларды өңдеу мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Кейде ажарлау өңделетін қабаттардың кедір-бұдырлығын азайту және олардың мөлшерлерінің дәлділігін көтеру үшін бөлшектерді ажарлау шеңберінің көмегімен өңдеудің жалғыз әдісі болып табылады.

Ажарлау станоктары тағайындалымына қарай әмбебап және мамандандырылған болып бөлінеді. Әмбебап ажарлау станоктары дөңгелете ажарлау (центрлік және центрсіз), ішкіажарлағыш, жазық ажарлағыш және үздіксіз ажарлағыш станоктары болып табылады. Мамандандырылған станоктарына бұранда ажарлағыш, тіс ажарлағыш, оймакілтек ажарлағыш, әрлеу ажарлағыш, жануышты (тесіктерді өңдеу үшін), аяғына дейін жеткізуші (жалтыратқыш) және суперфиништі станоктары жатады.

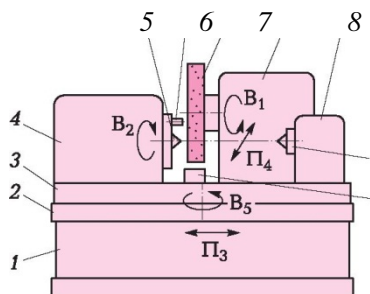
## 2.8.2. Центрілік дөңгелете ажарлау станоктары

Дөңгелете ажарлау станогының құрастыруы 2.23.-суретінде келтірілген. Бұл станоктар цилиндрлі, конусты және қапталды қабаттарын сыртқы ажарлау үшін арналған. Негізгі параметрлері болып өңделетін бөлшектің ең үлкен диаметрі мен ұзындығы табылады.

Дөңгелете ажарлау барысындағы орталықтардағы негізгі қозғалыстары (2.24-сурет):  $\Phi_v(B_1)$  — ажарлау дөңгелегін айналдыру (басты қозғалысы);  $\Phi_{s1}(B_2)$  — өңделетін бөлшекті айналдыру (дөңгелете берісі « $S_{кр}$ »);  $\Phi_{s2}(П_3)$  — бөлшектің осінің бойымен қайтымды-ілгерілемелі жылжуы;  $B_p(П_4)$  — ажарлау дөңгелегінің радиалды жылжуы (кірекесу).

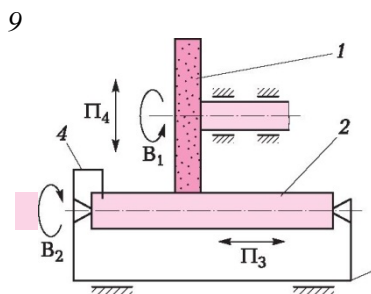
Ажарлау дөңгелегінің айналу жылдамдығы, м/с:

$$v_k = \frac{\pi D n_1}{1000 \cdot 60} = 30 \dots 50$$



2.23.-сурет. Дөңгелете ажарлау станогын құрастыру:

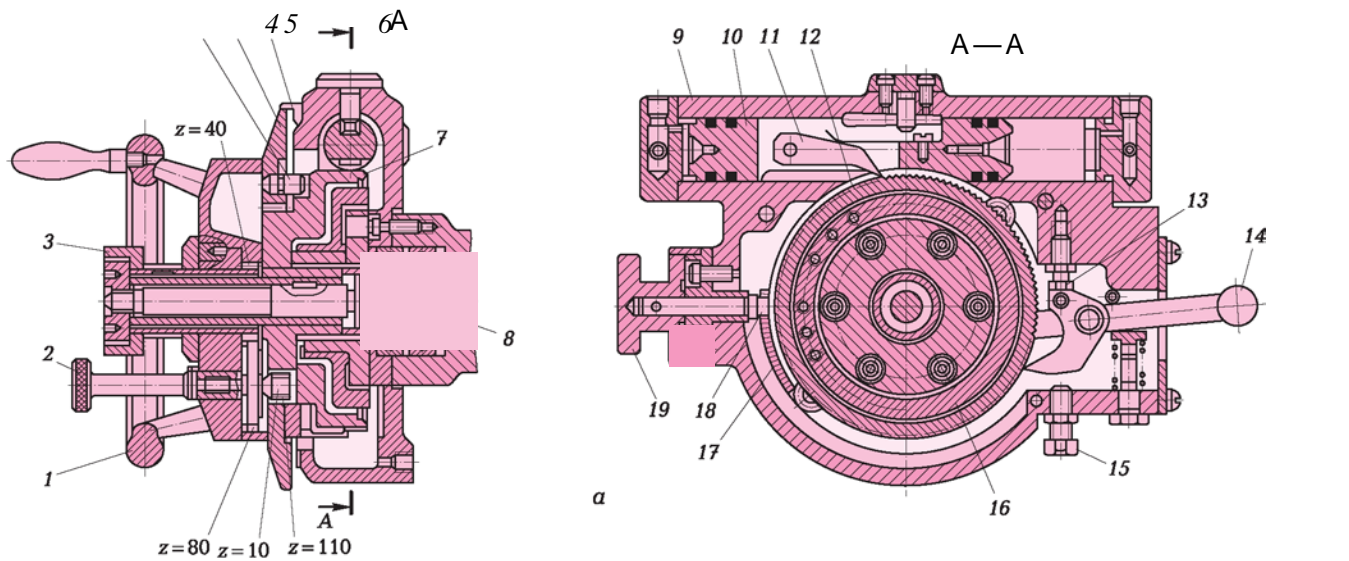
1 — тұғыр; 2 — бойлық үстелі; 3 — бұралмалы тақта; 4 — алдыңғы басша; 5 — алдыңғы центрі; 6 — жетектеме құрылғысы; 7 — ажарлау дөңгелегі; 8 — ажарлау басшасы:



2.24.-сурет. Центрілі дөңгелете ажарлау станогында өңдеу схемасы:

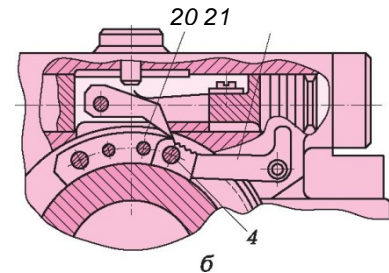
1 — ажарлау дөңгелегі; 2 — өңделетін бөлшек; 3 — бөлшектің бойлық жылжу үстелі; 4 —





## 2.25.-сурет. Ажарлау басшасының кезенді радиалды берісі

*a* — бастапқы қалпы; *б* — поршеньнің жұмыс жүрісінің ақырғы қалпы; 1 — қолмен берісі сермері; 2 —  $z = 60$  доңғалағы арқылы лимб қысқышының сермершесі; 3 — сұққыш бұрылысының сермершесі; 4 — тіреу сұққышы; 5 — лимб; 6 — сілтеуіш; 7 — шаппа доңғалағы; 8 — ажарлау басшасының жылжу білігі; 9 — цилиндр; 10 — поршень; 11 — капқыш; 12 — шаппа доңғалағының тістерді бөгеу қалқаншасы; 13 — жұлқыма берісінің жоғарғы тіреуі; 14 — жұлқыма берісінің иінтірегі; 15 — жұлқыма берісінің төменгі тіреуі; 16 — диск; 17 — доңғалақ; 18 — тістегеріш; 19 — қалқанды «К» — шаппа доңғалағының капқышпен ілдіретін тістер саны (0,0025К мм/үстел жүрісі) шамасына орнату сермершесі; 20 — айырғыш; 21 — қайырмалы тіреу



Мұнда  $D$ — ажарлау дөңгелегінің диаметр, мм;  $n_1$  — ажарлау дөңгелегінің айналымдар саны.

Өңделетін бөлшектің айналу жылдамдығы

$$v_A = \frac{\pi D n_2}{1000},$$

мұнда  $d$ — өңделетін бөлшектің диаметрі, мм;  $n_2$  — өңделетін бөлшектің айналымдар саны.

Ұзындығы дөңгелектің енінен кем бөлшектердің өңделуі барысында радиалды берісімен кірекесу ажарлау жүзеге асырылады.

Конусты қабаттарды өңдеу үшін такта  $3(2.24\text{-суретін қараңыз})+3^\circ$  немесе  $-10^\circ$  бұрышқа бұрылады.

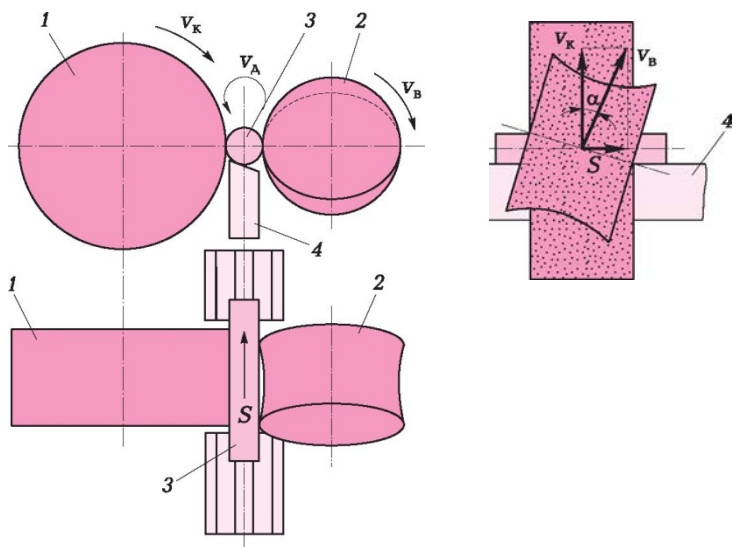
Центрлік дөңгелете ажарлау станоктарында әдетте автоматтандырылған: үстелдің бойлық жүрісі; ажарлау басшаны тез жеткізу және бұрып жіберу; үстелдің әрбір дара немесе қос жүрісінен кейін ажарлау басшасының (2.25-сурет); шпиндельдің өңделетін бөлшегімен бірге қосылуы және ажыратылуы; суыту сұйықтығының берісін қосу және ажырату.

### 2.8.3. Центрлік емес дөңгелете ажарлау станоктары

Центрсіз дөңгелете ажарлау станоктары әдетте ірі сериялық өндірісінде сыртқы және ішкі цилиндрлік қабаттарды «өтуге», «дәлдеп қиюға», «тіреле» өңдеу үшін пайдаланылады.

Жетекші дөңгелек 2 (2.26-сурет) – ажарлау дөңгелегімен 1 салыстырғанда ірі түйіршікті, сондықтан ол өңделетін бөлшекке 3 айналу екпінін беріп отырады (дөңгелете берісі  $V_d$ ). Жетекші дөңгелектің  $v_a$  айналу жылдамдығы  $0,2... 1$  м/с шектерінде, ал ажарлау дөңгелегінің жылдамдығы -  $v_k = 30...60$  м/с болуы тиіс. Жетекші дөңгелектің еңкіш бұрышы ажарлаушыға қатысты өңделетін бөлшектің осьтік қозғалысының  $v_o = S$ (осьтік берісі) қажетті жылдамдығын қамтамасыз етеді. Жетекші дөңгелектің бұру бұрышы  $a = 3...6^\circ$  болғанда бөлшектің өнімділігі жоғары алғашқы өңдеу, ал  $a = 1...1,5^\circ$  болғанда — қабатының сапасы едәуір және диаметралдық мөлшерінің дәлдігімен таза өңдеу жүзеге асырылады.

Жетекші дөңгелектің ойыс пішіні өңделетін бөлшектің жасаушысымен байланысының сызықтылығын қамтамасыз етеді.



## 2.26.-сурет. Центрісз дөңгелете ажарлау құрылғысының

1 — ажарлау дөңгелегі; 2 — жетекші дөңгелек; 3 — өңделетін бөлшек; 4 — сүйемелдегіш пышак;  $v_k$  — ажарлау дөңгелегінің шеңберлік жылдамдығы;  $v_d$  — өңделетін бөлшектің (заготовки) шеңберлік жылдамдығы;  $v_B$  — жетекші дөңгелектің шеңберлік жылдамдығы;  $\alpha$  — жетекші дөңгелектің бұру немесе сүйемелдегіш пышақтың еңкіш бұрышы;  $S$  — дайындаманың бойлық берісі

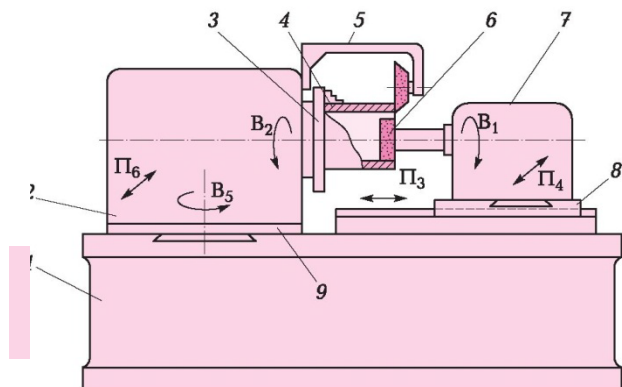
Өңдеу тазалығын көтеру үшін ажарлау дөңгелегінің осінің бойымен орналасқан осциллятор (қайтымды-ілгерілемелі) қозғалысымен құрылғысы бар.

### 2.8.4. Ішкі ажарлау станоктары

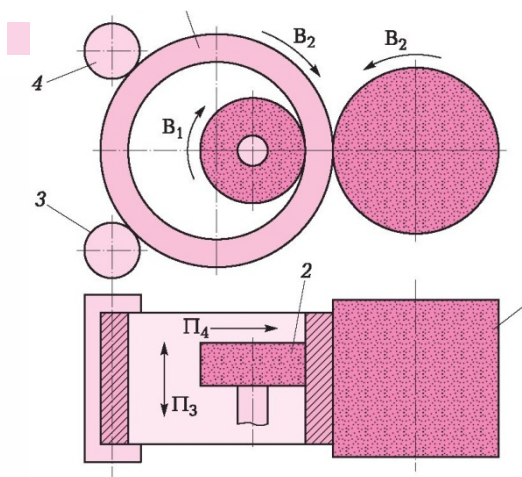
Ішкі ажарлағыш станогының құрастырылуы 2.27.-суретте келтірілген. Аталмыш станоктары сериялық өндірісінде формалары цилиндрлік және конусты өтпелі және бітеу тесіктерді, сондай-ақ, бір орнатуда тесіктері 25-тен 800 мм-ге дейін, ұзындықтары 300 мм-ге дейін және сыртқы диаметрі 500мм-ге дейін болатын бөлшектердің қапталдарын өңдеу үшін қолданылады.

Диаметрі шағын тесіктерді ажарлау үшін станоктар қосымша тез жүретін шпиндельмен жабдықталады.

Ішкі ажарлағыш станоктардың негізгі форма тудырушы қозғалыстары:  $\Phi_v(B_1)$  —ажарлау дөңгелегінің айналуы (басты қозғалыс);  $\Phi_{s1}(B_2)$  —өңделетін бөлшектің айналуы(дөңгелете берісі)

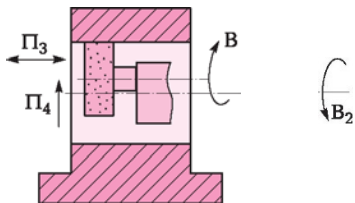


1 — тұғыр; 2 — алдыңғы басша; 3 — қысқы; 4 — өңделетін бөлшек; 5 — қапталды ажарлағыш айла бұйымы; 6 — ажарлау дөңгелегі; 7 — ажарлау басшасы; 8 — бойлық үстел; 9 — жылжымалар



2.28.-сурет. Центрсіз ішкі ажарлау схемасы:

1 — жетекші дөңгелек; 2 — ажарлау дөңгелегі; 3 — тіректі ролик; 4 — бастырықты ролик; 5 — өңделетін бөлшек



2.29.-сурет. Планетарлық ажарлау схемасы

$\Phi_{s2}(П_3)$  — ажарлау басшасының қайтымды-ілгерілемелі қозғалысы;  $V_p(П_4)$  — өзінің осінің бойымен бір немесе қос жүрісінде ажарлау басшасының радиалды жылжуы. Тағайындық қозғалысы:  $Уст_1(В_5)$  — конусты тесіктерді өңдеу барысында алдыңғы басшаның  $30^\circ$  бұрышқа бұрылуы;  $Уст_2(П_6)$  — тесіктерінің диаметрлері үлкен бөлшектерді өңдеу үшін 150 мм шектерінде алдыңғы басшаның қолмен радиалды.

Сақина үлгісіндегі ірі габаритті бөлшектерді өндеген кезде центрсіз ішкі ажарлағыш станоктары қолданылады (2.28-сурет).

Центрсіз ішкі ажарлағыш станоктардың негізгі форма тудырушы қозғалыстары:  $\Phi_v(В_1)$  — ажарлау дөңгелегінің айналуы (басты қозғалыс);  $\Phi_{s1}(В_2)$  — беріс қозғалысы (дөңгелете берісі);  $\Phi_{s2}(П_3)$  — бойлық берісі;  $V_p(П_4)$  — кіре кесуді тереңдікке берісі.

Корпустар үлгісіндегі ірі габаритті бөлшектерді өндеу кезінде қозғалысы планетарлы шпиндельді қолданылады (2.29-сурет).

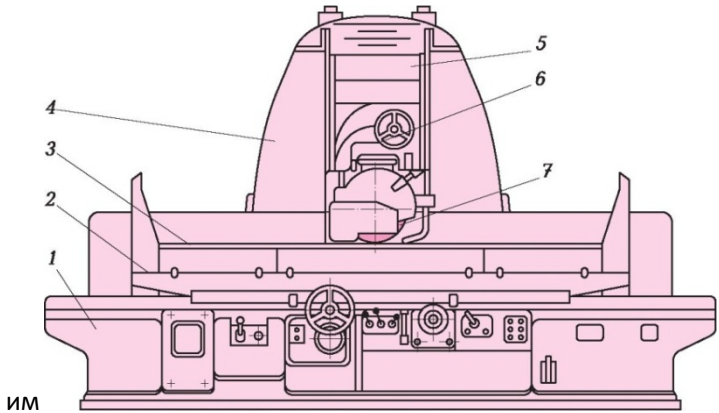
Планетарлық ажарлау барысындағы негізгі қозғалыстары:  $\Phi_v(В_1)$  — ажарлау дөңгелегінің айналуы (басты қозғалыс);  $\Phi_{s1}(В_2)$  — шпиндельдің планетарлық айналуы (дөңгелете берісі);  $\Phi_{s2}(П_3)$  — ажарлау дөңгелегінің бойлық берісі;  $V_p(П_4)$  — ажарлау тереңдігіне кіре кесу.

### 2.8.5. Жазық ажарлау станоктары

Жазық ажарлағыш станоктары бөлшектердің жазық және фасондық қабаттарын қажақтас дөңгелегінің шеткі аймақтарымен және қапталымен өңдеу үшін арналған. Бөлшектерді дөңгелектің шеткі аймақтарымен өңдейтін жазық ажарлағыш станогының жалпы түрі 2.30-суретінде көрсетілген.

Өңделетін бөлшек орнату жазықтығының ауданы жеткіліксіз болатын болса электромагниттік тақтасына немесе іскенжелеріне орнатылып, бекітіледі.

Дөңгелектің шеткі аймақтарымен және қапталмен ажарлау схемасы 2.31.-суретінде көрсетілген.

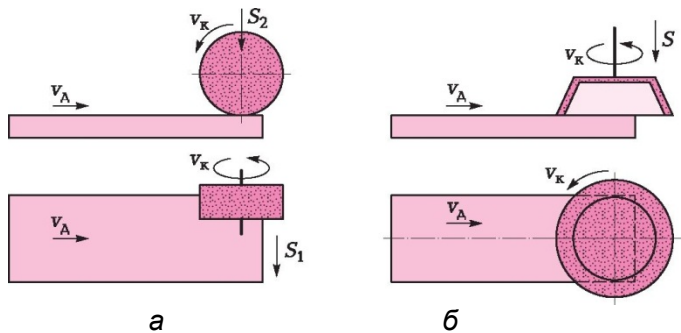


ИМ

**2.30.-сурет. Бөлшектерді дөңгелектің шеткі аймақтарымен өңдейтін жазық ажарлағыш станогының жалпы түрі:**

1 — тұғыр; 2 — бойлық үстел; 3 — электромагниттік тақта; 4 — тіреу (баған); 5 — ажарлау дөңгелегінің кірекесуге жылжу күймешесі; 6 — дөңгелектің көлденең жылжуының ажарлау басшасы; 7 — ажарлаудөңгелегі

Жазық ажарлағыш станоктарының негізгі формау тудырғыш қозғалыстары:  $\Phi_v(B_1)$  — ажарлау дөңгелегінің айналуы;  $\Phi_{s1}(П_2)$  — үстелдің бөлшекпен бірге бойлық қайтымды-ілгерілемелі қозғалысы;  $\Phi_{s2}(П_3)$  — ажарлау басшасының әр бір дара немесе қос бойлық қозғалысына үзікті жылжуы;  $B_p(П_4)$  — ажарлау дөңгелегін өту тереңдігіне кіре кесу.



**2.31.-сурет. Жазық ажарлау схемасы:**

*a* — дөңгелектің шеткі аймағымен; *б* — дөңгелектің қапталымен

## 2.8.6. Үздіксіз ажарлайтын және бабына жеткізетін станоктары

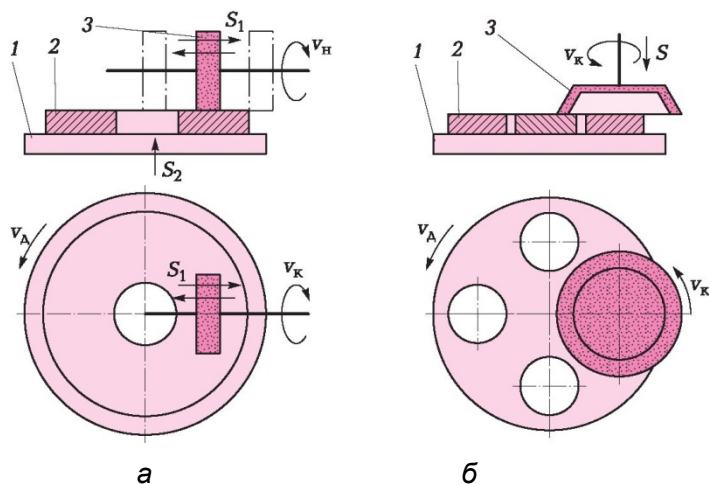
Ірі сериялы және көпшілік өндірісінде шеткі аймағымен **үздіксіз ажарлау станоктары** (2.32, а-сурет) қолданылады немесе көлденең немесе тік орналасқан дөңгелек үстелі және шпинделі бар дөңгелектің қапталымен (2.32, б-сурет), ажарлау станоктары қолданылады.

Үздіксіз ажарлаудың негізгі форма тудырғыш қозғалыстар:  $\Phi_v(B_1)$  — ажарлау дөңгелегінің айналуы (басты қозғалысы);  $\Phi_{s1}(B_2)$  — үстелдің айналуы (дөңгелете берісі —  $S_{кр}$ );  $\Phi_{s2}(П_3)$  — ажарлау дөңгелегінің бойлық жылжуы;  $V_p(П_4)$  — ажарлау тереңдігіне орнату (кірекесу).

Күймешенің тіке қозғалысы ажарлау басшасының көлденең жылжуының әр жүрісінде жүзеге асырылады. Үстелдің айналымдар

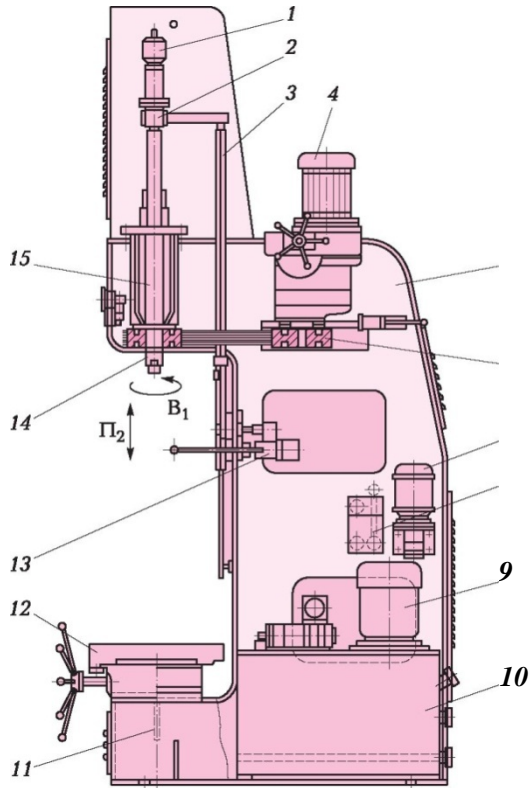
$$n = \frac{S_{кр}}{\pi D_{ср}}$$

мұнда  $D_{ср}$  — дөңгелек үстелдің жазықтығына орнатудың орташа (есепті) диаметрі, мм;  $S_{кр}$  — дөңгелете берісі, мм/мин.



2.32.-сурет. Үздіксіз ажарлау схемасы:

а — шеткі аймақпен; б — дөңгелектің қапталымен: 1 — үстел; 2 — өңделетін бөлшектер; 3 — ажарлау дөңгелек



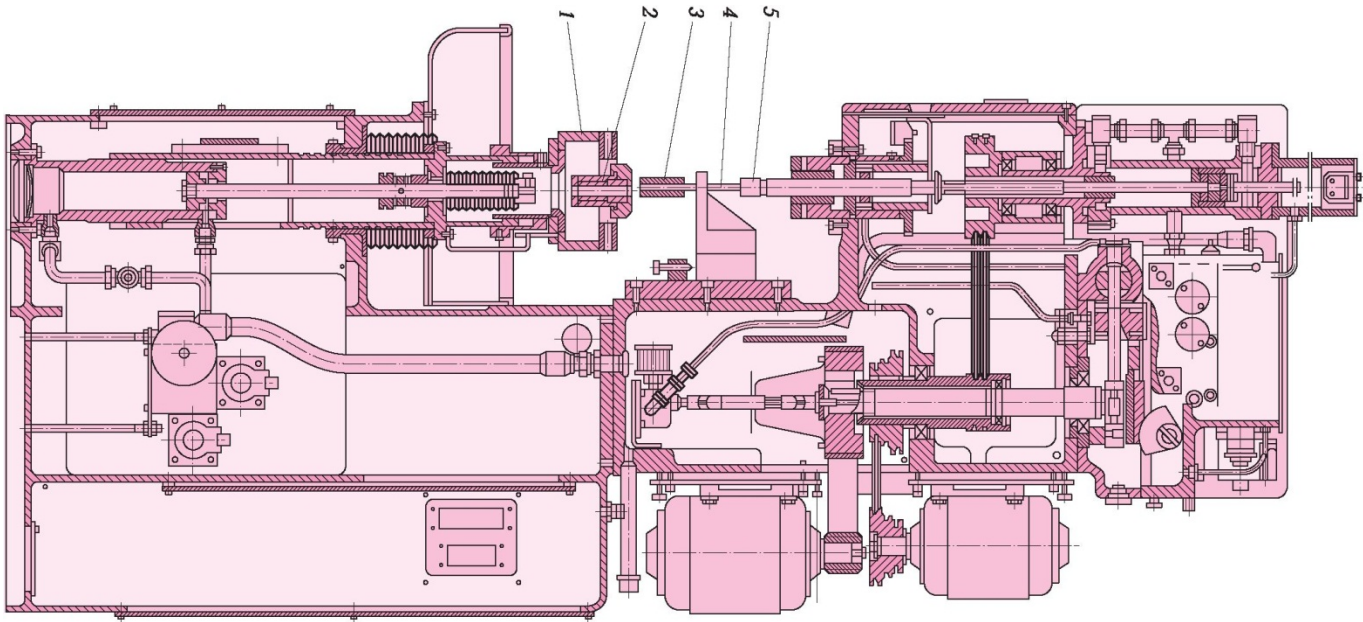
**2.33.-сурет. Тік жануышты станогы:**

1 —цилиндрге майлау-суығу технологиялық орталарды жеткізу үшін айналмалы үлестіргіш; 2 — қайтымды-ілгерілемеле қозғалысының цилиндри; 3 — реверса иінтірегі; 4 — шпиндельдің жетегі; 5 — станоктың пісірмелі тіреуі; 6 —жануышты шпинделінің сына белдікті берілісі; 7 — гидравликалық беріс жетегі; 8 — майлау сорғысы; 9 — қайтымды-ілгерілемелі қозғалысы үшін сорғы жетегі; 10 — гидробак; 11 —табаны; 12 —үстел; 13 — реверстеу механизмі; 14 — жануышты шпиндель; 15 —шпиндель тіректері

*Аяғына дейін жеткізуші станоктары бөлшектердің кедір-бұдырлығына қойылатын тиісті талаптарды және геометриялық дәлсіздіктерді түзетуді қамтамасыз ету үшін қолданылады.* Олардың ішінде жануышты, суперфиништі және ысқылағыштары тараған.

Жануышты станоктары (2.33-сурет) бөлшектердің мөлшерлері, формасы және тазалығы жоғары болуы жағынан жақсы өндеулерді алу мақсатында алдын-ала тазартылған ішкі және сыртқы қабаттарды өндеу үшін қолданылады.





### 2.34.-сурет. Ішкі жеткізу станогы:

1 — бөлшектердің теңселмелі қысқышы; 2 — бөлшек; 3 — ысқыштың төлкесі; 4 — ысқыш; 5 — қалқымалы ұстағышы

---

Өңдеу хонмен – қажақ (кесектермен) материалынан жасалған құралымен жүзеге асырылады. Жануыштау үрдісі ұзын жүрісті және қысқа (суперфиништі) жүрісті болады.

Жануышты станоктардың негізгі қолданысы – корпусы бөлшектеріндегі және гидроцилиндрлеріндегі тесіктерді өңдеу. Жануышты станоктардың тік орындалымы кең тараған, себебі, аталмыш станоктарында бөлшектерді қысу үшін қалқымалы құралын және карданды айла бұйымдарын пайдалану мүмкіндігі бар. Мұндай станоктарында майлау-суыту технологиялық орталарды (МСТО) жеткізу және жоңқаларды бұрып жіберу жеңілдетілген.

Суперфиништі станоктары кедір-бұдырлығы  $Ra= 0,01$  мкм дейін жазық, сыртқы және ішкі цилиндрлік қабаттарды өңдеу үшін қолданылады (2.34-сурет). Суперфиништі станоктарының негізгі қозғалысына бөлшектер қабаттарының өңдеу іздер торын айыру үшін осінің бойымен қосымша қайтымды-ілгерілемелі қозғалысы қосылған. Тереңдікке кіреkesу үшін механикалық немесе гидравликалық жетегімен өңделетін қабатына ұсақ түйіршікті кесектердің қысымы пайдаланылады. Бұл үрдіс суытумен сүйемелденеді.

Жылтырату станоктары (ысқылау) сыртқы және ішкі қабаттарды таза әрлеу, ернеулерін дөңгелектеу және ұсақ түйіршікті қажақты және төсемге, киіз, мыс және шойын дөңгелектеріне жағылған пасталар және синтетикалық ұнтақтарымен немесе қоспаның ішіндегі әртүрлі суспензияларымен кебелерді алып тастау үшін қолданылады.

## САНДЫҚ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ БАСҚАРУЫ БАР СТАНОКТАР

### 2.9.

#### 2.9.1.Көп мақсатты станоктар және сандық бағдарламалық басқаруы бар токарлық станоктар

Сандық бағдарламалық басқаруымен (СББ) жонғыш станоктары шағын сериялы және сериялық өндірісі жағдайындағы айналу денелері үлгісіндегі дайындамаларды автоматты режимінде жоғары өнімді өңдеу үшін арналған.

Режущий инструмент	Элемент обработки	Режущий инструмент	Элемент обработки
Сверло центровочное ГОСТ 14952 — 75		Резец отрезной ГОСТ 18884 — 73	
Сверло спиральное ГОСТ 10903 — 77		Резец для проточки канавок МН 602 — 64	
Резец проходной ТУ 2-035-892 — 82		Резец канавочный К01-4112	
Резец проходной ГОСТ 26611 — 85 ГОСТ 20872 — 80		Резец канавочный К01-4112	
Резец проходной ТУ 2-035-892 — 82		Резец для угловых канавок ТУ 2-035-558 — 77	
Резец проходной ГОСТ 20872 — 80		Резец для угловых канавок ТУ 2-035-558 — 77	
Резец копировальный ГОСТ 20872 — 80		Резец расточный для торцовых выточек МН 618 — 64	
Резец копировальный ГОСТ 20872 — 80		Резец резьбовой ТУ 2-035-884 — 82	

### 2.35.-сурет. Үлгілік қарапайым кабаттары және кескіш құрал

Режущий инструмент-кесуші құрал, элемент обработки- өңдеу элементі

Центрлеу бұрғы ГОСТ 14952 — 75

Шығыршықты бұрғы ГОСТ 10903 — 77

Отпелі кескі ТУ 2-035-892 —82

Отпелі кескі ГОСТ 26611 — 85 ГОСТ 20872 — 80

Отпелі кескі ТУ 2-035-892 —82

Отпелі кескі ГОСТ 20872 — 80

Көшіруші кескісі ГОСТ 20872 —80

Көшіруші кескісі ГОСТ 20872 —80

Қиғыш кескі ГОСТ 18884 — 73

Бунақты жону кескісі МН 602-64

Бунақты кескі К01-4112

Бунақты кескі К01-4112

Бұрыштық бунақтар кескісі ТУ 2-035-558-77

Қапталдық бунамалардың кеңейжону кескісі МН 618-64

Бұрамалық кескі ТУ 2-035-884-82

Режущий инструмент	Элемент обработки	Режущий инструмент	Элемент обработки
Резец резьбовой ТУ 2-035-884 — 82		Развертка машинная цельная ГОСТ 20874 — 75	
Резец расточный специальный К2-567		Развертка машинная накладная ГОСТ 1672 — 80	
Резец расточный специальный К01-4205		Резец для внутренних канавок специальный ГОСТ 18885 — 73	
Резец расточный ГОСТ 20874 — 75		Резец для внутренних угловых канавок ГОСТ 18885 — 73	
Резец расточный МН 619 — 64		Резец резьбовой для внутренней резьбы ГОСТ 18885 — 73	
Резец расточный специальный К01-4209		Резец резьбовой специальный ТУ 2-035-276 — 71	
Резец расточный ГОСТ 20874 — 75		Резец для расточки канавок МН 617 — 64	
Резец расточный ГОСТ 9795 — 84			

Режущий инструмент-кесуші құрал, элемент обработки- өңдеу элементі

Бұрамалық кескі ТУ 2-035-884-82  
 Арнайы кеңейжону кескісі К-567  
 Арнайы кеңейжону кескісі К01-4205  
 Кеңейжону кескісі ГОСТ 20874-75  
 Кеңейжону кескісі МН 619-64  
 Арнайы кеңейжону кескісі К01-4209  
 Арнайы кеңейжону кескісі ГОСТ 20874-75  
 Арнайы кеңейжону кескісі ГОСТ 9795-84  
 Тұтас машиналы ұңғылаушы ГОСТ 20874-75  
 Жапсырмалы машиналық ұңғылау ГОСТ 1672-80  
 Арнайы ішкі бунақтар кескісі ГОСТ 18885-73  
 Ішкі бұрыштық бунақтар кескісі ГОСТ 18885-73  
 Ішкі бұрамаға арналған бұрамалық кескі ГОСТ 18885-73  
 Арнайы бұрамалық кескі ТУ 2-035-276-71  
 Бунақтарды кеңейжону кескісі МН 617-64

сандық бағдарламамен басқарылатын станоктар үшін

СББ жонғыш станоктарында өңделетін үлгілік қарапайым қабаттары, және тиісті кесетін құралы 2.35.-суретінде көрсетілген.

СББ станоктарында өңдеу циклы кесудің қажетті режимдерін орнатуымен толықтай автоматтандырылған, сондай-ақ, барлық қосалқы қозғалыстары және функциялар, яғни: жұмыс органдарының жеделтетілген жылжуы, револьверлік бастиектерінде немесе магазиндерінде орнатылатын құралды ауыстыру, дайындаманы қысу, артқы басшаны және люнетті жылжыту, жоңқаны ұсақтау және жоңқаны жою механизмдерін қосу және ажырату, суыту жүйелерін қосу, құралды алды-ала мөлшерге икемделген қалпына түзетуді енгізу және т.б.

СББ жонғы станоктары келесідей топтастырылады:

- шпиндель осінің орналасуына қарай (көлденең және тік);
- пайдаланылатын құралдардың саны, олардың бекітілу және ауыстырылуына қарай (револьверлікбастиектеріменнемесеауыстыру құралдарының магазині);
- орындалатын жұмыстардың түріне қарай (шыбықты, қысқылы, центрлікжәне қысқылы-центрлік);
- қолданылатын СББ қарай.

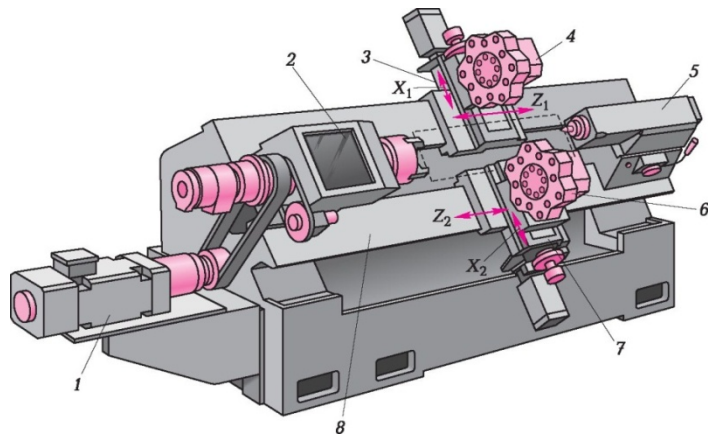
Станокта өңделетін дайындамасының диаметрінің шектеуі болып центрларының биіктігі емес, дайындаманың құралмен соқтығысуларын болдырмау шарты табылады, ал бұл өз кезегінде, құралдың түрімен және мөлшерлерімен анықталады, сондай-ақ, оларды орнату кезінде олардың револьверлік бастиектері арасындағы ара-қашықтығымен. Шыбықтық жонғыш станоктарында дайындаманың диаметрі шпиндельдің өтпелі тесігінің диаметрімен шектеледі, сондықтан СББ жонғыш станогының негізгі мөлшері болып өңделетін бұйымның ең үлкен диаметрі табылады (орнатылатын дайындаманың ең үлкен диаметрімен қатар наряду). Әдетте өңделетін дайындаманың ең үлкен диаметрі 125...5 000мм болатын көлденең осьті шпинделі бар станоктар шығарылады, шыбықты станоктардың диаметрі 10...125 мм. Орташа мөлшерлі станоктарды әдетте П дәлдік сыныбымен, ал шағын мөлшерлі – кейде В.

**Сандық бағдарламалық бақылауымен жонғыш станоктарының құрастырылуы.** Орта мөлшерлі СББ замануи жонғыш станоктардың құрастырылуы, ережеге сай, бірқилы, бұл олардың қаттылығын, бағыттаушы және винтті берістердіңқорғалуын жақсартуға, жоңқалардың еркін бұрылуын және олардың жұмыс аймағынан жойылуын қамтамасыз етеді, кез келген үлгідегі жүктемелеу құрылғыларын қолдануға, құралға және айлабұйымдарына еркін қол жетімділікті, сондай-ақ, жұмыс қауіпсіздігін көтеруге мүмкіндік береді.

Көптеген жағдайда шпинделі көлденең осьті станоктарының келесідей құрастырылымдары болады, яғни: еңкіш, тік және тұғырға қатысты артқы орналасуымен бұрыштық.

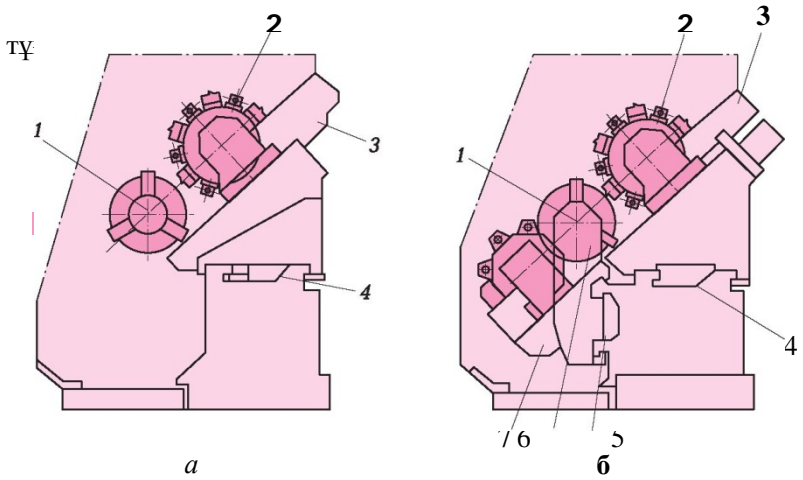
**Еңкіш құрастырылымы жағдайында** (2.36-сурет) жоғарғы 3 және төменгі 7 суппорттары ( $z_1$  және  $z_2$  координаттары) тұғырдың 8 еңкіш бағыттауыштарымен жылжиды (әдеттегідей,  $60...75^\circ$  бұрышымен көлденең жазықтығына қатысты). Револьверлік бастиектерінің 4 және 6 тиісінше  $X_1$  және  $X_2$  көлденең жылжулары бар. Тұғырға шпиндельді басшасы 2 орнатылады. Басты қозғалысының қозғалтқышы 1 әдетте тұғырдың қапталына орнатылған тақтайда немесе кронштейнде орналасады. Қысқылы-центрлік нұсқасында станок қозғалуға жеке жетегі бар немесе бойлық суппортының көмегімен жылжитын артқы басшасымен 5 жарактандырылады.

**Тік құрастырылған жағдайда СББ жонғы станоктарды тұғырлары** бағыттаушылардың айнасы көк жиекке қарағанда  $90^\circ$  бұрышпен орналасады.



**2.36.-сурет. Санды бағдарламалық басқаруымен жонғыш станогының еңкіш құрастырылуы:**

1 — басты қозғалысының қозғалтқышы; 2 — шпиндельді басша; 3 — жоғарғы суппорт; 4 и 6 — револьверлік бастиектері; 5 — артқы басша; 7 — төменгі суппорт; 8 — тұғыр



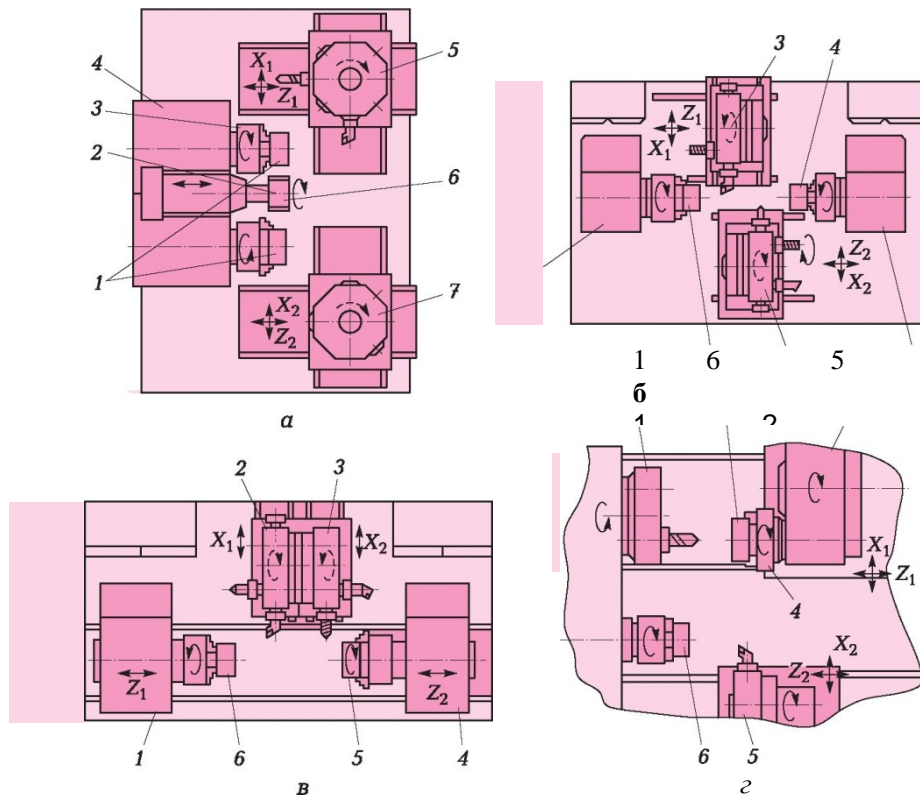
**2.37.-сурет. Сандық бағдарламалық басқаруымен жонғыш станоктардың бұрыштық құрастырылуы:**

*a* — бір суппортымен; *б* — екі суппорттарымен; 1 — шпиндель; 2 — револьверлік бастиек; 3 — бұрыштық бағыттауыштары; 4 — жоғарғы көлденең бағыттауыштары; 5 — төменгі бағыттауыштары; 6 — артқы басша; 7 — суппорт

СББ жонғыш станоктардың **Бұрыштық құрастырылуы** жағдайында бір кіресті суппортының болуымен (2.37,а-сурет) тұғырда жоғарғы көлденең бағыттауыштары 4 орындалады. Револьверлік бастиегінің 2 шпиндельге 1 қатысты көлденең берістері үшін бойлық күймешегі көлденең жазықтыққа 30...45° бұрышпен орналасқан бағыттауыштарымен 3 жарактандырылған. Екінші кіресті суппортының 7 болуымен (2.37,б-сурет) тұғыр бойлық жылжуы үшін төменгі бағыттауыштары бар, осы бағыттауыштарында артқы басшасы 6 орнатылған (станоктың қысқылыцентрлі орындалуымен).

*Екі дайындаманы бір уақытта немесе бір бөлішекті екі жағынан өңдеуге мүмкіндік беретін екі шпиндельді СББ жонғы станоктары, тәуелсіз жетектерімен екі кіресті суппорттарымен жабдықталады. Аталмыш станоктары әдетті екі негізгі схемаларымен орындалады. Шпиндельдері 2 және 3 параллель орналасуымен (2.38.,а-сурет) (тік осьті шпиндельдерімен де құрастырмалары да бар) 1 дайындамалардың қайта орнатылуы жиі шпиндельді блогында 4 орнатылған арнайы манипулыторымен жүзеге асырылады. 5 және 7 револьверлік бастиектері бар суппорттар екі өзара перпендикуляр бағыттарында жылжиды ( $Z_1, X_1$  және  $Z_2, X_2$  тиісінше).*

Жылжымайтын шпиндельді басшалары 2 және 5 қарама-қарсы (опозитті) орналасқанда және револьверлік бастиектері 3 және 6 бар кірестгі суппорттары координатты түрінде жылжығанда (2.38,б-сурет) өңделетін дайындамалардың 1 және 4 қайта орнатылуы порталды манипуляторларымен немесе револьверлік басшалардың бірімен жүзеге асырылады.



**2.38.-сурет. Сандық бағдарламалық басқаруымен екі шпиндельді жонғы станоктардың құрастырылымдық схемалары:**

*а* — параллельді орналасқан шпиндельдерімен: 1 — дайындамалар; 2және3 — шпиндельдер; 4 — шпиндельді блок; 5және 7 — револьверлікбастиектері; 6 — манипулятор; *б* — опозитті орналасқан шпиндельдерімен: 1және4 — дайындамалар; 2және5 — шпиндельді басшалар; 3және6 — револьверлікбастиектері; *в* — жылжитын шпиндельді басшаларымен: 1және4 — шпиндельді басшалар; 2және3 — суппорттар; 5және6 — дайындамалар; *г* — револьверлік бастиегіндегі қосымша шпинделімен: 1 — жылжымайтын револьверлікбастиек; 2 — жоғарғы бастиек; 3 — қосымша шпиндель; 4 — суппорт; 5 — негізгі шпиндель; 6 — дайындама



Қазіргі таңда  $Z_1$  және  $Z_2$  координаттарымен жылжулары 1 және 4 шпиндельді басшаларымен (2.38,в-сурет) орындалады, ал 2 және 3 суппорттары тек қана  $X_1$  және  $X_2$  осьтерімен жылжиды тиісінше. Бұл ретте екі жақты өңдеу барысында 5 және 6 дайындамалардың қайта орнатылуы шпиндельді басшалардың бірін жылжыту арқылы жүзеге асырылады.

Диаметрлері шағын бөлшектерді толық өңдеу үшін (әсіресе шыбықтан дайындалған) жоғарғы 2 револьверлік бастиектің ұяшықтарының бірінде орнатылған қосымша шпиндельді 3 схемасы қолданылады (2.38.,г-сурет). Дайындаманы 6 қарама-қарсы жағынан өңделуі әдетте жылжымайтын артқы револьверлік бастиегімен 1 жүргізіледі. Ережеге сай, аталмыш станоктары дайындаманы негізгі шпинделінде 5 өңдеу үшін төменгі кірест суппортымен жаратқандырылады.

**Сандық бағдарламалық басқаруымен станоктарының басты қозғалысының жетектері және шпиндельді түйіндері.** СББ станоктарында жетектеме қозғалтқышы ретінде тұрақты және айнымалы токтың реттелетін қозғалтқыштары қолданылады. Соңғылары құрастырылымы жағынан қарапайым және щеткалық түйіндерінің болмауынан сенімділігі мол (әсіресе, басты қозғалысына талап етілетін айналудың жоғары жиіліктер аймағында). Қуаты тұрақты  $(L_d)_p$  қозғалтқышты реттеу диапазоны 3...5 мәндерімен шектелген (қозғалтқыштардың жаңа үлгілерінде – 6.8.), бұл, өз кезегінде, ережеге сай, басты қозғалысты жетегінде реттеу диапазоны  $R_k$  және жылдамдық сатылар саны  $Z_k = 2, 3$  немесе 4 болатын механикалық құрылғыларды пайдалануды талап етеді.

Бұл ретте (әсіресе, кеңәмбебапты станоктарда) кейде берістерді ажыратып-қайта қосқан кезде реттеудің жекелеген диапазондарының  $(R_k < (R_d)_p)$  елеулі жабындары қаланады, бұл өңдеу барысында жылдамдықтар қорабында диапазондарды қосып-ажыратусыз диаметрі белгілі бөлшектің толық өңделуін қамтамасыз етеді. Қозғалтқыштың айналуының жоғары жиіліктерін  $i_{max}$ , ескеруімен қораптың максималды беру қатынасын әдетте 1-ге тең деп алады, сондықтан екі білікті тік тісті доңғалақтарымен беру тобының реттеу шекті диапазоны  $(R_{гр})_{пред} = i_{max}/i_{min} = 4$  құрайды. Кейде жылдамдықтар қорабында бөлінегін жылудың шпиндельдің қалпына тиетін әсерін жоққа шығару үшін жылдамдықтар қорабының және шпиндельді басшаның корпустарының термиялық бөлуі қолданылады.

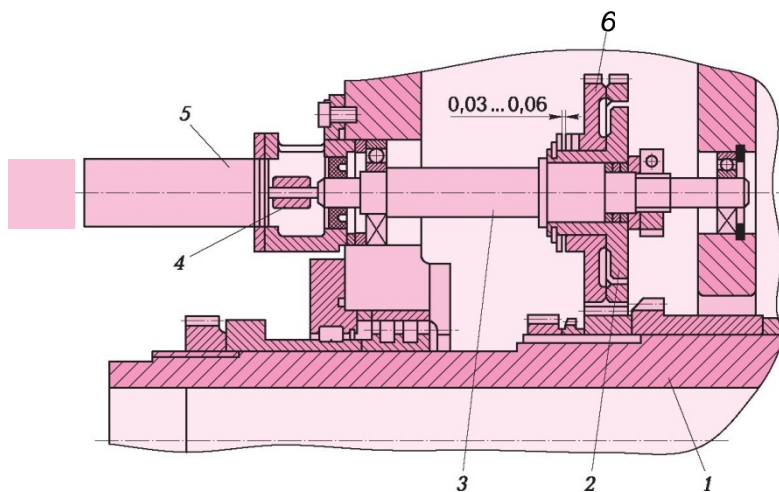
Жоңғыш станоктарының блокты-модульдық құрастырылымдарын құру кезінде басты қозғалысы жетегінде кинематикалық және күш сипаттамалары қолданылатын реттелмелі электрлік қозғалтқыштарына сәйкес келетін бірыңғайланған жылдамдықтар қораптар (редукторлар)

кеңінен қолданылады. Осындай қозғалтқыштармен остіліктегі ықшамды екісатылы тісті, жиі, жылдамдықтардың планетарлық қораптары тікелей қозғалтқышқа фланцталады. Олар белдіктік беру шкивінің астына білік түрінде тісті іріктеу түрінде шыға алады.

Мөлшерлері орташа СББ жонғыш станоктардың шпиндельді түйіндеріндегі айнарудың максималды жиіліктерінің көбеюімен байланысты радиалды-тіреулі шарикті мойынтіректері жиі қолданылады.

Әдетте винттің алдыңғы тірегінде осьтік жүктемелерді екі жақта қабылдауға мүмкіндік беретін осындай үш мойынтірегі орнатылады (триплекс). Артқы қалқымалы тірегінде қысқа цилиндрлік роликтарымен (әрі қарай қарастырылған) екі немесе бірқатарлы роликті мойынтіректері (дуплекс) орналастырылады.

Шпиндельде қысу қысқысын және оның жетегін бекіту үшін отырғызу қабаттарын орындайды, сонымен қатар, бұраманы кесу кезінде шпиндельдің бұрыштық қалыбын бақылауға арналған бұрам кесу датчигінің жетекті элементі үшін де орындалады (2.39-сурет). Датчиктің 5 шпиндельден айналуы 1 білікке 3 қатты орналастырылатын доңғалақты 2 тісті берісі арқылы жүзеге асырылады



**2.39.-сурет. Бұрама кесу датчигінің жетегі:**

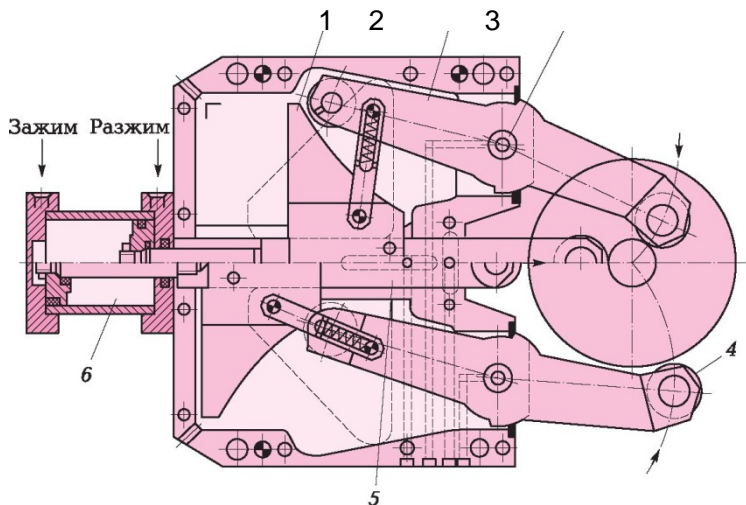
1 — шпиндель; 2 — доңғалақ; 3 — білік; 4 — муфта; 5 — бұрама кесу датчигі; 6 — тәж

және тәж 6 доңғалаққа 2 қатысты бұрылған кезде саңылаудың іріктелуі көзделеді. Бұрама кесу датчигі 5 муфтамен 4 білікпен жалғанады. Кейде бұрама кесу датчигі шпиндельмен жалғау кезінде саңылаусыз тісті-белдікті берісі қолданылады. Бұраманың кесілуінің дәлділігі датчиктің 5 рұқсат етуші қабілеттілігімен анықталады (әдетте шпиндельдің бір айналымына 1000 импульсты құрайды), сондай-ақ, берістің жетек құрылымымен және СББ жүйесімен.

***Сандық бағдарламалық басқаруымен станоктардың беріс жетектері.*** СББ заманауи станоктардың көбінде тұрақты және айнымалы токтың реттелетін қозғалтқыштарымен және қозғалтқышқа кірістірілген кері байланыстың датчиктерімен редукторсыз немесе жүріс винтімен саңылаусыз (әдетте, сальфонды) муфтамен жалғанатын берістердің қаралатын жетектері қолданылады.

Станоктардың тұғырына шындалған болат тақтайшалары бекітіледі, бойлық күймешенің бағыттауыштарына фторопластпен толтырылған жапсырмалар жапсырылады. Бағыттауыштарындағы саңылауды реттеу сыналармен, ал күймешенің көлденең жылжуы – тақтайшаларымен және жапсырмаларымен ұқсас бағыттауыштарымен жүзеге асырылады. Күймешенің көлденең жылжуы шкив винтке қатты бекітілетін тісті-белдікті берілісі арқылы жоғары моментті қозғалтқышынан жүзеге асырылады. Тісті тәждері бар екі жартылай сомыннан (тартылуды реттеу үшін) тұратын шарикті сомын көлденең жылжулардың күймешесіне бекітілген кронштейннің жонғысында орналасқан стақанға қондырылады. Винттің сол жақ тірегі — құраластырылған роликті мойынтірек — осьтік жүктемелерді екі жаққа қарай қабылдайды, ал шарикті мойынтірегі бар оң жақ тірегі — қалқымалы. Мойынтіректегі осьтік тартылысы келтірмелі сақинасының мөлшерімен анықталады. Жылжуды бақылау серпінді муфта арқылы винттің артқы ілмегімен жалғанған фотоимпульсты датчигімен жүзеге асырылады. Кронштейнге құрастырылған винтті бойлық берістің және шарикті сомынымен жетегінің құрастырылымы ұқсас. Кіресті суппортының шарикті винттерінің және бағыттауыштарының тозуын азайту үшін қорғаныс құралдары, қалқаншалар және қырғыштары қарастырылған.

***Сандық бағдарламалық басқаруымен жонғыш станоктардың жабдықтамасы.*** Дайындамалар пневмо-, гидро-, электрлік жетектерімен әртүрлі үлгідегі тез қайта икемделетін механикаландырылған қысқыларымен бекітіледі. Қысқының ішіне орнатылған соң шындалмаған жұдырықшалардың жону ұзақтылығы олардың алдын-ала берілген бағдарламасымен автоматты өңделу есебінен азаяды. Жону станокта орын алмауын жоққа шығару үшін шындалған жапсырмалар, алдын-ала берілген диаметрге өңделген жұдырықшалар негізгі жұдырықтарында бекітіледі.



#### 2.40.-Өздігінен центрленетін люнет:

1 — көшірме; 2 — иіңтірек; 3 — ось; 4 — ролик; 5 — плунжер; 6 — гидроцилиндр  
(зажим - қысу , разжим – босату)

Біліктерді өңдеу кезінде артқы басша айналмалы центрлерімен және қысудың гидрожетегімен және күшпені бекітуімен жарактандырылады. Артқы басшасы тағайындаулық жылжытудан кейін (СББ басқару командаларымен, (СБББ)) ол бағыттауыштарында гидроцилиндрдің көмегімен бекітіледі. Қатты емес біліктерді өндегенде жылжымайтын және жылжитын (қосымша басқарылатын координата) өздігінен центрленетін люнеттері қолданылады. Люнет (2.40-сурет) пневмо- немесе плунжері 5 жұдырықшалармен (көшірмелер) 1 байланысқан гидроцилиндрді 6 корпусынан тұрады. Олар жылжыған кезде осьтерге 3 қатысты инелі мойынтіректеріндегі роликтерімен 4 қоса серіппеленген иіңтіректер 2 бұрылады. Люнеттер дайындамалардың центрлеудің үлкен диапазоны 0,01 ...0,005 мм дейін қамтылатындай өңделетін қабаттары бойынша орнатылады. олар сонымен қатар біліктің ұшын (артқы центрсіз) немесе ішіндегі тесіктерді өндегенде негізгі тірек ретінде пайдаланылады.

СББ станоктарында кесу құралы револьверлік бастиектеріндегі қосалқы жабдықтамасының әртүрлі жиынтықтар көмегімен немесе магазиннен автоматты ауыстыруында қосымша шпиндельді бастиектерде және кескі ұстағыштарда орнатылады.

Револьверлік бастиектеріндегі құралды ауыстыру үшін (тозған құралды ауыстыру немесе басқа бөлшекті өңдеуге көшу) СББ командаларымен басқарылатын қосымша құрылғылары қолданылады.

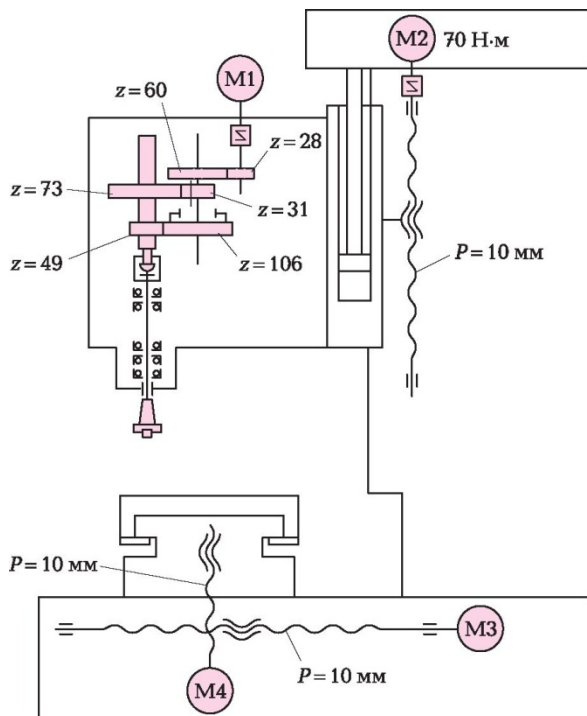
**Автоматтық бақылау және өлшеу құралдары.** СББ жонғыш станогында орнатылатын өңделетін бөлшектердің және құралдың геометриялық мөлшерлерін бақылау үшін әдетте өлшеуіш түйісу (қармауыш) бастиектері пайдаланылады. Аталмыш бастиекке кірісітірілген жанасу датчигі бастиектің станоктың СББ жүйесіне жанасу сәтіндегі (тиісті координатасы бойынша) бастиектің қалпы туралы импульсты дабыл бере отырып, өлшенетін қабатымен жанасу сәтін тіркейді. Осылайша, бөлшектерді станоктан алмай-ақ, құралдың кесетін ернеулерін ауыстырған соң станоктың нөлдік нүкте координаттарына байланыстарған соң өңдеу нәтижелерін тексеруге болады, және өңдеу бағдарламасына тиісті түзетулерді енгізуге болады. Бөлшектердің мөлшерлері өзгерген жағдайда үш координатты қармағыш бастиегі инструменталдық дискінің позицияларының біріне орнатылады.

### 2.9.2. Сандық бағдарламалық басқаруы бар фрезерлеу станоктары

СББ фрезерлік станоктары жоғары өнімділіктерінен (3 еседен астам) және бөлшектерді арнайы қымбат тұратын жабдықтамасыз өңдеу мүмкіндігінен (шаблондар, фасонды фрездер және т.б.) әдеттегі қолмен басқаратын станоктарына қарағанда тиімдірек. Аталмыш станоктардың маңызды сипаттамасы болып басқарылатын координаттар саны (2-ден 5-ке дейін, бірақ жиірек - 3) табылады, соның ішінде, бір мезгілде басқарылатындары (әдетте 2-3). Тіке жылжуларынан басқа СББ фрезерлік станоктарында бастиектің дайындамамен бірге бұрылуы немесе фрезерлік шпиндельдің осінің еңкіші бағдарлануы мүмкін. Жылжу тапсырмасының үзіктілігі координат остері бойынша әдетте 0,01 мм құрайды.

СББ фрезерлік станоктардың келесідей құрастырылулары кең тараған, яғни: тік кіресті үстелімен, бойлық жылжымалы (кейде жылжымайтын) маңдайшаларымен және кең әмбебап бойлық аспапты.

**СББ консольсыз (кіресті үстелімен) тік-фрезерлік станогы** (2.41-сурет) ұсақсериялы өндірісінде әмбебап фрезерлік жұмыстарын орындауға арналған. Аталмыш станоктары бұрғылау және жону операцияларын орындайды, сондай-ақ, станоктың жоғары қаттылығын және үстелдің астында консолі жоқтығынан және жылжымалы шпиндельдің гильзасының жоқтығынан дәлдігін қамтамасыз етеді. кез келген тік қозғалыстарды шпиндельді басша орындайды.



2.41.-сурет. Сандық бағдарламалық басқаруымен фрезерлеу станоктың кинематикалық схемасы

### СББ тік-фрезерлік станоктарының техникалық сипаттамалары

Үстелдің жұмыс қабатының мөлшерлері (ені x ұзындығы), мм  
800 x 2 000

Шпиндельдің айналу жиіліктер шектері,  $\text{мин}^{-1}$  ..... 5... 4 000

Берістер шектері, мм/мин ..... 1... 10 000

Үстелдің (басшанын)тез жылжы жылламлығы

ГОСТ 9726 — 89 бойынша консолсыз СББ тік-фрезерлік станоктары үшін II сыныбы бойынша келесідей жіберілімдері орнатылған (мкм): жылжу ұзындығы 400.1 000 мм — 25 болғанда біржақты позициялау дәлізділігіне; фрезбен өңделген тесіктің жұмырылғынан ауытқуына, — 12; еңкіш бүйірлерінің тіксызықтылығынан ауытқуы — 20.

СББ тік-фрезерлік станоктарында басқарылатын (соның ішінде, бір уақытта) координаттар саны— 3. Координаттар осьтері бойынша жылжу тапсырмасының үздіктілігі — 1 мкм.

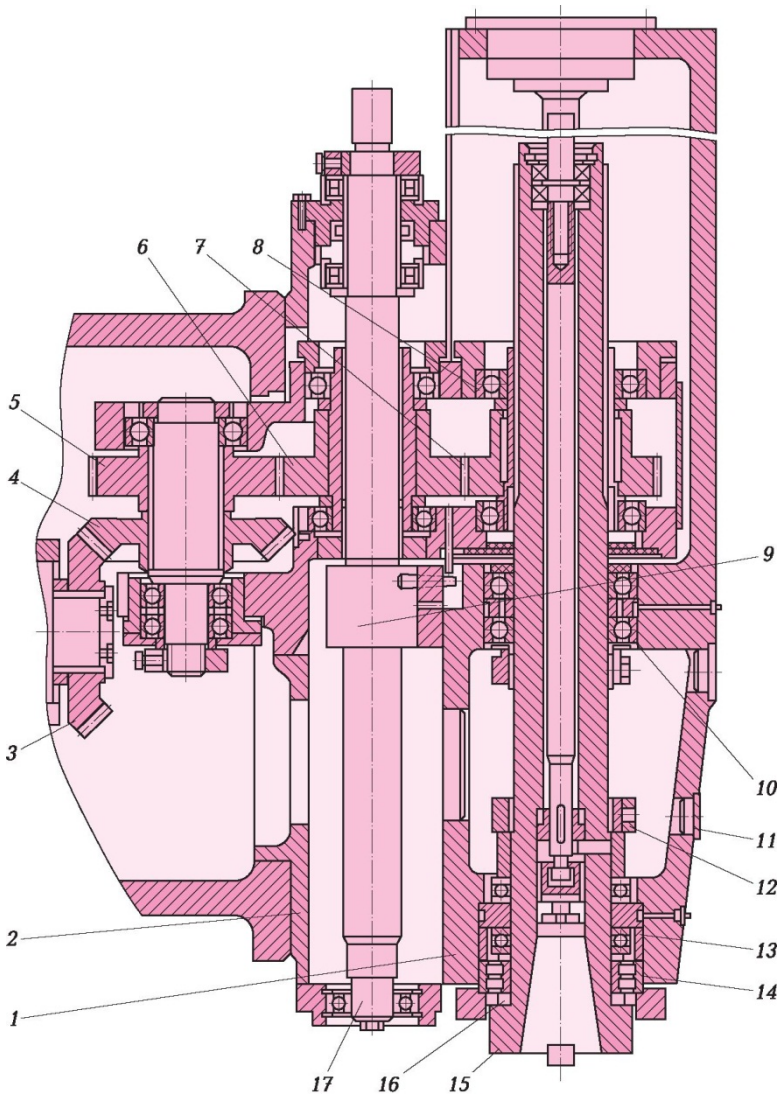
Басты қозғалысы жетегінің құрамында М1 қозғалтқышы(2.41-суретті қараңыз) және  $z = 31$  жылжымалы доңғалағы  $z = 73$  доңғалағымен тоқайласқан немесе  $z = 106$  қиғаш тісті доңғалағында жартылай муфтасымен ішкі ілінісіне кіретін реттеу диапазондарын ажыратып-қайта қосу үшін арналған құрылғысы бар. М2, М3 және М4 реттелетін қозғалтқыштарынан келетін беріс және тағайындаулы жылжулардың жетектері бірыңғайландырылған. М2 қозғалтқышы шпиндельді басшаның қысудың гидроцилиндрмен бұғатталған (2.41-суретінде көрсетілмеген). Гидравликалық цилиндр Ц шпиндельді басшаны теңестіреді.

СББ тік-фрезерлік станоктардың базалық элементтерінің құрастырылымының ерекшеліктері: станоктардың жазық тұйықталған бағыттауыштары фторопласт лентасымен армиленген; шпиндельді басшасының бүйірлі бағыттауыштарының роликті тіректері бар. Шпиндельдердің тіректерінде радиалды-тіреулі мойынтіректері пайдаланылған. Құралды ажыратып, ашу үшін гидроцилиндр қолданылған.

СББ тік-фрезерлік станоктың шпиндельді басшасы (2.42-сурет) шпиндельдің 15 айналуын және оның бағдарламаланатын сырғақпен 1 бірге осьтік жылжуын қамтамасыз етеді. Мұндай айналу үшін екі қатарлы роликті 14 және тіреулі 13 астынан шарикті мойынтіректері, үстіңгі жағынан қос радиалды-тіреулі шарикті мойынтіректері 10, сондай-ақ, тісті доңғалақтар 3,4,5,6,7 қызмет етеді. Айналу сәті оймакілтек төлкесінен 8 шпиндельдің сағағына беріледі.

Екіқатарлы роликті мойынтірегіндегі 14 алдын-ала тартылуы сақинаның 16 ұзындығына, мойынтіректерінде 13 – сомынның 12 реттелуінен (тығынмен 11 жабылған технологиялық тесігі арқылы), ал мойынтіректерінде 10 – кергіш сақиналардың ұзындықтарының айырмасына байланысты. СББ тік станоктарына (СББ-сыз станоктарындағы гильзаның орнына) сипатты сырғақ 1 шарикті жүріс винтінің 17 және сомынның 19 көмегімен тік бұрышты бағыттауыштары бойымен жылжиды (2.42.-суретінде көрсетілмеген), винт редуктор арқылы айналады. Шпиндельдің ішінде құралды қысу – электрлік механикалық, сырғақтың үстінде бекітілген стандартты құрылғысын пайдалануымен. Басшаның 2 корпусын тіреумен тоқайластыратын центрлеу белдікшесінің арқасында шпиндельдің осінің еңкішін бақылауға болады.

**Сандық бағдарламалық басқаруымен фрезерлік станоктардың айлабұйымдары.** Кейбір фрездері тікелей станоктың шпинделінде бекітіледі: ірі қапталды фрездер шпиндельдің қапталына бұрандалады, ал конусты сағақтары бар фрездер конусты тесіктеріне салынады. Саптамалық фрездері үшін қолбіліктері қолданылады, ал цилиндрлі сағақты фрездері қысқыда қысылады, мысалы, цангалық.



**2.42.-сурет.Сандық бағдарламалық басқаруымен тік-фрезерлік станогының шпиндельді басшасы сырғақпен:**

1 — сырғақ; 2 — басшаның корпусы; 3, 4, 5, бжәне7 — тісті доңғалақтар; 8 — төлке; 9және12 — сомындар; 10 — радиалды-тіреулі шарикті мойынтіректері; 11 — тығын; 13 — тіреулі шарикті мойынтіректер; 14— екіқатарлы роликті шарикті мойынтірек; 15 — шпиндель; 16 — сақина; 17 — шарикті жүріс винті

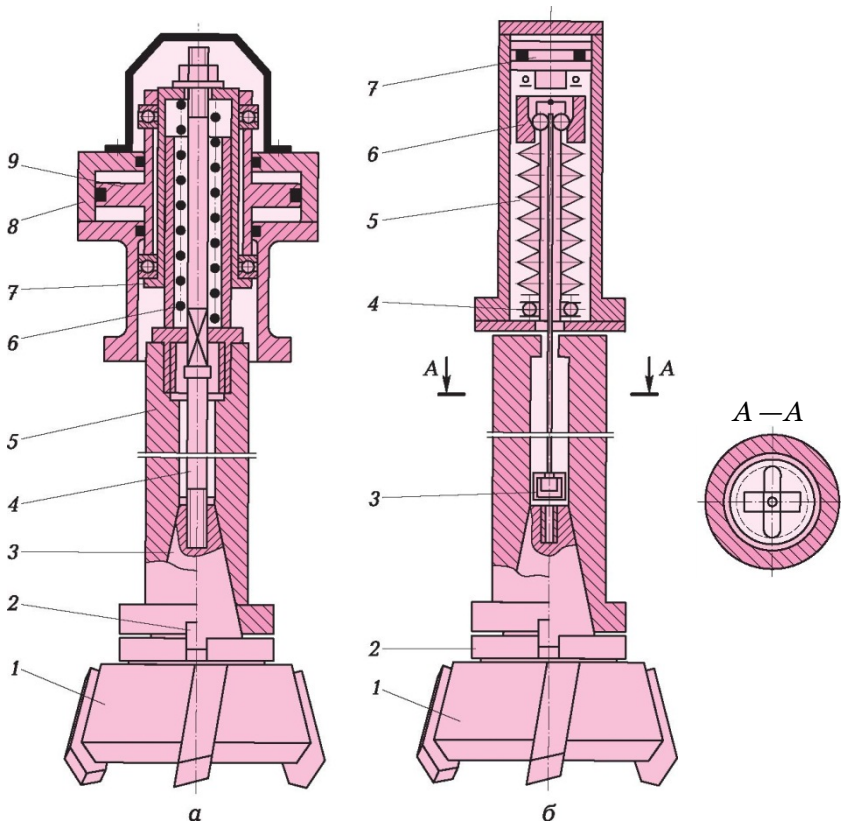


Ең қарапайым жағдайында сүмбі фрездің сағасына бұрандалады немесе құралбілік кілтімен шпиндельдің қарама-қарсы жағынан тыс шығып тұрған шаршының сыртына, алайда, бұл ыңғайсыз. Құралды автоматты түрде алмастыру жүйесі құралбіліктердің бүкіл жиынтығының оларды қысқан кезде қармау үшін жарактандырылуын талап етеді. Құралды қолмен орнатылуының ұзақтылығын азайту және жеңілдеті үшін жедел әрекет ететін қысу айлабұйымдары қолданылады. Серіппе 6 (2.43, а-сурет) сүмбі 4 арқылы құралбілікті 3 фрезбен 1 қоса шпиндельдің 5 ішіне қарай тартады. Құралбілікті алмастыру үшін пневмоцилиндрдің 8 жоғарғы қуысына сығылған ауа беріледі, поршень 9 стақан 7 арқылы серіппені 6 құралбіліктің фланцы төменгі түсіп, қапталды кілтекпен 2 түйісуден босайтындай күшпен қысады. Олай болса, құралбілікті сүмбіден бұрандалап алып тастап, басқасын бұрандалаған жеңіл әрі ыңғайлы. Айналатын және айналмайтын бөліктері тіреулі мойынтіректерімен бөлінген. Фрездерді шпиндельде механикаландырылған бекітудің басқа нұсқасында серіппе 5 (2.43,б-сурет), гидроцилиндр 7, тіреулі мойынтіректердің орын басатын шарикті құрылғысы 6 және сүмбінің орнына тартым 4 бар. Қолдану принципі алдыңғы нұсқасына ұқсас, бірақ құралбілікті 2 (фрезамен 1 қоса) және тартымды ажырату үшін оны 90° бұрышқа бұрса жеткілікті. Онда тартымның Т-тәрізді ұшы итергіштің құралбіліктің ішіне бұрандалған 3 ойысы арқылы өтеді.

Дайындамалар ұстатқыштар, тұғырықтар, бұрыштық тақтайлар, призмалар, іскенжелер, қосымша үстелдер және басқа айлабұйымдар көмегімен бекітіледі. Іскенжелер және үстелдер тік осі арқылы бұралмайтын және бұралмалы болады. Әмбебап іскенжелер арқылы екі перпендикуляр остерінің бойымен бұруға болады.

Дөңгелек бұралмалы үстелдері цилиндрлік, бүйірлі және фасондық қабаттарды өндеуге қолданылады. Дайындаманың үздіксіз немесе кезеңді бұрылуы қолмен немесе электро- (гидро-, пневмо-) жетекпен жүзеге асыруға болады. Бұралмалы үстелге қозғалыс станоктың негізгі үстелінің жетегінен, атап айтқанда, бойлық жүріс винтінің оң жақ ұшынан тісті доңғалақ және қардан білігі арқылы хабарланады. Үстелдің үздіксіз бұрылуын дайындаманы айналмашақты фрезерлік станогы үлгісі бойынша өндеу үшін пайдалануға болады.

Бөлгіш бастиектері негізінде дайындаманы орнату және оны берілген бұрыштарына кезеңді бұру үшін қолданылады, мысалы, тісті тәждердің ойыстарын кесу немесе ось бойымен келісімделген қозғалысымен үздіксіз бұру, сондай-ақ, бұрғыларда винтті жыражақтарды алу үшін және басқа құралдарында қолданылады.



2.43.-сурет. Шпиндельде фрезерді механикаландырылған бекіту үшін айлабұйымы:

*а* — нұсқа: 1 — фреза; 2 — кілтек; 3 — құралбілік; 4 — сүмбі; 5 — шпиндель; 6 — серіппе; 7 — стакан; 8 — пневмоцилиндр; 9 — поршень; *б* — нұсқа2: 1 — фреза; 2 — құралбілік; 3 — итергіш; 4 — тартым; 5 — серіппе; 6 — шарикті құрылғы; 7 — гидроцилиндр

### 2.9.3. Корпустық және жазық бөлшектерді өңдеуге арналған көп мақсатты станоктар

СББ жүйелерімен жабдықталған, құралды автоматты түрде ауыстыруға арналған құрылғысы бар, өңделетін бөлшектерді қайта орнатусыз көп көлемде әртүрлі технологиялық операцияларды орындауға арналған метал кесуші станоктары **көп мақсатты (КМ)** деп аталады.

Корпустық және жазық бөлшектерді бірнеше жағынан (беске дейін) бір қондырғыда өңдеуге болады. КМ-станоктарының үлгілік технологиялық операциялары:

- жону;
- бұрғылау;
- үңгілеу;
- жазу;
- шенжонғылау;
- бұраманы таңбалаушымен кесу;
- жазықтықтарды, контурларды және фасондық қабаттарды фрезерлеу.

Орындалатын технологиялық операциялардың жоғары концентрациялы болуы КМ-станоктар үшін өндеудің жоғары дәлдігімен сипатталады (6-ші және 7-ші квалитеттер).

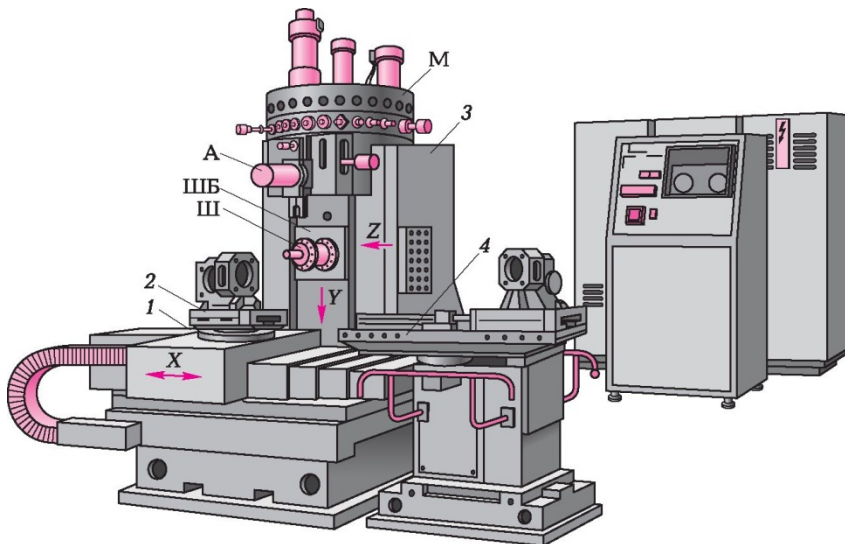
Көп мақсатты станоктар арнайы құрал-сайман магазинінде орналасқан қажетті кесуші құралдарымен жабдықталған. Берілген басқарушы бағдарламасына сәйкес бөлшектің тиісті қабатын өндеуге магазиннен қажетті кезкелген құрал пайдаланылады. Үстел-серіктерінде алдын-ала бекітілген дайындамаларды автоматты ауыстыру құрылғылары күннен күнге кеңінен қолдануын табуға.

Корпустық және жазық бөлшектерді өндеуге арналған көп мақсатты станоктары құрастырылымы бойынша көлденең, тік және бойлық-өндеуші болып орындалады.

**КМ станоктардың көлденең құрастырылуында** (2.44-сурет) Ш шпиндельдің айналу осі көлденең орналасқан, және де аталмыш станоктары күрделі корпустық бөлшектерді өндеуге жиі пайдаланылады. ШБ шпиндельді басша (Z координатасы) жылжымалы немесе жылжымайтын тіреудің 3 тік бағыттаушыларымен жылжиды. Кейбір станоктардың суырмалы шпинделі болады. Бойлық үстелінде 2 (X координатасы) бұрылмалы үстел орналасқан I. Тіреудің 3 жоғарғы қапталында құрал-сайман магазині М құрылған. Құралды автоматты ауыстыру құрылғысына автооператор А кіреді. Бұралмалы платформасы 4 осыған дейін ұқсас немесе басқадай пішінді өндеу барысында үстел-спутнигінде кезекті дайындамасын орнату үшін пайдаланады.

**КМ станоктардың тік құрастырылуы** (2.45-сурет) Ш шпиндельдің айналу осі тік орналасқан. Аталмыш станоктары формалары күрделі көптеген жазық бөлшектерді (мөртабандар, пресс-формалар, иінтіректер, қақпақтар, фланцтар және т.б.) өндеуге қолайлы. Шпиндельді басша ШБ тіреудің тік бағыттауыштардың (Z координатасы) бойымен жылжиды. Шпиндель әдетте суырмалы. Бойлық және көлденең суппорттары бөлшектің X және Y координаттар бойымен жылжуын қамтиды. Тік КМ станоктардағы құрал-сайман магазинінің М және автооператордың А құрастырылымдарының нұсқалары әртүрлі.

КМ-станоктардың үлгілік-мөлшерлік қатарлары геометриялық прогрессиясының коэффициенті 1,26 болуымен үстелдің (100... 5 000 мм) ені бойынша құрастырылады. Жұмыс органдарының жылжуы үстелге орнатылатын дайындамалардың ең үлкен мөлшері бойынша тағайындалады,

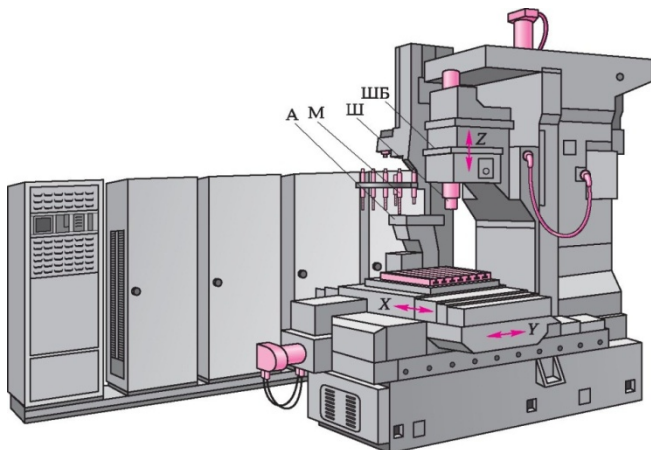


**2.44.-сурет. Шпиндельдің көлденең айналу осімен көп мақсатты станоктың жалпы түрі:**

1 — бұралмалы үстел; 2 — бойлық үстел; 3 — тіреу; 4 — платформа; А — автооператор; М — құрал-сайман мағазині; Ш — шпиндель; ШБ — шпиндельді басша

кесетін құралдың өңделетін қабаттардың сыртына қарай шығып кетуін ескеруімен ұсақ сериялы және сериялық өндірісінде КМ-станоктардың жалпы жұмыс істеу ұзақтылығында машина уақытының үлесі 70.90 % жетеді (салыстырмалы – әмбебап станоктарындағы машина уақытының үлесі 20... 30 % құрайды), ал бөлшектерді даярлау өнімділігі әмбебап станоктарында бөлшектерді өңдеу өнімділігінен 5 есеге дейін көп.

Заманауи КМ-станоктардың басты қозғалысының жетектерінде әр құралдың жұмысын оңтайлы тәртіпте қамтитын айналу жиілігі кеңінен реттелетін қуатты электрқозғалтқыштары бар. Аталмыш электрқозғалтқыштардың айналу жиілігін реттеудің диапазоны номиналды тұрақты қуаты 8:1 жеткенде, ал тұрақты айналу сәтінде — 1:1 000 дейін. КМ-станоктың басты қозғалысы жетектерінің механикалық бөлімі едәуір жеңілдетілген және екі- және үшсатылы жылдамдықтар қорабы болып табылады, осылайша, жетектердің жоғары динамикалық сапалылыққа жетеді.



**2.45.-сурет. Тік көп мақсатты станоктардың жалпы түрі**

А — автооператор; М — құрал-сайман магазині; Ш — шпиндель; ШБ — шпиндельді басша

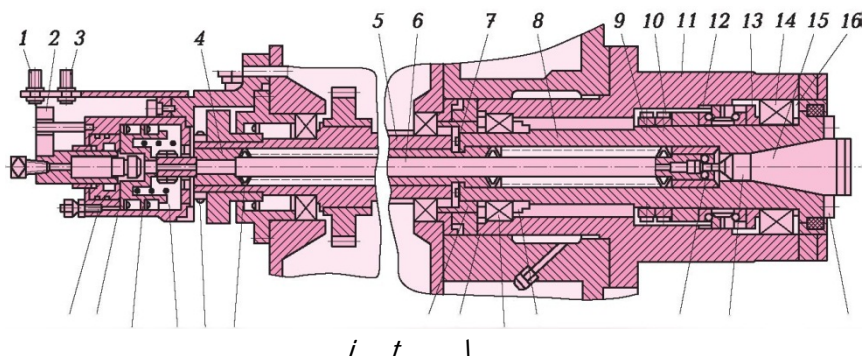
КМ-станоктың беріс жетектері тұрақты айналу сәтінде жұмыс берістерінің (10мың ретке дейін және одан көп) кең диапазонын, қосалқы жылжулардың жоғары жылдамдығын (20 м/мин дейін), жеткілікті тартым күштерін, сондай-ақ, жұмыс тұрақтылығын және сенімділігін қамтамасыз етеді. Осы талаптардың орындалуы КМ-станоктардың кең мүмкіндіктерін, олардың жоғары дәлділігін және өнімділігін шарттайды.

КМ-станоктардың шпиндельді түйіндері кесуші құралды орнатуға, айналу хабарлауға және оны автоматты ауыстыруға арналған көп функционалды механизмдері болып табылады. Бұл ретте шпиндельді түйіндеріне қойылатын негізгі сипаттамалары (дәлділік, қаттылық, айналу жиіліктерін реттеу диапазоны, тез жүргіштігі, сенімділігі, төзімділік) үнемі көтеріліп отырады.

КМ-станоктарында теңселу мойынтіректеріндегі суырылмайтын шпиндельдері едәуір кеңінен тараған (2.46-сурет). Шпиндельдің тіректері шпиндельді басшаның корпусында, ия алдына қарай шығарылған оны басшаның корпусына бекіту үшін фланцты гильзасында 11 құрастырылған. Шпиндельдің аталмыш құрастырылымы бірыңғай құрастырлымдық базасында құралды бекіту үшін қабаттардың мөлшерлері және пішіндері, шпиндельдің айналу осінің қалпы бойынша шпиндельдік түйіндерінің әртүрлі түрленімдерін құруға мүмкіндік береді, сонымен қатар, шпиндельді түйіндердің монтаждалуын, реттелуін және жөнделуін жеңілдетеді.

Шпиндель 8 (2.46-суретті қараңыз) радиалды жүктемесін қабылдайтын екіқатарлы роликті мойынтіректеріндегі 14 және 21 гильзасына 11 орнатылған. Осьтік жүктемесін шарикті тіреулі радиалды мойынтірегі 12 қабылдайды. Алдыңғы радиалды мойынтірегіндегі тартылым сақинаның 16 қалыңдығын көбейтуімен және мойынтіректің ішкі сақинасын сомындармен 9 және 10 (конустық мойыншасымен) аралық сақинасы 13 арқылы жылжуымен реттеледі. Ұқсас артқы мойынтірегінде тартылым бұрандаларды 7 тартқан кезде сақинаның 20 қалыңдығының есебінен өзгереді, нәтижесінде төлке арқылы 22 мойынтіректің ішкі сақинасы жылжиды.

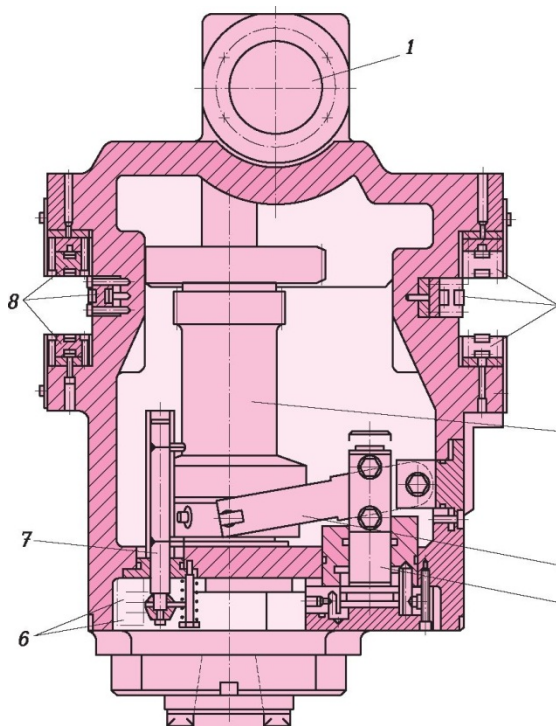
Айналу сәті шпиндельге басты қозғалыстың жетегінен тісті муфта 23 арқылы беріледі. Кесуші құралына айналу сәті екі қапталды кілтек 17 арқылы беріледі.



2.46.-сурет. Көлденең көп мақсатты станоктың шпиндельі  
 1, 2 және 3 — датчиктер; 4 және 22 — төлкелер; 5 — күпшек; 6 — тартым; 7 — бұран; 8 — шпиндель; 9, 10 және 25 — сомындар; 11 — гильза; 12 — тіреулі-радиалды шарлы мойынтірек; 13, 16 және 20 — сақиналар; 14 және 21 — роликті мойынтіректер; 15 — құралбілік; 17 — қапталды кілтектер; 18 — құралбіліктің сағағы; 19 — шарик; 23 — тісті

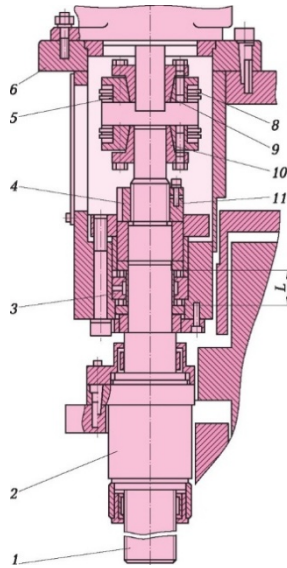
Аспаптық құралбіліктері 15шпиндельдің ішінде конусты тесігі бойынша негізделеді. Құралбіліктер тәрелке тәрізді серіппелерімен 24 қысылады, қысудың күшін сомынмен 25 реттеуге болады. Тартым 6 алдыңғы ұшында жылжыған кезде шариктер арқылы 19 құралбіліктің 18 сағағымен жалғанатын құлып бар. Құралбілік күпшекте 5 орналасқан төлке 4 арқылы гидроблогымен 28 босатылады. Гидроблоктың поршеньде 27 мойынтіректе тартымды 6 жылжытатын тіреу 29 орнатылған. Құралдың құралбілігінің босауы 1, 2 және 3 байланыссыз датчиктерімен бақыланады. Шпиндельдің конусты тесігі және құралбіліктің конусы арна 26 арқылы сығылған ауамен үрленеді.

2.47-суретте шпиндельді басшаның көлденең қимасы көрсетілген. Басшаның тіке жылжуы сомыны корпусстың 1 фланцына бекітілген шарикті винтті берісі арқылы теңселу 2 және 8 бағыттауыштарында орын алады. Тісті доңғалақтардың блогының ажыратылып-қайта қосылуы иінтірек 4 арқылы гидроцилиндрмен жүзеге асырылады, ал



2.47.-сурет. Шпиндельді басшаның фрагменті:

1 — фланец; 2және8 — теңселу бағыттауыштары; 3 —тісті доңғалақтар; 4 —иінтірек; 5 — гидроцилиндр; 6 — ажыратқыштан; 7



**2.48 сурет. Көпмақсатты станогының беріс жетегі :**

1 — қозғалтқыш винт; 2 — теңселу гайкасы; 3 — радиалды- тірелімді мойынтірек; 4 — гайка; 5 — сильфонды муфта; 6 — тұғыр; 7 — электр қозғалтқыш; 8 — бұран; 9 и 10 — төлкелер; 11 — винт; L — төлке ұзындығы

2.47 суретте басшаның көлденең кимасы  $Y$  көрсетілген. Басшаның тік қозғалысы гайкасы корпустың ернемегіне бекітілген домалақты бұрандалы беріліс арқылы теңселу бағыттаушысында 2 және 8 болып жатады. 3-гидравликалық цилиндр 5 тетігінен 4-ке ауысады, позицияны басқару таяқшаны 7 және шекті ажыратқыштар 6 арқылы жүзеге асырылады.

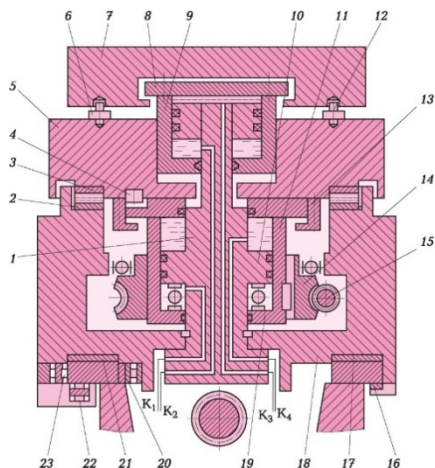
Тісті сақиналарының шығырын ажырата –қосылуы иінтірек 4 арқылы гидроцилиндрмен 5 жүзеге асырылады, ал қалыпты байқауы шток 7 және соңғы ажыратқыш 6 арқылы өтеді.

2.48 суретте КМ станогының беріліс жетегінің нұсқасы шпиндельдің басшасының тік берілісі мысалында көрсетілген (2.44-суретті қараңыз,  $Y$  координатасын қараңыз). Реттеуші электр қозғалтқыш 7 КМ тіреуінде тұғырдың 6 көмегімен бекітілген.



Ол конусты төлкелерінде 9 , 10 орнатылынған және бұрандарменен 8 бекітілген сальфонды муфта арқылы теңселу винтті жұбтың қозғалтғыш винтімен 1 жалғанған. Қозғалтғыш винт радиалды- тірелімді мойынтіректе 3 тұғырдың 6 кеулей жонуында орналасқан.

Тірелім мойынтіректегі керме гайканың 4 тиісті айналдырғандағы және артынша оны винтпен 11 бекіткендегі жағдайда, радиалды мойынтіректің төлке ұзындығың  $L$  өзгерту арқылы реттеледі. Қозғалтқыш винтімен 1 бірге жұмыс істейтін теңселу гайкасы 2 шпиндель басшасында бекітілген. Электр қуат беруі ажыратылған кезде шпиндель басшасының құлауын болдырмайтын тежеуіш муфтасы электр қозғалтқышқа кіріктірілген. Жұмыс бөлшегінің орналасқан орны бойынша кері байланыс бергіш арқылы жүзеге асырылады (2.44 сурет. *У координатасы*).



**2.49. сурет. Көпмақсатты станогының бұрылу үстелінің жетегі.**

1- жылжымайтын өс; 2 және 3 – жартымуфталары; 4- кілтөк; 5- бұрылу үстелі; 6 және 12- саусақтары; 7- серік үстел; 8 және 13- ернемектері; 9 және 11 – гидрощилиндлер; 10- поршень; 14 және 15- бұрамдық беріліс; 16, 17 және 21- жапсырмалары; 18- тікбұрышты үстелдің корпусы; 19- тірелімді шарлымойынтірек; 20, 22 және 23- теңселу бағыттаушысы.

2.49 суретінде көрсетілген КМ станогының бұрылу үстелінің жетек конструкциясының нұсқасында бұрамдық берілісі 14-15 бар. Бұрамдық 15 муфта арқылы жоғарымоментті электр қозғалтқышпен біріктірілген. Бұрылу үстелі 5 ернемекпен 13 және гидроцилиндрмен 11 бірге тікбұрышты үстелінің корпусындағы 18 жылжымайтын өске 1 орналастырылған. Үстелді бұру алдында корпусқа 18 қатысты бұрылу үстелді бекітетін үшбұрышты бейіні бар жартымуфталары 2 және 3 іліністен шығарылынады. Осы кезде май  $K_4$  каналы бойынша беріледі, және тірелімді шарлымойынтіректе 19 саңлау таңдалмағанға дейін үстел гидроцилиндрмен бірге жоғарғы жаққа дейін орнын ауыстырады.

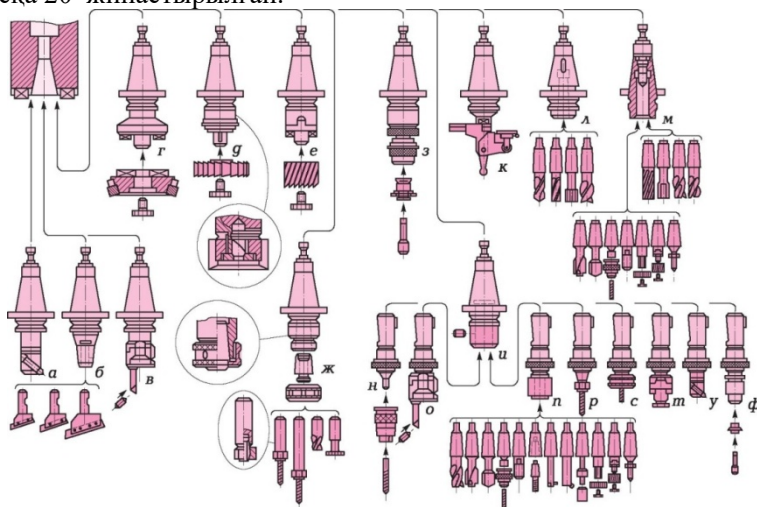
Бұрамдық беріліс 14- 15 арқылы электр қозғалтқыш гидроцилиндрді және онымен кілтек 4 арқылы байланыстырылған үстелді берілген бұрышқа бұрады. Бұрылуы аяқталғаннан кейін май  $K_1$  каналы арқылы беріледі, және жартымуфталардың тістерін бекітуімен үстел төменге түсіріледі. Бұрылу үстелінің үстіңгі бөлігінде,  $K_2$  каналы бойымен май берілгенде 6 және 12 саусақтарымен тіректенген және 8 ернемекпен қысыңқыранған серік үстелдерді бекітетін гидроцилиндр 9 орналасқан. Бекіткіштерді шешіп алу үшін май  $K_3$  каналы бойымен гидроцилиндрдің 9 үстіңгі қуысына беріледі. Тікбұрышты (негізгі) үстелінде фторопласттан жасалған 16, 17 және 21, жапсырмалары бар сырғанау бағыттауыштары және 20, 22 және 23 роликті теңселу бағыттауыштары бар.

КМ станоктар бүкіл механизмдерінің жоғарғы тезерекеттелігімен ерекшеленеді. Беріс жетектерінің қосалқы ауыстырушылық жылдамдығы 20м/мин барады. Құралды автоматты ауыстыру құрылғылары әдетінше 3... 6 с жұмыс циклына ие. Серік үстелдерін пайдалану кезіндегі дайындаманы автоматты ауыстыру ұзақтығы 20...70 с алу мүмкін. Серік үстелдерінің біреуінде дайындамалар өңделіп жатқанда, басқа серік үстелдерде келесі операциялар өндірілуі мүмкін: өңделген дайындамаларды өңделмегендерге ауыстыру, жартылай өңделген дайындамаларды басқа қалыпқа қайта орнату және қысу, өңдеуден кейін дайындамаларды бақылауға немесе шаюға жеткізу, бөлшектерді операцияаралық тасымалдау құрылғыларға жеткізу.

2.50 суретте корпусты және жалпақ бөлшектерді өңдеудегі КМ станоктарға арналған кескіш және қосалқы құралдарының жинақтамасы көрсетілген. Қосалқы құрал болып шпindelьді құралбіліктерінің қатары, өтпелі құралбіліктер және қысқыш патрондар табылады. Жону құрал үшін- *а,б* және *в* құралбіліктері; кескіш құралға айналдырушы моментін тарататын бойлық немесе

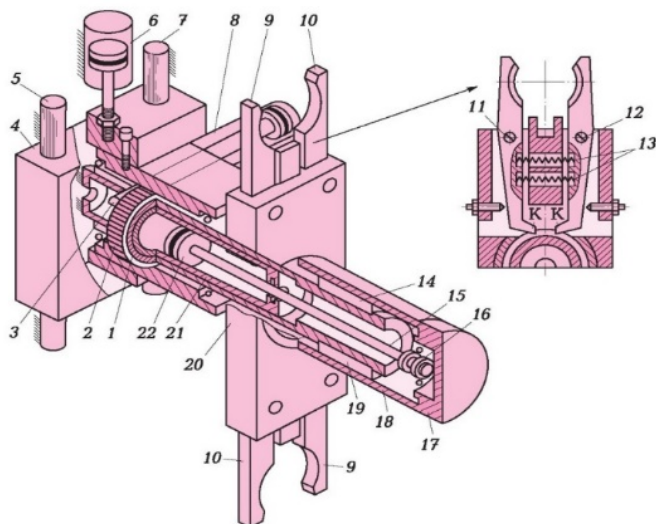
қапталдық кілтегі бар фреза үшін  $z$ ,  $d$  және  $e$  құралбіліктері;  $ж$  – цангалық патрон- бұрғылар, зенкерлер, ұңғылағыштар және цилиндрлік сағағы бар шағын фрезалар үшін;  $з$ - белгі салушылар үшін арнайы патрон; құралдың өстік орналасуын реттейтін  $н$ ,  $о$ ,  $п$ ,  $р$ ,  $с$ ,  $т$ ,  $у$  және  $ф$  өтпелі құралбіліктер үшін- патрон  $и$ ;  $к$ - центріздегіш құралбілік; Морзе конусы және жетектемесі бар аякқы құрал үшін  $л$  құралбілік; Морзе конусы және жетектемесіз аякқы құрал үшін  $м$  құралбілік- станоктың шпинделінде тікелей бекітіледі.

Құралды магазиннен қармап алу үшін, автооператордың корпусы 4 (2.51 сурет) цилиндрлік бағыттауыштарымен 5 және 7 гидроцилиндрмен 6 көтеріледі, және қармағыштардың бірі тиісті құралбілікті фланецті бекітеді. 9 және 10 қармағыштары 13 серіппесімен және 11 және 12 өстерімен 18 гильзасымен қосылған корпусқа 20 жинастырылған.



**2.50 сурет.** КМ станоктарға арналған кескіш және қосалқы құралдарының жинақтамасы:  $а$ ,  $б$ ,  $в$ ,  $г$ ,  $д$ ,  $е$ ,  $л$ ,  $м$ ,  $н$ ,  $о$ ,  $п$ ,  $р$ ,  $с$ ,  $т$ ,  $у$  және  $ф$ - құралбіліктер;  $ж$ - цангалық патрон;  $и$ - арнайы патрон;  $к$ - центріздегіш құралбілік.

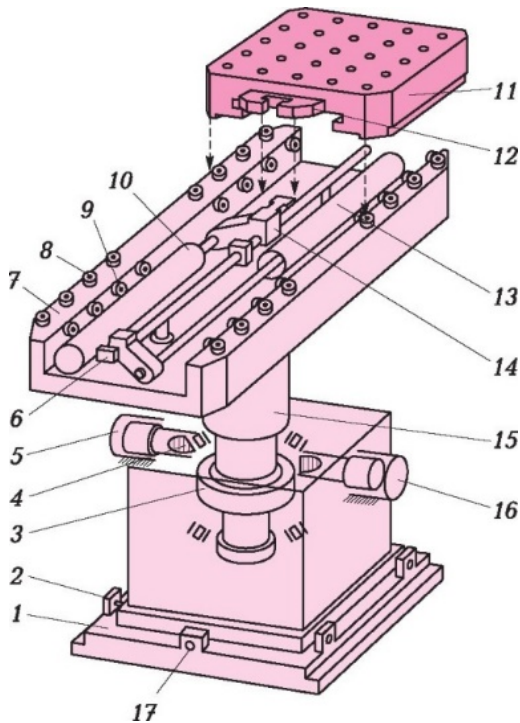
Гильзаның 17 қақпағында гидроцилиндрдің 21 штогына отырғызылған шарльмойынтірек 16 бекітілген. Поршеньнін орын ауыстыруында қармағышы бар гильза жылжып, кескіш құралы бар құралбіліктер магазин ұясынан немесе шпиндельдің отырғызу конусынан шығарылады. Стаканда 1 бекітілген тісті тәжбен 2 ілініп алынған гидроцилиндр 8 және төрткілдеш 3 корпустың 20 қармағыштарымен 180°-қа бұрылуына себеп болады. Стаканның оң жағы екі кілткепен 14,19 және гильзамен 18 жалғанған.



**2.51. сурет. Автооператор:**

1 — стакан; 2 — тісті тәж; 3 — төрткілдеш; 4 және 20 — корпустар; 5 және 7 — бағыттауыштары; 6, 8 және 21 — гидроцилиндрлер; 9 және 10 — қармағыштары; 11 және 12 — өстер; 13 — серіппе; 14 және 19 — кілттері; 15 — шток; 16 — шарльмойынтірек; 17 — қақпағы; 18 — гильза; 22 — поршень.

Өңделетін бөлшектері бар серік үстелдерді (серіктерді) автоматты ауыстыру құрылғысы 2.52 суретінде көрсетілген. Штоктағы Т- тәрізді қармағыштары 6 және 14 бар гидроцилиндрлар 10 және 13 орнатылған бұрылыс платформасына 7 (сыйымдылығы- екі серік) серік 11 қондырылады. Платформаға қондыру кезінде (**Б** көрсеткі бағытында орын ауыстыру) серік қапсырмасымен 12 қармағышпен 14 ілініске кіреді.



2.52 сурет. Серік үстелдерді автоматты ауыстыру құрылғысы.

1- тақта; 2 және 17- бұрандар; 3 және 4- төрткілдешті беріліс; 5, 10, 13 және 16- гидроцилиндрлер; 6 және 14- Т- тәрізді қармағыштары; 7- бұрылыс платформасы; 8 және 9- роликтер; 11- серік; 12- қапсырма; 15- тіреу.

Серік күту тұрғысында негізделеді және роликтерімен 8,9 гидроцилиндр 10 арқылы орнын ауыстыра алады. Алдыңғы дайындаманы платформадан тыс немесе күту тұрғыда өндегенде, кезекті дайындама серікте бегітіледі.

Дайындаманың өңделуі аяқталған соң, станок үстелі автоматты түрде серік ауыстыру құралына қарай жылжытылады және серіктің фигуралы қапсырмасы алдын ала А көрсеткі бойымен алға шығарылған шток арқылы қармағышпен 6 ілініске кіреді. Содан кейін, өңделген дайындамасы бар серік гидроцилиндр арқылы платформаға ауысады. Екі серіктің орындарын ауыстыру үшін тіреуі 15 бар платформа гидроцилиндрлері 5-16 және төрткілдешті берілісі бар 3-4 жетек арқылы  $180^0$  –қа бұрылады. Платформаның станок үстеліне қарасты орналасуын тақтадағы 1 бұрандармен 2,17 реттеуге болады.

Қарқынды түрде және көп жағдайларда ұзақ кесетін КМ станоктарындағы өңдеу кескіш құралды және өңделенетін дайындаманы майлап суыту сұйықтығымен (МСС) нәтижелі суытуды, сонымен қатар өңдеу аймақтағы жоңқаларды алып тастауды талап етеді. КМ станоктар әдегінше өнімділігі 100...150 л/мин дейін МСС жүйелерімен жабдықтандырылады. Дайындамалардың және жабдықтамалардың өлшемдері кең ауқымда өзгеріп жатқанда, станоктардың автоматты жұмыс жасаған жағдайларында МСС-ы өңдеудің әртүрлі аймақтарына және жоңқалар жиналатын орындарына жетуі қажет. Шпиндельдің айналасына және оның гильзасындағы бірнеше реттеулі каналдар арқылы, сол үшін МСС жіберіледі. Қолжетімсіз орындарды өндеген кезде МСС құралды жабдықтама арқылы тікелей беруге болады.

## **БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ**

---

1. Металл кесу станоктары арнайы дәрежесі бойынша қалай бөлінеді?
2. Сериялы болып шығарылатын станоктар қалай жіктеледі?
3. Автоматтандыру дәрежесі бойынша станоктар қалай бөлінеді?
4. Бұрғылау-фрезерлі- жону станоктары қалай жіктеледі?
5. Жонғыш- бұранда кесу станоктарының негізгі параметрлері қандай?
6. Стандартты бұрамаларын кесу және жонып өндеудегі ступпорты беріліске реттеуі қалай жасалады?

7. Қандай салаларда бойлық бұрғылайтын станоктары қолданылады?
8. Көлденең бұрғылайтын станоктар қандай жағдайларда қолданылады?
9. Сүргілеу станоктардың өнімділігі қандай?
10. Ажарлағыш станоктар мақсаты бойынша қалай бөлінеді?
11. Әмбебап ажарлағыш станоктардың типтарын атаңыз.
12. СББ-ы бар жонғыш станоктарға арналған кесуші құралдардың және типтік қарапайым бетердің мысалдарын келтіріңіз.
13. СББ-ы бар жонғыш станоктарда құралдар және өңделетін дайындаманың геометриялық өлшемдері үшін өлшеуді автоматты бақылауының қандай құрылғылары орнатылған?
14. СББ-сы бар фрезерлі станоктардың ең кең таралған үйлестіру тәсілдерінің мысалдарын келтіріңдер.
15. Көп мақсатты деп қандай станоктар аталады?

### ӨНЕРКӘСІПТІК ЖАБДЫҚ БӨЛШЕКТЕРІНІҢ ТОЗУЫ

#### 3.1. ТОЗУ ҚҰБЫЛЫСЫНЫҢ МӘНІ

Машиналардың және станоктардың қызмет мерзімі олардың тозуымен- механизмдердің алғашқы пайдалану сапасын едәуір жоғалтуымен анықталады.

**Тозу-** бұл машиналарды пайдалану кезіндегі бөлшектер өлшемдерінің өзгеруінің жаңадан кері айналмайтын үдерісі. Сонымен бірге, әдеттегідей, бөлшектердің жұмыс беттерінің түрі, өлшемдері және жағдайы өзгереді. Бұл өзгерістердің белгілі бір шамасында жеке бөлшектердің, механизмдердің және бүтіндей агрегатта пайдалану сапасының күрт өзгеруі басталады және оларды жөндеу қажеттігін туғызады.

Жабдықтардың бөлшектерінің тозуы біркелкі емес: жұмыс жағдайына байланысты бір бөлшектер басқаларына қарағанда тез тозады.

Машиналарда біртіндеп тоқтап қалуы(тозуы) және кенеттен тоқтап қалуы (авариялық) болады.

**Біртіндеп тоқтап қалу-** машинаның жұмыс сапсынын елеулі төмендеуісіз ұзақ жұмысының нәтижесінде дұрыс пайдаланғанда орын табады.

**Авариялық тоқтап қалу-** машинаның бөлшектерінің тез өспелі (күшейе түсу) және аз мерзім ішінде машинаның одан арғы жұмысы мүмкінсіз болуына жеткізетін тозу салдары.

Авариялық тоқтап қалуына- машинаны дұрыс күтпеуі, сонымен қатар майлау режимін ұстанбауы, машинаны шамадан тыс пайдалануы, сондай-ақ уақытылы жасалмағаң немесе сапасыз жасалған жөндеу жұмыстары себеп болады.

Кейбір жағдайларда авариялар жабдықтарды ұзақ мерзімге істен шығуына себеп болады және оларды жою үшін көп қаражат жұмсалады.



Қауіпсіздік, блоктау құрылғыларының және қозғалыстарды шектегіштерінің болмауы немесе дұрыс жұмыс істемеуі, машина бөлшектерінің бұзылуына маңызды себептерінің бірі болып табылады.

Кейбір бөліктерде ұйғарынды шекті тозу белгіленеді, яғни бұл бөліктерді одан әрі пайдалануы қолайсыз болып табылатын тозу мөлшері. Келесі белгілерге сүйене отырып бөлшектердің шекті тозулары айқындалады:

- бөлшектердің беріктігі мен сенімділігін төмендеуі;
- түйіндесу сипатының өзгеруі;
- тозған бөлшектерінің құрылғының басқа бөлшектер жұмысына әсер етуі.

Жабдықтың бөлшектерін пайдаланудың қарқындылығы (жылдамдығы) олардың жұмыс істеу шарттары мен режиміне, материалға, қажалатын жұптың майлау сипатына, нақты күш пен сырғыма жылдамдығына, түйіндесу аймағындағы температураға және қоршаған ортаға (қоршаған орта ауасының шаңды болуы және т.б.) тәуелді болады.

Бөлшектердің тозуы механикалық, молекулярлы-механикалық және коррозиялық болады.

Бөлшектердің сырғу кезінде пайда болатын үйкеліс күш әсерінің нәтижесі **механикалық тозу** болып табылады. Механикалық тозуында қосыла жұмыс істеп тұрған бөлшектердің металының беткі қабатының желінуі (кесілуі) орын алады, және осының нәтижесінде олар өздерінің геометриялық өлшемдерін жоғалтады. Білік- мойынтірек, тұғыр- үстел, поршень- цилиндр және т.б. осындай бөлшектердің белгілі түйіндестер жұмысы арқылы механикалық тозу орын алады. Ол беттердің теңселу үйкелісінен пайда болады, өйткені үйкелістің осы түріне сырғу үйкелісі ілеседі, бірақ мұндай жағдайларда тозу аз болады. Бөлшектердің механикалық тозуының мөлшері мен сипаты металдың жоғарғы қабаттарының физикалық және механикалық қасиеттеріне, түйіндесетін беттерінің жұмыс жағдайларына, қысымға, ауыстыруының салыстырмалы жылдамдығына, үйкеленетін беттерді майлау жағдайына, олардың кедір-бұдыр дәрежесіне және т.б. тәуелді.

Үйкелесетін бөлшектер арасында кірлеу кезіндегі түйіндесетін беттерінің қарқынды ысқылануын және тозуын туғызып, абразивті пастаның рөлін атқаратын абразивті тозу бөлшектерге ерекше талқандауыш әсерін тигізеді. Сонымен қатар, бөлшектердің механикалық тозуы түйіндес беттерінің өзара әрекетінің сипатына байланысты. Кілтекті, оймакілтекті, бұрамалы

және басқа қосындыларға тән болатын, бөлшектер беттерінің салыстырмалы ауыстырымсыз өзара әрекеті металдың жаншылуын туғызады.

Жұмыс барысында машинаның біраз бөлшектері (біліктер, тісті дөңгелектердің тістері, шатундар, серіппелер, мойынтіректер т.б.) ауыспалы жүктемелердің ұзақ өзара әрекетіне ілінеді. Осы динамикалық жүктемелер, статикалықтарға қарағанда, бөлшектердің беріктігі үшін едәуір қауыпты. Ауыспалы жүктеме әсерінен бөлшектердің бұзылуы білінетін қалдық деформацияларсыз (морт омырық) өтеді.

Механикалық тозу жабдықтың бөлшектерін дұрыс күтпегеннен болуы мүмкін. Майлау берісіндегі ауытқылардан, уақытылы және сапалы жөдеу жұмыстары жасалмағандықтан, сонымен қатар машинаның асқынжүктелуінен тозудың пайда болуы жеделдетіледі.

Материалдың ауыспалы жүктемелер әсерінен бұзылуы оның шаршауынан туындайды. Біліктер, серіппелер және басқа бөлшектер шаршағаннан көлденең қимасынан бұзылады. Сонымен бірге омырықтың сызаттар дамыған аймағымен және омырық өткен аймағымен өзіндік түрі пайда болады. Бірінші аймақтың беті тегіс, ал екіншісінікі- қаяуларымен және кейде түйіршікті. Шаршағандықтан бұзылуын болдырмау үшін жаңадан жасап шығарылып жатқан немесе жөнделініп жатқан бөлшектің көлденең қимасының өлшемін дұрыс алу маңызды және бөлшекті бір өлшемнен басқа өлшеміне күрт ауысуымызсыз жасап шығару. Дөрекі өңделген бет, сызықсыз және тырнақсыз шаршау сызатының пайда болуына себепкер екенін есте сақтау керек. Дұрыс пайдалану, уақтылы және дұрыс жасалған жөндеу жұмысы, әдетше жол апаты болуының ықтималдығын жоққа шығарады және машинаның шыдам мерзімін едәуір арттырады.

**Бөлшектердің молекулярлы- механикалық тозуын** бір беттің басқа бетке жабысуы (ұстасуы) деп білеміз. Бұл құбылыс майлаудың жеткіліксіздігінде және айтарлықтай меншікті қысым болған, бір біріне тығыз жақында үйкелістегі беттердің ұсталуына әкелетін молекулярды күштер жұмыс істей бастаған кезде байқалады.

**Коррозия** әдетте су, ауа, химиялық заттар мен ауа температурасы тікелей әсерінен машиналар мен қондырғылардың бөлшектерінде пайда болады. Өндірістік үй-жайда ауа температурасы тұрақсыз болып көтерілген сайын, ауадағы су буы суық металл бөлшектерімен байланыста болады және конденсат

түрінде оларға түседі. Бұл металлдың тот басуын, яғни оның ауаның оттегімен байланысуын тудырады.

Коррозия әсерінен бөлшектерде терең желінуі пайда болады, материал кеуекті болып, механикалық беріктігін жоғалтады. Бұл құбылыстар, атап айтқанда, бу немесе су ортасында жұмыс істейтін гидравликалық баспақтарда мен бу балғалары бөліктерінде байқалады.

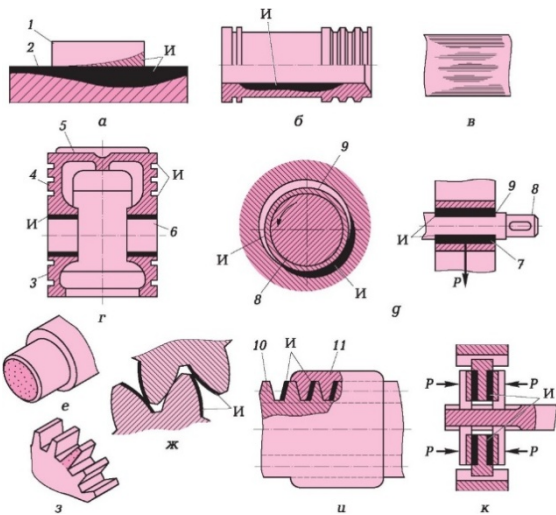
Әдетте, коррозиялық тозу бір бөлшектің екінші бөлшекпен түйіндесуі арқылы механикалық тозуымен қабаттас болады. Бұл жағдайда коррозиялы-механикалық тозу, яғни кешенді пайда тозу болады.

### **3.2. БӨЛШЕКТЕРДІҢ ТОЗУЫНЫҢ СИПАТЫ**

Жазықтық бағыттауышы бар бөлшектердің механикалық тозуы әдетте ұзындығы бойынша біркелкі болмайды. Тозудың нәтижесінде бағыттауыштардың жазықтығы, түзулігі және параллельдігі, кейбір жағдайларда кез-келген беттерге перпендикулярдығы бұзылады. Біркелкі емес тозу- өздерінің ұзындығы бойынша ұқсас емес жүктеме бағыттауыштардың бетіндегі әрекет нәтижесі. Мысалы, станок тұғырының тура сызықты бағыттағыштары үлкен көлемдегі жергілікті жүктемелердің әсерінен ортаңғы бөлікте ойыстыққа ие болады, ал олармен түйіндесетін үстелдің қысқа бағыттауыштары шығыңқы болып қажалық пайдада болады (3.1 а суреті).

Қозғалтқыштарда, компрессорларда, балғалар және басқа да машиналарда цилиндрлер мен поршеньдік гильзалар біркелкі емес тозады (3.1, б суреті). Тозу поршеньдік сақиналардың қозғалысы аймағында жүреді және цилиндрдің немесе гильзаның ішкі қабырғаларында көрінеді. Цилиндр саңылауының пішіні бұрмалананып (цилиндрлік емес, дөңгелек емес немесе бөшке тәрізді), қажамалар (3.1в суреті) және басқа ақаулар пайда болады.

Ішкі жану қозғалтқыштарының цилиндрлерінде, ең үлкен қысым мен ең үлкен температураны сезінген кезде, жоғарғы бөліктері ең үлкен тозға ұшырайды. Ұста- баспақ жабдығында, керісінше, соққылар кезінде поршень болатын цилиндрдың төменгі бөлігінде ең үлкен тозу пайда болады.



### 3.1. Бөлшектердің тозу сипаты:

*а* — үстел бағыттаушының тозуы; *б* — цилиндрдің ішкі беттерінің тозуы; *в* — реттығын бетіндегі қажама; *г* — поршеньнің тозуы; *д* — біліктің тозуы; *е* — біліктің шаршау бұзылуы; *ж* — дөңгелек тістерінің тозуы; *з* — тістің сынуы; *и* — винт пен гайканың бұрамаларының тозуы; *к* — тегерікті үйкелістік муфтасының тозуы: 1 — үстел; 2 — тұғыр; 3 — белдемше; 4 — далдаша; 5 — түбі; 6 — саңылау; 7 — мойынтірек; 8 — біліктің мойыны; 9 — саңылау; 10 — винт; 11 — дөңгелек гайкасы; И — тозу орындары

Поршеньнің тозуы (3.1,г суреті) белдемшедегі 3 қажама және желінулерінен, бұнақтар арасындағы далданың 4 омырығынан, түбте 5 сызаттың пайда болуынан және поршеньді саусақ астына саңылау істеуінен байқалады.

Біліктердің тозуы олардың деформациясынан көрінеді (3.1, д суреті). Біліктер майысып, бұралып және сынып қалады (3.1, е суреті). Біліктердің мойындарында қажама пайда болғандықтан,цилиндрлік мойындар конусты, бөшке тәрізді немесе дөңгелек емес болады. Төлкелердің және сырғу мойынтіректерінің цилиндрлік саңылауларыда конусты пішінге ие болады. Саңылаулардың қимасы дөңгелек емес болып қалады.

Білік мойындарының және біліктің айналу кезіндегі төлкелерінің саңылау беттерінің тозуы- әртүрлі бағыттағы жүктемелердің әркелкі әрекетінің нәтижесі. Егер айналуы кезінде білікке өзінің ауырлық күші әсер тигізсе, онда мойынтіректің сол жақ төменгі жағында (3.1, д суреті) тозу байқалады.

Тісті берілістерде тістер тозуға ұшырайды (3.1, ж). Қажамалар пайда болады, тістер өзінің пішінін, өлшемін жоғалтады және сынып қалады (3.1, з).

Тісті берілістің асқын жүктелуінің, оған бөтен денелердің енуі және дұрыс жиналмағанының (мысалы, біліктегі тісті дөңгелектерін өстер қиғаштығымен дұрыс бекітпеуі) нәтижесінде тісті дөңгелектердің тістерінің сынуы, дөңгелектердің шабақтарындағы, тоғынында және күпшегінде сызаттың пайда болуы, қондырма саңылауларының және кілтектердің тозуы пайда болады.

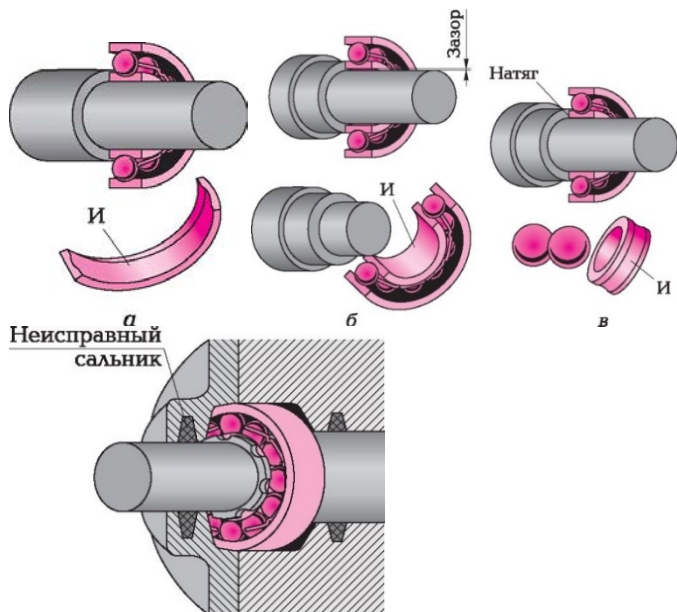
Қозғалтқыш винттардың бұрамасы трапециялық немесе тікбұрышты. Винттің және оның гайкасының бұрамасы тозып, орамдары жұқаланады (3.1, и суреті). Станоктарда өңделетін көпшілік бөлшектердің, қозғалтқыш винттарға қарағанда, ұзындығы қысқа болғандықтан, винттар бұрамаларының тозуы біркелкі болмайды. Бұраманың көп жұмыс істейтін бөлігі қаттырақ тозады.

Винттарға қарағанда қозғалтқыш винттардың гайкалары тезірек тозады. Бұл, гайканың бұрандалары ластанудан жақсы қорғалмағанына - шацнан және кірден тазалауға ыңғайсыздық туындайды, кейбір жағдайларда гайкалар қанағаттанарлықсыз майланады, және гайканың орам санына тең орамдарының бөлігі ғана біруақытылы жұмыс істейтін винтпен түйіндескен гайка бұрамасының барлық орамдары іске қосылғандығына байланысты.

Үйкеліс күштер әсерінің нәтижесінде тегерік шет жақтары ең үлкен тозуға ұшырайды (3.1, к сур.). Тегері беттері желінеді, және оларда қажамалар пайда болып, жазықтығы бұзылады.

Бұрамалы қосылыстарында бұрама бейіні ең жиі тозады, нәтижесінде ішіндегі саңылау үлкейеді. Бұл тек қана қозғалтқыш ғана емес, сонымен қатар қысқыш винттарда және жиі бұрап шығарылатын бекітпе бұрандаларда байқалады.

Жеткіліксіз немесе, кесірінше, винттарды және гайкаларды асыра тартуы бұрамалы қосылыстардың тозуының нәтижесі. Іс үстіндегі қосылыс үлкен немесе ауыспа таңбалы жүктемелерді қабылдағанда бұл тозу ерекше қарқынды болады. Бұрандар мен винттар созылып, бұрама қадамы және оның бейіні бұрмаланады, гайка тұтылып қалады. Бұл жағдайларда қосылыс бөлшектерінің авариялық сынуы ықтимал. Ақаулы кілтермен бұрап шығаруы бұрандар және гайкалардың бас кырлары бәрінен жие тозады.



### 3.2. Теңселу мойынтiректерiнiң тозуы:

*а* — қығаштық салдары; *б* — бiлiкке айналдыру кезiндегi iшкi сақинаның тозуы; *в* — асыра тарту салдары; *г* — ақаулы тығыздама; И — тозу орындары.

(неисправный сальник – ақаулы тығыздама, зазор - саңылау , натяг - керме )

Кiлтектi қосылымдарда кiлтектермен бiрге ойық кiлтекте тозады. Бiлiкке бөлшектi қондыруының нашарлауы және ұясы бойынша кiлтектiң дұрыс келтiрмеуi осыған себеп болады.

Тербелiс мойынтiрегiнде тозуға жұмыс беттерi шалдығады. Оларда ойықтар мен нүктелер пайда болады, шариктер мен жүгiру жолдарының беттерi қабыршықтанады. Динамикалық жүктеменiң әсерiнен теңселу беттерiнiң шаршанқы бұзылуы болады. Бiлiкке және корпусқа мойынтiректердi тығыз қондыруынан шариктер мен роликтер сақина арасына қысылып қалады, осының нәтижесiнде монтаждау кезiнде сақиналардың қиғаштануы және басқа жағымсыз салдарлары болуы ықтимал. 3.2, а-суретiнде мойынтiрек сақиналарының тозу түрлерi көрсетiлген.

### 3.3. ТОЗУДЫҢ БЕЛГІЛЕРІ

Машина немесе станоктар бөлшектерінің тозуын олардың жұмыс сипатынан байқауға болады.

Бұлғақты иінді білік (іштен жану қозғалтқышы, бу қозғалтқыштары, компрессорлар, эксцентрикалы пресстер, сорғылар және т.б.) бар машиналарда тозудың пайда болуын бөлшектер түйіндесетін жерлердегі дүмп тарсылынан білуге болады. Ол неғұрлым қатты шықса, соғұрлым тозуы көп болады.

Тісті берілістердегі шу тістер бейінің тозғанын білдіреді. Айналу немесе тіп-тік қозғалыс бағытының өзгеруіндегі кілтекті және оймакілтекті қосылымдардың бөлшектерінің тозу жағдайларында әрдайым дүмп және өткір сокқы сезіледі.

Станоктың құрастырмалы бірліктеріндегі тозуды есту арқылы ғана емес, сондай-ақ осы станокта өңделген бөлшектерінің бет түрлерінен де анықтауға болады. Мысалы, егер жону станогында өңдеу кезінде бөлшекте бірдей аралықта сақиналы шығыңқылар немесе ойықтар пайда болса, онда бұл станок алжапқышындағы төрткілдешті дөңгелектің тістері және төрткілдештің тозуын білдіреді, суппорттың бірқалыпты қозғалысы үзілмелі болады. Бұл ақаулық көбінесе, қозғалтқыш білік өтетін берістер қорабының және алжапқыш саңылауларының сақтаулығын бұзатын, тұғырдың және суппорт күймешесі бағыттаушының тозуынан болады.

Шпиндельдің конустық саңылауына орнатылған біліктегі ұсақтану іздері тозу салдарынан шпиндельді мойыны және оның мойынтіректерінің арасындағы саңылауы үлкейіп кеткенін көрсетеді.

Винттарда бекітілген тұтқаларының рұқсат етілгеннен жоғары өлі жүрісінің арттыруы винттар мен гайкалардың кесілуінің белгісі.

Өлі жүрісі деп тұтқаның, өзімен қосылған бөлшекті қозғалтпай тұрып бұрылғандағы, бос бұрышын атайды. Жону станогындағы суппортқа тұтқаның рұқсат етілген ең жоғарғы өлі жүрісініңвинт аймалымы-  $\frac{1}{40}$  .

Машина бөлшектерінің пішіні өзгергені және онда пайда болған сызаттар, жырашықтар және сокпадақтар тозу белгілері болып келеді.

Ауыспа таңбалы жүктемелерімен жұмыс жасайтын машиналардың бөлшектерін, бұзылуына себеп болатын ұсақ

жарықтарды айқындау үшін, үлкейткіш әйнек (лупа) арқылы қарау керек.

Кей жағдайларда осындай бөлшектерді тексерерде балға пайдаланады. Бөлшектерді балғамен соққан кездегі шығатын салдырау дыбысынан жарықтарды анықтауға болады.

Теңселу мойынтіректері бар құрастырмалы бірліктердің жұмысы бойынша, олардың шығаратын шуы арқылы білуге болады. Бұл тесеріс стетоскоппен атқарылады, ал ол жоқ болғанда-металды шыбықпен: жұмырланған шетін құлаққа апарып, ал сүйір шетін мойынтірек тұрған орынға ткізеді. Мойынтіректердің қалыпты жұмысы барысында әлсіз шу, біркелкі ызың естіледі, ал жұмысы бұзылған жағдайда- қатты шу пайда болады.

Ысқырық немесе өткір (сыңғырлы) шу мойынтіректегі майлауыдың болмауын, ішкі және сыртқы сақиналарының жүгіру жолдары арасындағы шариктер мен роликтердің қысылуын білдіреді. Даңғырлақ шу (жиі соққылар)- сақинаның ролик пен шариктерінде жарашықтар пайда болғанын немесе мойынтірекке абразиті шаң түскенін немесе оның ластанғанын білдіреді.

Дүлей соққылар мойынтіректің білікке және корпусқа қондыруының әлсірегенін көрсетеді.

Температураның 60°C-на дейін шыдайтын қолдың сыртқы жағының жанасуымен мойынтіректің жұмысын жылуы арқылы тексеруге болады. Мысалға, мойынтіректің қызып кетуі жүгіргіштердің арасындағы шарлар немесе роликтердің қысылуының нәтижесі болуы мүмкін, немесе, әсіресе білік жоғары жылдамдықпен айналғанда, майлаудың болмауы салдарынан болуы мүмкін.

Мойынтіректің қызып кетуі біліктің айналу жылдамдығы артқанда, білік айналымына кедергі тудыратын майдың артық немесе қою болуы. Мойынтіректердің айтарлықтай қызуы олардың жедел тозуына әкеледі.

Біліктің тығыз айналуы мойынтіректің білікке немесе корпусқа тығыз қондырылғанын көрсетеді.

Компрессордың цилиндрдегі даңғырлы соғу поршеньдік сақиналардың бұзылуын немесе тозуын көрсетеді. Цилиндрдегі дүлей соққы поршень мен цилиндрдің тозуын сипаттайды. Сермердің соғуы оны білікке түсіруінің бұзылуының нәтижесі болуы мүмкін. Пневматикалық жүйедегі жеткіліксіз қысым құбыр қосылыстарынан сығылған ауаның кетуі, жетек белбеуін жоғалту, цилиндрдің, поршень мен басқа компрессорлық бөлшектердің тозуының нәтижесі болып табылады.



### 3.4. ШЕКТІК ТОЗУЛАР

Жабдықтардың ұзақмерзімділігін арттыру үшін әртүрлі машина бөлшектері үшін шекті тозу мәндерін білу және анықтау өте маңызды. Машиналар мен машиналардың арнайы талаптарға негізделген көптеген түрлері үшін төтенше тозу мәндерін дәл анықтау қиын міндет. Станоктардың және түрлі типтері мен мақсаттарына арналған машиналардың бөлшектері үшін, оларға жүктелген нақты талаптарға негізделген шекті тозу мәндерін анықтау қиын міндет болып табылады.

Әрі қарай мысал ретінде зауыттардың озық жөндеу қызметтерінің тәжірибесінен алынған кейбір бөлшектердің тозу нормалары берілген.

Жоғары дәлділіктегі станоктар үшін (прецизионды жабдықтар) бағыттауыштардың ұзындығы 1 000 мм-ге 0,02 ... 0,03 мм тозу шекті деп есептеледі, ал қалыпты дәлдіктегі жабдықтар үшін 1000 мм ұзындықта - 0,1 0,2 мм тозу шекті болады.

Өтімдік қосалқысысы жоқ жылжу мойынтіректерде (төлкелер), беріліс коробкасында, алжапқышта және басқа механизмдарда орнатылған білік мойындарының тозуы білігінің диаметрінен 0,001,001 шегінде оның дәлдігіне байланысты рұқсат етіледі. Тиісті деректер 3.1.кестесінде келтірілген.

Рұқсат етілген шпиндель мойының тозуы - - 0,01-0,05 мм-станоктың дәлділігіне қойылатын талаптарына байланысты. Тіңселіс мойынтіректердің білік мойындарының тозуы 0,03...0,04 мм ден, ал оймакілтектердің тозуы ені бойынша -0,1...0,15мм ден аспауы керек.

Тісті берілістерге 3.2.кестесінде көрсетілген қалыңдығы бойынша болат тістердің тозуы рұқсат етіледі.

#### 3.1.кестесі. Құрастырмалы біліктердегі білік- мойынтірек саңылаулар дәлдігіне байланысты, мм жөндеусіз рұқсат етілген

Білік диаметрі, мм	Жауапсыз механизмдер	Біліктің айналым жиілігінде жұмыс істейтін, жауапты механизмдер, мин <sup>-1</sup>			
		1 000 төмен		1 000	
		Үлесімді жүктеме, кгс/см <sup>2</sup>			
		30дейін	30 жоғары	30	30 жоғары
50...80	0,5	0,20	0,10	0,3	0,1
80...120	0,8	0,25	0,15	0,3	0,2
120...180	1,2	0,30	0,20	0,4	0,2
180...260	1,6	0,40	0,25	0,6	0,3
260...360	2,0	0,50	0,30	0,7	0,4

3.2. кесте. Дөңгелектердің болатты тістерінің тозуы және оларға сәйкес жөндеу типтері

Жұмыс режимі	Жылдамдық, м/с	Максималды соңғы тозу, бастапқы айналымдағы тістің номиналды қалыңдығына%, жөндеу кезінде.	
		кіші	капиталды
Екпінді жүктемесіз бір бағыттағы қуат берісі	До 2		
	2...5	20	10
	Более 5	15 10	6 5
Екпінді жүктемедегі реверсивті беріс	До 2	15	5
	2.5	10	5

Ескерту: Шойыннан жасалған тісті дөңгелектер үшін 3.2.кестеде келтірілген деректер 30<sup>0</sup>% азайтылады.

### БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Өндірістік жабдықтың тозу үрдісін не жылдамдатады және бұл тозуды азайту тәсілдері қандай?
2. Станоктардың бағыттауыштарының тозуын қандай шаралар азайтады?
3. Механикалық, молекулярлы- механикалық және коррозиялы тозудың мәнін түсіндіріңіз.
4. Бөлшектердің тозуы қалай анықталады?

# ПІСІРУ ЖӘНЕ БАЛҚЫТЫП ҚАПТАСТЫРУ АРҚЫЛЫ БӨЛШЕКТЕРДІҢ ШЫДАММЕРЗІМІН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ ЖӘНЕ АРТТЫРУ ӘДІСТЕРІ

## 4.1. ПІСІРУ ЖӘНЕ БАЛҚЫТЫП ҚАПТАСТЫРУ ТҮРЛЕРІ

---

### 4.1.1. ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТТЕР

Жөндеу кәсіпорындарында технологиялық машиналар бөлшектерінің 50% астамы пісіру және балқытып қаптастыру арқылы қалпына келтіріледі. Пісіру бөлшектердің жарықтарын, ойықтарын, жарықшаларын бітеу және басқада механикалық бүлінген жерлерін жою үшін қолданылады, ал балқытып қаптастыру – бөлшектердің тозған беттерінің көлемін қалпына келтіру және олардың тозыққа беріктілігін арттыру үшін қажет.

Машина бөлшектерін жөндеу кезінде пісіру мен балқытып қаптастырудың кең пайдалануы жұмыстың жылдам орындалуымен және технологиялық жабдықтың салыстырмалы қарапайымдылығы мен процесстің үнемділігімен түсіндіреді. Соған қарамастан пісіру мен балқытып қаптастырудың бірнеше кемшіліктері бар: термиялық әсер ету аймағында негізгі металдың құрылымының өзгеруі және бөлшектердің өзгеруіне әкеп соқтыратын жергілікті кернеулердің пайда болуы, тозу төзімділігінің төмендеуі және тіпті жарықтардың болуы; жоғары көміртекті және қосындыланған болаттардан, шойыннан жасалған бөлшектерді пісіру және балқытып қаптастыру кезінде туйындайтын қиыншылықтар.

Технологиялық машиналарды жөндеу кезінде көбінесе бөлшектерді доғалық және газды пісіру мен балқытып қаптастыру кең таралған.

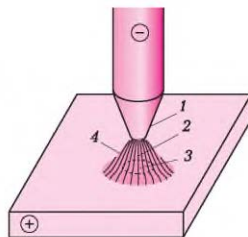
### 4.1.2. Доғалық пісіру және балқытып қаптастыру

Доғалық пісіру дегеніміз бөлшек жиегі мен электрод ұшы қуатты жылу көзімен қыздырылады – электрод пен пісірілетін бөлшектің арасында пайда болатын электрикалық доғаны білдіреді. Осының нәтижесінде пісірілетін металл мен электрод

материалынан сұйық металл ваннасы пайда болады. Сұйық металл араласып отырып пісірілетін бөлшектердегі жіктерді толтырып

**Сурет 4.1. Доғалық разряд схемасы:**

1 – катод; 2 – доғалық разряд бағанасы; 3 – анод; 4 – пісірілетін доға жалыны



және суыған соң жік пайда болады. Сұйық металды қоршаған ортаның зиянды әсер етуінен сақтау үшін арнайы сылақ жағады немесе процессті қорғау ортасында (көмірқышқыл газы, аргон, азот немесе олардың комбинациялары) орындалады. Қорғау ортасы ретінде сусымалы қоспа болса, процессті флюс қабаты астындағы пісіру деп атайды.

Электрикалық доға пісірілген металдан, электрод материалы және қорғау ортасынан пайда болған қатты йондалған газ және бу қабатындағы күшті электрикалық разрядты білдіреді.

4.1- суретте доғалық разряд схемасы көрсетілген. Электрикалық доға формасы мен көлемі ток күші, электрод материалы және диаметрі, және де газдардың құрамы мен қысымы арқылы анықталады.

**Пісіру доғасының қуат көзі.** Доғалық пісіру мен балқытып қаптастыру үшін ауыспалы және тұрақты ток көзі қолданылады.

**Ауыспалы ток көздеріне** пісіру трансформаторлары жатады. Пісіру тоғы екінші реттік және бірінші реттік орамдар арасында немесе екінші реттік орам орауыштарының санын ауыстыру арқылы реттеледі. Металдарды қолмен пісіру, балқытып қаптастыру және кесу үшін ТС -55, ТС -300, ТД -300, ТД -500, ОСТА -350 ж т.б. трансформаторлары қолданылады. Трансформаторлар үлгілерінің индекстеуіндегі 55, 300, 500, 350 сандары пісіру тоғының ампермен (А) көрсетілген номиналды күшін білдіреді.

**Тұрақты ток көздері** ауыспалы ток электр қозғалтқышы мен тұрақты ток генераторынан құралатын пісіру түзеткіштері (ВДГ -301, ВДГ-302 ж т.б.) және пісіру түрлендіргіштері мен агрегаттарға (ПСО -300, ПС -500 ж т.б.) бөлінеді.

**Металды балқыту, тасымалдау және жік қалыптасуы.** Электрикалық доғаның тиімді жылу қуаты Вт, келесі формула арқылы есептеледі:

$$q_э = U_D I_{CB} \eta_э \quad (4.1)$$

бұндағы  $U_D$  – доға кернеуі,  $B$ ;  $I_{CB}$  – пісіру тоғының күші,  $A$ ;  
 $\eta_3$  – балқытып қаптастыру процессінің тиімді ПҚК.

$\eta_3$  – көлемі электрикалық доғаның электрикалық жылу қуатының толық жылу қуатына қатынасын білдіреді. Ол пісіру әдісіне байланысты және көмір электродымен ашық доға түрінде балқытып қаптастырғанда 0,5...0,6 құрайды, сапалы жабу арқылы электродтармен балқытып қаптастыруда – 0,6...0,8, флюс астында доғалық балқытып қаптастыруды – 0,8...0,9.

Балқытылған электрод саны  $g$ , келесі формуламен анықталады:

$$G_3 = \alpha_3 I_{CB} \tau \quad (4.2)$$

бұндағы  $\alpha_3$  - балқыту коэффициенті,  $g/(A \cdot c)$ ;  $\tau$  – электрикалық доға жану ұзақтылығы,  $s$ .

Ерітілген металл массасы,  $g$ , келесі формула арқылы есептеледі:

$$G_H = \alpha_H I_{CB} \tau \quad (4.3)$$

бұндағы  $\alpha_H$  – еріту коэффициенті,  $g/(A \cdot c)$ .

Еріту кезінде қатынастан пайызбен бағаланатын от пен шашыраудан электродтық материал жоғалтулары байқалады:

$$\psi = \frac{G_3 - G_H}{G_3} 100 \quad (4.4)$$

Балқытылған металл электродтан негізгі металға тасымалданады, бірақ керісінше болмайды, яғни бұл газдар қозғалысы мен беттік тартылуына бағытталған балқытылған металға электромагниттік күш әсер етуін білдіреді, ал төменгі жақтан пісірген кезде – біршама балқытылған металл массасы болуымен анықталады.

Балқытылған металл электродтан 30 дан 60 дейін рет/с тамшы түрінде тасымалданады.

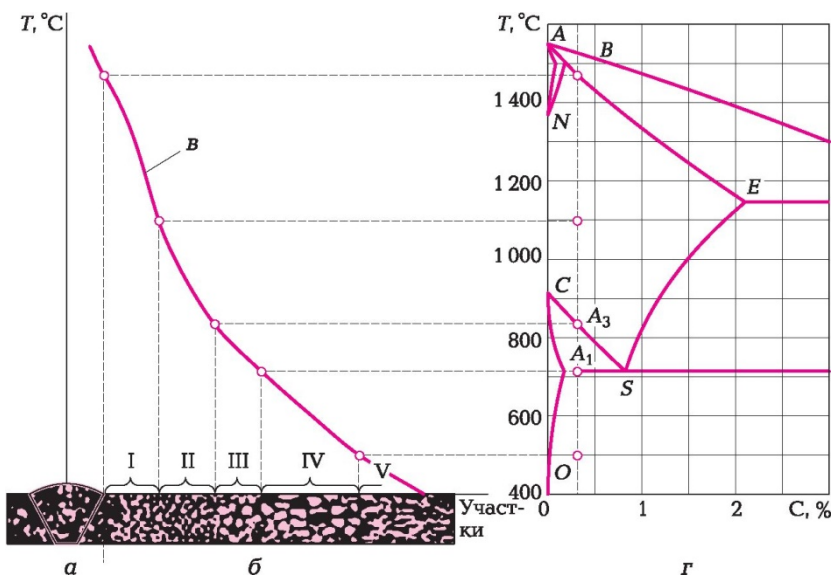
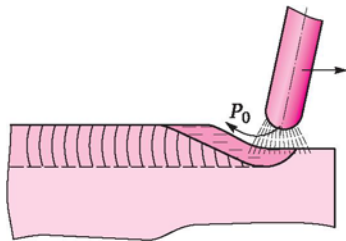
Негізгі металды балқыту және оны балқытылған электродты металмен араластыру пісіру ваннасының алдыңғы жағында орындалады, ал оның жылу көзінен алшақтау сырт жағында пісіру жігі пайда болу арқылы кристалдау процесі жүргізіледі.

Пісіру ваннасының формасы көбінесе ваннаның артқы жағына сұйық металды ығыстыратын кеңейтуші газдар  $P_0$  (сурет 4.2) күшіне байланысты.

Пісіру ваннасы мен жік формасына доға кернеуі, балқытып қаптастыру жылдамдығы, электрод еңісі мен диаметрі, және қолданылатын электродтар саны көп әсер етеді.

## 4.2. Сурет ваннасының формасы Пісіру

**Жік** **айналысы**  
**аймағындағы** **металға** **пісіру**  
**доғасы** **жылуының** **әсер** **етуі.**  
 Металдың жік айналысы аймағы пісіру кезінде бөлінетін жылу әсерінің астында болады. Төмен көміртекті болатты пісіру мысалында термиялық әсер ету аймағында құрылымдық өзгерістерді қарастырамыз. Сурет 4.3 жік айналысы аймағында құрылымдық өзгерістер схемасы және сипаттамалары көрсетілген.



**Сурет 4.3. Жік айналысы аймағында құрылымдық өзгерістер схемасы және сипаттамалары:**

*a* – жік; *б* – жік айналысы аймағы; *в* – жік айналысы аймағындағы температураның өзгеру қисығы; *г* – Fe – C жүйесі жағдайы диаграммасы.

Жік металы негізінде дендриттік (құйма) құрылымда болады. Аумақ I – металдың шанышпалы феррит қосу (қатты

кыздыру аумағы) арқылы ірітүйірлі құрылымы байқалады. Аумақ II шегінде метал қайта кристалдаудан (қалпына келтіру) өтеді және ұсақтүйірлі құрылымы болады. Аумақ III біркелкі емес құрылымды толымсыз (перлит ұсақ түйіршектері және ферриттің ірі түйіршектері) қайта кристалдауды байқауға болады. Аумақ IV шегінде түйіршектер көлемі ұлғаю арқылы рекристалдау процесі жүреді. Аумақ V – ескіру аймағы. Термиялық әсер ету аймағының тереңдігі пісіру жағдайына байланысты және 1,5...3,5 мм шегінде тербелуі ықтимал.

Қарастырылған аумақтардан ең төмендетілген төзімділікке I қатты кыздыру аумағы ие, сондықтанда пісіру кезінде бұл аумақ минималды болуы тиіс. Ең жоғары механикалық қасиеттер II қалпына келтіру аумағында байқалады.

**Жіктердегі ішкі кернеулер мен негізгі ақаулар.** Пісіру немесе балқытып қаптастыру процесінде жікте созылудардың қалдық кернеулері пайда болуына әкеп соғатын жіктің және жік айналысы аймағының бірқалыпты емес кызуы мен салқындауы байқалады. Жарықтар көміртекті болаттарға 1200...1350<sup>0</sup>C температура және 400<sup>0</sup>C төмен (салқын жарықтар) температураға сәйкес металл кристалдану температурасы (ыстық жарықтар) интервалында пайда болуы мүмкін.

**Ыстық жарықтар** пайда болуы жік қату кезінде қатты иілімді деформацияны тудыратын созылмалы кернеулер қызметімен байланысты. Пісіру кернеулері әсерін төмендету үшін негізгі металл алдын ала ысытылады және пісірудің оңтайлы тәртібі мен жіктің бөлек аумақтарын салу реті белгіленеді. Ысыту температурасы 150 ден 700<sup>0</sup>C дейін өзгеруі мүмкін және балқытып қаптастырылатын металдың химиялық құрамы және бөлшек конструкциясына байланысты. Жік металында пісірілген жік төзімділігін жоғарлатушы және ыстық жарықтар пайда болу мүмкіндігін төмендетуші ретінде марганец, хром және никель пайдалы химиялық элементтері қызмет атқарады, ал зияндылары – көміртегі, кремний, фосфор, күкірт және сутегі.

**Салқын жарықтар** қатайту және сынғыш болады. Қатайту жарықтары шегінде орта және жоғары көмертекті болаттар жіктің негізгі металмен балқытып қаптастыру шегінде пайда болады, және нәтижесінде қысу арқылы кернеуді туғызу кезінде металл көлемі ұлғайып мартенсит пайда болады, ал оның салқындау кезіндегі отыруы созылудардың кернеуін туғызады. Кернеу айырымы қатайту жарықтары болуына әкеп соғады. Бұндай жарықтарды болдыртпау үшін пісіру тоғын азайтып және балқытып қаптастыру жылдамдығын ұлғайту керек. Сынғыш жарықтар көбінесе

балқытып қаптастырудан кейін болады. Олар балқытып қаптастырылған қабатта пайда болу арқылы негізгі металға тарайды. Сынғыш жарықтарды болдыртпау үшін бөлшекті алдын ала ысыту және әрбір балқытып қаптастырудан кейін баяу суыту керек.

Пісіру (балқытып қаптастыру) ақауларының көп кездесетіні жіктің кеуектігі, ол сұйық металда газ көпіршіктерінің ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$  т.б.) пайда болуымен белгіленеді. Бұндай көпіршіктер сұйық және қатты металл арасындағы шекте пайда болады. Қуыстықтар пайда болу ықтималдығын азайту үшін біршама технологиялық әдістер қолданылады:

- газдар көпіршіктері шығуын жеңілдететін пісіру ваннасын кристалдау процесін бәсеңдету;
- көміртегі қышқылын (ііс газы) немесе сулы көпіршік пайда болу реакциясын бөгейтін ваннаны қышқылдандыру;
- электрикалық доғаны қоршаған ортадан сақтау арқылы пісіру ваннасындағы сутегі мен азот құрамын азайту;
- пісіру ваннасындағы сутегі мен азотты шлакқа айналдыратын қосылыстарға аудару немесе оларды ерімейтін газдар көпіршіктерімен жою;
- пісіру кезінде балқытпа тамшысында сутегі протондары еруін төмендететін кері полярлық тұрақты тоқтың қолданылуы;
- пісіру доғасы қуатын төмендету.

### 4.1.3. Газбен пісіру және балқытып қаптастыру

Газбен пісіру және балқытып қаптастыру кезінде металл оттегіндегі жанғыш газ (ацетилен, пропан-бутан, метан т.б.) жанған кезде бөлінетін жылу арқылы балқытылады. Жөндеу өндірісінде көбінесе ацетилен-оттектік пісіру мен балқытып қаптастыру кең таралған. Ацетилен-оттектік жалынды қолдана отырып келесі жұмыстар орындалады: қара және түсті металдар мен қорытпаларды пісіру; қатты қорытпаларды балқытып қаптастыру, металдарды кесу, беттік шындау и, қатты дәнекерлеу, және пластмассаларды пісіру.

Ацетилен жану реакциясын қарастырайық. Ацетилен-оттектік жалын үш аймақтан тұрады: ядро, қайта қалпына келтіру аймағы және алау. Қыздыру әсерінен ацетиленнің ішінара диссоциациясы жүреді. Қайта қалпына келтіру аймағында ацетилен оттегінде реакция бойынша толық жанбайды:



Алауда оттегі көмегімен ауа реакциясы бойынша  $\text{CO}$  мен  $\text{H}_2$  жанып бітеді:





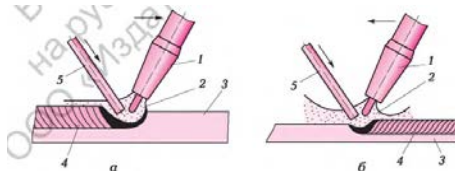
Ең жоғары температура қайта қалпына келтіру аймағында болады (шамамен  $3200^\circ\text{C}$ ).

Газбен пісіру және балқытып қаптастыру кезінде қоспа және негізгі металл қышқылына және көміртегіне айналады. Марганец, кремний және басқада элементтер жанып кетеді. Балқытылған металл жік кеуектілігін қалыптастыра отырып газды сіңіреді. Азот металл сынғыштығын және балқытылатын металл қаттылығын жоғарлата отырып нитридтарды ( $\text{Fe}_2\text{N}$ ,  $\text{Fe}_4\text{N}$ ,  $\text{MnN}$  және  $\text{SiN}$ ) құру арқылы балқытылған металмен химиялық қосылысқа түседі. Балқытылатын металл сапасына оттегі, сутегі және азот әсерін төмендету үшін флюстар қолданылады.

Флюстар химиялық қызмет етуші және физикалық еріткіштер ретінде қызмет етеді. Бірінші топ флюстары металл оксидімен бірге шлак түрінде бетіне шығатын тез балқитын химиялық қосылыстар ретінде қалыптасады. Бұл топқа техникалық бура негізіндегі флюстар жатады. Екінші топ флюстары металдар оксидтерін тез ерітіп және балқытылған металдың бетіне тез шығатын шлактарды қалыптастырады. Бұл топқа құрамында натрий хлориді, калий хлориді және натрий фториді бар флюстар жатады.

**Газбен пісіру және балқытып қаптастыру тәртібі** келесі факторлармен анықталады: пісіру әдісімен, алау түрі және қуатымен, қоспалайтын шыбықша және жанарғы еңіс бұрышымен.

**Пісіру тәсілі оң жақты және сол жақты болады.** Бұл атаулар газды жанарғы ауысу бағытымен байланысты. Сурет 4.4, *a* оң жақты пісіру әдісі көрсетілген, ал сурет 4.4, *б* – сол жақты. Оң жақты пісіру әдісі жылудың концентрацияланып кіруін қамтамасыз етеді, сондықтан ол қалыңдығы 4 мм асатын бөлшектерді пісіру үшін қолданылады. Сол жақты әдіс металдың күйіп кетпеуін ескертеді және қалыңдығы 4 мм кем бөлшектерді пісіру үшін қолданылуы мақсатты.



**4.4. Сурет** Пісіру тәсілдері: *a* – оң жақты; *б* – сол жақты; 1 – жанарғы мундштугі; 2 – алау; 3 – пісірілетін металл; 4 – жік; 5 – қоспалайтын шыбықша.

2) Оттегі мен ацетилен шығысы  $\frac{\text{O}_2}{\text{C}_2\text{H}_2} = \alpha$  қатынасына байланысты газды алаудың **үш түрін бөледі**: нейтралды

( $\alpha=1...1,25$ ), қайта қалпына келтіру ( $\alpha<1$ ) және қышқылдандырушы ( $\alpha>1,25$ ). Әдетінше құрамында 0,5% дейін көміртегі, түсті металдар және алюминий балқытпалары бар болаттардан жасалған бөлшектерді пісіру және балқытып қаптастыру нейтралды алау арқылы орындалады.

Артық ацетилені бар алау қатты қорытпалардан жасалған бөлшектерді балқытып қаптастыру және шойын бөлшектерді, және де қосындыланған және жоғары көміртекті болаттарды (құрамында 0,5% дейін көміртегі бар) пісіру кезінде қолданылады. Бұндай алауда артық оттегі қалпына келтіру аймағында жартылай металға ауысады, кремний жануы бөгіліп шойынның ағару мүмкіндігі төмендейді.

Қышқылдандырушы алау металды кесу, бөлшектерді қатайту үшін қыздыру және жезді бөлшектерді пісіру кезінде қолданылады.

**Алау қуаты** жанарғы ұшындағы нөмірге байланысты және ацетилен шығындылығымен сипатталады. Ацетилен шығыны,  $\text{дм}^3/\text{с}$ , келесі формуламен анықталады:

$$A = KS, \quad (4.7)$$

бұндағы  $K$  – пісірілетін бөлшек материалын, пісіру әдісі мен қосылыс типін, 1мм бөлшек қалыңдығына  $\text{дм}^3/\text{с}$  сипаттаушы коэффициент;  $S$  – бөлшек қалыңдығы, мм.

Жасалған бөлшектер үшін болаттан  $K = 100...120 \text{ дм}^3/(\text{с}\cdot\text{мм})$ , шойыннан  $K = 100...140 \text{ дм}^3/(\text{с}\cdot\text{мм})$ , алюминий  $K = 60...100 \text{ дм}^3/(\text{с}\cdot\text{мм})$ .

Ацетилен шығынына байланысты пісіру жанарғының нөмірі таңдалады.

**Қоспалайтын шыбықша диаметрі** пісірілетін бөлшек қалыңдығына байланысты алынады. Бөлшек қалыңдығы 1...2 мм болса пісіру қоспалайтын шыбықшасыз орындалады. Бөлшек қалыңдығы 2...3 мм болса диаметрі 2 мм сымтемір қолданылады, қалыңдығы 10...15 мм – 4...6 мм, қалыңдығы 15 мм және астам – 6...8 мм.

**Жанарғы еңісінің бұрышы** пісірілетін бөлшек қалыңдығына байланысты. Мысалы, бөлшек қалыңдығы 1 мм дейін болса жанарғы еңісінің бұрышы көлденең бетке  $10^0$  құрайды, қалыңдығы 5...7 мм болса –  $40^0$ , ал қалыңдығы 15 мм және одан астам болса –  $80^0$ . Жанарғы еңіс бұрышы ұлғайған сайын алаудың пісіру процесіне деген жылулық әсері көбейе түседі.

## 4.2. ҚОСПА МАТЕРИАЛДАР

---

Қоспа материалдар металл қалдықтарын өтеу және саңылауды немесе пісірілетін элементтер арасындағы жарықшаларды толтыру үшін қажетті. Олар пісіру кезінде пайда болатын қорытпа жіктерінің жоғары сапасын қамтамасыз ету үшін қолданылады. Ол үшін қоспа сымтемір материалы мен пісірілетін материал құрамы бір біріне сәйкес келуі керек. Қоспа сымтемір материалы құрамына қорытпа негізіне қарағанда оттегіне ұқсастығы аз пісірілетін материалға қолайлы әсері бар элементтер жатуы мүмкін.

Жік сапасы жоғары болуы үшін қоспа сымтемірін таңдау кезінде келесі ұсыныстары ескеру қажет:

- пісіру процесінде сымтемір материалын пісіру кезінде жіті жанып кететін элементтер саның көбейтуші болуы керек;
- сымтемір материалына негізімен салыстырғанда оттегімен белсенді қосылатын және қорытпа компоненттерімен қосылатын элементтерді еңгізу қажет;
- сымтемір материалына қорытпа негізімен салыстырғанда оттегіне қосылу кезінде белсенді емес және пісірілетін металға бір уақытта қолайлы әсер етуші элементтерді еңгізу қажет;
- сымтемір материалында жікке кері әсер ететін элементтер саның азайту қажет.

Пісіру кезінде қолданылатын қоспа сымтемір диаметрлері 3...12 мм 77 маркасына ие. Олардың кейбіреулері кесте 4.1. көрсетілген. Сымтемір маркасы Пс (пісірілетін) әріптерінен тұрады және дефис арқылы оның дайындалуына қолданылған болаттың типтік белгісі көрсетіледі: Пс-08А, Пс-08Г2С, Пс30ХГСА ж т.б.

Пісіру кезінде қолданылатын балқытып қаптастырушы сымтемірлер «Қс» символымен белгіленеді. Кейбір болаттарды балқытып қаптастыруға арналған қоспа сымтемірлер кесте 4.2. көрсетілген.

Тартылған сымтемірлерден басқа пісіру және балқытып қаптастыру үшін металды компонент пен флюстан құралатын ұнтақ тәрізді шихтамен толтырылған болатты құбыр түрінде болатын ұнтақтар қолданылады. Көбінесе диаметрі 1,6...1,8 мм ұнтақты сымтемірлер қолданылады. Олар ауа оттегінен флюс немесе газ арқылы қосымша қорғау және қорғаусыз да болаттан және шойыннан жасалған бөлшектерді механикаланған пісіру және балқытып қаптастыру үшін қарастырылған. Болаттан жасалған бөлшектерді пісіру және балқытып қаптастыру үшін арналған ұнтақты сымтемірлерді «Ұс» символымен материалы маркасын

белгілеу арқылы көрсетеді, мысалы: Ұс-3Х13-0 – металл металға үйкелу жағдайында жұмыс жасайтын болатты бөлшектерді механикаланған балқытып қаптастыруға арналған ұнтақты сымтемір.

Ұнтақты сымтемірлердің негізгі маркалары мен тағайындалудары:

- Ұс – АН1 – төмен оттекті болатты бөлшектерді пісіруге арналған;
- Ұс – АН3 - төмен оттекті және төмен қосындыланған болатты бөлшектерді төменгі қалыпта пісіруге арналған;
- Ұс – АН7 - төмен оттекті және төмен қосындыланған болатты бөлшектерді кез келген кеңістік қалыпта пісіруге арналған;
- Ұс – 200Х10Г80 – тозу мен соққы жағдайларында жұмыс жасайтын бөлшектерді балқытып қаптастыруға арналған;
- Ұс - 25Х5ФМС – циклды термиялық жүктеме жағдайларында жұмыс жасайтын бөлшектерді балқытып қаптастыруға арналған;
- Ұс – У20Х12ВФ - тозу мен соққы жағдайларында жұмыс жасайтын бөлшектерді балқытып қаптастыруға арналған.

Өзекше құрамына байланысты ұнтақты сымтемірлер рутил-органикалық, карбонатты-флюоритті, флюоритті және рутилді болып бөлінеді.

Көбінесе Ұс – АН1, Ұс – АН3, Ұс – АН7 маркалы сымтемірлері қолданылады. Органикалық компонент ретінде оларда целлюлоза және крахмал болады. Ұнтақты сымтемірлердің артықшылығы шихт таңдау арқасында металдың химиялық құрамы кең шегінде реттеу мүмкіндігі. Кесте 4.3 болатты бөлшектерді пісіру мен балқытып қаптастыруға арналған кейбір ұнтақты сымтемірлер сипаттамалары қарастырылған.

Пісіру үшін әртүрлі құраммен жалатылған ұнтақтардан дайындалған тұтас тілінген сымтемірлер де қолданылады.

Арнайы шойынды бөлшектерді пісіруге арналған ұнтақты сымтемірлер болады. Олар «ҰСШ» символымен белгіленеді (кесте 4.4).

Кесте 4.1. Болатты бөлшектерді пісіру үшін арналған қоспа сымтемірлер

Сымтемі Р маркас ы	Элементтер құрамы, мас.%						
	C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
						артық емес	
<b>Көміртекті болаттар</b>							
Пс – 08	0,1	0,35...0,6	0,03	0,15	0,3	0,04	0,04
Пс – 0BA	0,1	0,35...0,6	0,03	0,1	0,25	0,03	0,03
Пс – 08ГА	0,1	0,8...1,1	0,03	0,1	0,25	0,03	0,03
Пс – 10ГА	0,12	1,1...1,4	0,03	0,2	0,3	0,03	0,03
Пс – 10Г2	0,12	1,5...1,9	0,03	0,2	0,3	0,04	0,03
<b>Қосындыланған болаттар</b>							
Пс – 08ГС	0,1	1,4...1,7	0,6...0,85	0,2	0,25(A1 – 0,05)	0,03	0,03
Пс – 08Г2С	0,11	1,8...2,1	0,7...0,95	0,2	0,25(A1 – 0,05)	0,03	0,03
Пс – 12ГС	0,14	0,8...1,1	0,6...0,9	0,2	0,3	0,03	0,03
Пс – 10ХГ2С	0,06. ..0,12	1,7...2,1	0,7...0,95	0,7...1, 1	0,25	0,03	0,03
Пс – 18ХГСА	0,15. ..0,22	0,8...1,1	0,9...1,2	0,8...0, 1	0,3	0,02 5	0,03
<b>Жоғары қосындыланған болаттар</b>							
Пс – 06Х14	0,08	0,3...0,7	0,3...0, 7	13...15	0,6	0,03	0,03
Пс – 10Х13	0,08 ...0,15	0,3...0,7	0,3...0, 7	12...14	0,6	0,03	0,03
Пс – 08Х14Г Т	0,01	0,09...1, 3	0,5...0, 65	13...14	0,6 (Ti 0,6... 1)	0,03	0,03 5

Кесте 4.2. Болатты бөлшектерді балқытып қаптастыру үшін арналған қоспа сымтемірлер

Сымтемі P маркасы	Элементтер құрамы, мас. %							
	C	Mn	Si	Cr	Ni	W	S	P
							артық емес	
<b>Көміртекті болаттар</b>								
Қс - 30	0,27...0,35	0,5...0,8	0,17...0,37	0,25	0,25	-	0,04	0,04
Қс - 40	0,37...0,45	0,5...0,8	»	0,25	0,25	-	»	»
Қс - 50	0,47...0,55	0,5...0,8	»	0,25	0,25	-	»	»
Қс - 65	0,6...0,7	0,5...0,8	»	0,25	0,25	-	»	»
Қс - 80	0,75...0,85	0,5...0,8	»	0,25	0,25	-	»	»
Қс - 40Г	0,35...0,45	0,7...1,0	»	0,25	0,25	-	»	»
Қс - 50Г	0,45...0,55	0,7...1,0	»	0,25	0,25	-	»	»
Қс - 65Г	0,6...0,7	0,9...1,2	»	0,25	0,25	-	»	»
<b>Қосындыланған болаттар</b>								
Қс - 30ХГСА	0,27...0,35	0,8...1,1	0,9...1,2	0,8...1,1	0,4	-	0,03	0,04
Қс - 30ХЗВА	0,27...0,35	0,3...0,6	0,17...0,37	2,8...3,3	0,5	0,8...1,1	0,03	»
Қс - 30Х5	0,27...0,35	0,4...0,7	0,2...0,5	4,0...6,0	0,4	-	0,04	»
Қс - 35Х2Г2В	0,3...0,4	2,2...2,7	0,4...0,7	2,2...2,7	0,4	0,8...1,1	0,04	»
<b>Жоғары қосындыланған болаттар</b>								
Қс - 2Х14	0,16...0,24	0,6	0,6	13...15	0,6	-	0,03	0,035
Қс - 3Х13	0,25...0,34	0,6	0,6	12...14	0,6	-	0,03	0,035
Қс - 4Х13	0,35...0,45	0,6	0,6	12...14	0,6	-	0,03	0,035

Ескерту. Қс - 30ХЗВА сымтемірі құрамында 0,15...0,2% молибден бар

Кесте 4.3. Болатты бөлшектерді пісіру және балқытып қаптастыруға арналған ұнтақты сымтемірлер сипаттамалары

Сымтемір маркасы	Сымтемір диаметрі, мм	Өзекше типі
Ұс – АН1	2,8	Рутил-органикалық
Ұс – АН3	3	Карбонатты-флюоритті
Ұс – АН7	2; 2,3	Карбонатты-флюоритті
Ұс – АНП	2; 2,4	Карбонатты-флюоритті
Ұс – АН	2,5	Карбонатты-флюоритті
Ұс – 2ДСК	2,3	Флюоритті

Кесте 4.4. Шойынды бөлшектерді пісіруге арналған ұнтақты сымтемірлер

Сымтемір маркасы	Тағайындалуы, мм	Өзекше типі				
		С	Si	Mn	Ti	Al
ҰСШ - 1	Салқын пісіру үшін	6,5...7	3,8...4,2	0,4...0,6	0,4...0,6	0,6...0,9
ҰСШ - 2	Жартылай ыстық пісіру үшін	5,7...6,5	3,3...4	0,4...0,6	0,2...0,5	0,2...0,9
ҰСШ - 3	Салқын пісіру үшін	4,5...5	3,3...4	-	0,1...0,3	0,1...0,3

Болатты және шойынды бөлшектерді пісіру және балқытып қаптастыру үшін арналған ұнтақтар кесте 4.5 көрсетілген. Электродоғалық және газды алаумен шойынды бөлшектерді пісіру үшін шойынды шыбықшалар қолданылады, және олардың маркалары мен химиялық құрамдары кесте 4.6 көрсетілген.

Шойынды бөлшектерді автоматты және жартылай автоматты пісіру үшін құрамында: (массасы бойынша) 5...6% Mn, 2,3...3% Cu, 2% P, 0,2...0,3% сирекжер элементтері, ал қалғаны - Fe тұтас кесілген өздігімен қорғалатын ПАНЧ-11 сымтемірі қолданылады. Сымтемір құрамында сирекжер элементтерінің болуы пісіруді флюосыз және қорғағыш газсыз жасауға мүмкіндік

береді. Соңымен бірге ПАНЧ-11 сымтемірі құрамына ұқсас өздігімен қорғалатын ПАНЧ-12 сымтемірі жасалынған.

Кесте 4.5. Газды пісіру және балқытып қаптастыруға арналған ұнтақтар

Ұнтақ маркасы	Элементтер құрамы, мас.%				
	Si	B	F e	C	Cr
<b>Болатты бөлшектер</b>					
ПГ – ХН80СР2	1,5...3	1,5...2,5	5	43,3...0,6	13...15
ПГ – ХН80СР3	2,5...4,5	2...3	5	0,6...0,8	13,5... 16,5
ПГ – ХН80СР4	3...5	2,5...4	5	0,6...1	15...18
<b>Шойынды бөлшектер</b>					
НПЧ – 1	1,3...1,5	1,2...1,5	0,1...0,0,7	0,1...0,3	-
НПЧ – 2	2,4...2,7	2,2...2,7	0,1...1	0,1...0,3	-
НПЧ – 3	0,2...0,95	0,7...1,1	0,2	0,2	-

Ескерту: 1. НПЧ – 1 және НПЧ – 2 ұнтақтары құрамында 4-5%, ал НПЧ – 3 – 27...60% мыс бар.

2. Барлық ұнтақтардың басымды құрамы – никель.

Қорғалусыз төмен көміртекті болатты бөлшектерді пісіру үшін Пс – 15СТЮЦА және Пс – 20ХГСТЮ сымтемірлері қолданылуы мүмкін. Осындай сымтемірлер арқылы орындалған металл жігінің механикалық қасиеттері Э50 типті электродымен жасалынған жіктердің механикалық қасиеттері деңгейінде болады.

Пісіру қосылыстарының қажетті сапасын қамтамасыз ететін алюминий қорытпасынан жасалған бөлшектерге арналған қоспа материалдар да болады (4.7 кесте).



Кесте 4.6. Шойынды бөлшектерді пісіруге арналған қоспа шыбықшалар

Сымтемір маркасы	Элементтер құрамы, мас.%							
	C	Si	Mn	S (артық емес)	P	Ti	Cr (артық емес)	Ni (артық емес)
А	3...3,5	3...3,4	0,5...0,8	0,08	0,2...0,4	-	0,05	0,03
Б	3...3,5	3,5...4	0,5...0,8	0,08	0,3...0,5	-	0,05	0,04
НЧ -1	3...3,5	3...3,4	0,5...0,8	0,05	0,2...0,4	0,03...0,06	0,05	0,06
НЧ -2	3...3,5	3,5...4	0,5...0,8	0,05	0,2...0,4	0,03...0,06	0,05	0,06

Кесте 4.7. Алюминий қорытпаларынан жасалған бөлшектерді пісіруге арналған қоспа сымтемірлер

Сымтемір маркасы	Элементтер құрамы, мас.%					
	Al	Mg	Mn	P	Si	Ti
ПсА 97	99,97	-	-	-	-	-
ПсА 85Т	қалғандары	-	-	-	-	0,2...0,5
ПсА 5	қалғандары	-	-	0,2...0,35	0,10...0,25	-
ПсВ Мц	қалғандары	-	1,0...1,5	0,3...0,5	0,2...0,4	-
ПсА МгЗ	қалғандары	3,2...3,8	0,3...0,6	-	0,5...0,8	-
ПсА К5	қалғандары	-	-	-	4,5...6	0,1...0,2
ПсА К10	қалғандары	-	-	-	7...10	-

## **4.3. Механизация деңгейі бойынша пісіру-балқытып қаптастыру процестерінің түрлері**

### **4.3.1. Пісіру және балқытып қаптастырудың қол әдістері**

Пісіру-балқытып қаптастыру процестері қолмен жасау және механикаландырған болып бөлінеді. Қолмен пісіру және балқытып қаптастыру әдістері операциялардың орындалуын жеңілдетуші және жылдамдатушы әртүрлі механизмдер арқылы механикаланған әдіске қарағанда пісірушінің ешқандай механизмдер қолдануысыз орындалады.

Қолмен орындалатын әдістер ұзындығы шамалы жіктерді пісіру және шағын беттерді балқытып қаптастыру кезінде қолданылады, яғни механикаланған әдістері қолданылуы тиімсіз болған жағдайларда.

**Болатты бөлшектерді доғалық пісіру және балқытып қаптастыру.** Доғалық пісіру кезінде тұрақты және ауыспалы ток қолданылады.

**Тұрақты ток арқылы пісіру кезінде** электрикалық доға ауыспалы токпен пісіруге қарағанда тұрақты түрде жанады, және де теріс температурамен (сәйкесінше 4200 және 3500<sup>0</sup> температура) салыстырғанда оң полюсінде жылу көбірек бөлінеді. Осыған байланысты орташа көміртекті және жоғары көміртекті болатты бөлшектерді қатты қыздыру нәтижесінде шындау жарықтарын болдыртпауы үшін пісіру бөлшектерін теріс полюске қосу жүргізіледі, яғни кері полярлыққа. Соңымен бірге, кері полярлықта шамалы қалыңдықты бөлшектерді пісіру орындалады, және күйіп қалмауына көмектеседі. Бөлшектерді балқытудың жоғары тереңділік талабына сәйкес пісіру тура полярлықта жүргізіледі, яғни бөлшектер оңдық полюсіне қосылады.

**Тұрақты ток арқылы** пісіру кезінде электрод пен бөлшекте біркелкі жылу саны бөлінеді. Ауыспалы токта төмен көміртекті және төмен қоспаланған болатты бөлшектер пісіріледі, өйткені олар қатты қыздыруларға әсерлігі аз және жақсы пісіріледі.

Бөлшектерді пісіру және балқытып қаптастыру сапасына **электрод және жұмыс тәртібінің дұрыс тандалуы** әсер етеді. Төмен көміртекті және төмен қоспаланған болатты 15X және 20X конструкциялық бөлшектерді пісіру үшін Э34, Э38, Э42, Э42А және Э46 маркалы электродтар қолданылады, ал беттерді балқытып қаптастыру үшін - ЭН-18Г4-35, ЭН-20Г4-40 маркалы электродтар. Пісіру жұмыстарында әдетінше электродтар өзегі

ретінде Пс-08, Пс-08ГА т.б. маркалы төмен көміртекті сымтемірлер қолданылады.

Электродтар жұқа (жабын қалыңдығы 0,15...0,3мм) және қалың (жабын қалыңдығы электрод диаметрінен 0,25...0,35 құрайды) қаптамаларына бөлінеді.

Жұқа жабынды құрамы 80...85% бор және 15...20% шыны қоспасынан тұратын электродтардың электрикалық доғаның тұрақты жануына ықпал етеді. Жұқа жабынды электродтарды жауапкершілігі аз бөлшектерді пісіру кезінде қолданады.

Қалың жабынды электродтар жоғары механикалық қасиетті балқытылған металл алуға мүмкіндік береді. Бұндай жабындар қорғаныш-қоспаланған болып табылады. Олардың құрамына келесі компоненттер кіреді: газ қалыптастырушы (крахмал, ағаш ұны ж т.б.), металл балқытпасын ауа әсерінен қорғайтын, шлак қалыптастырушы (кварц құмы, дала шпаты т.б.), қышқылсыздандырушы (ферромарганец, ферросилиций ж т.б.), қоспаланған (феррохром, ферромарганец ж т.б.) және байланыстырушы (сұйық шыны).

Қалың жабынды электродтар жауапты болатын бөлшектерді пісіру және балқытып қаптастыру үшін қолданылады. Көбінесе УОНИж13/45; УОНИ-13/55 т.б. маркалы электродтар кең таралған. Бұл электродтардың негізгі жабыны фторлы-кальцийлі құрамымен болады: мәрмәр – 53...54%, балқытқыш шпат – 15...18%, кварц құмы - 9%, ферромарганец – 2...5%, ферросилиций – 3...5%, ферротитан – 12...15% және компоненттер сомасына 10...15% сұйық шыны қосылады. УОНИ-13 маркалы электродтар диаметрі 2...5мм диаметріне байланысты жабынының қалыңдығы 0,6...1,2 мм болып шығарылады. Балқытып қаптастыру кері полярлық арқылы тұрақты токпен орындалады.

Электрод диаметрі (2...6мм) қалпына келтірілетін бөлшек қалыңдығына, жігі типіне және оның кеңістіктегі орналасуына байланысты. Тік және төбе жіктерінде электрод диаметрі 4мм аспауы керек.

Пісіру тоғының, А, қажетті күші келесі формуламен анықталады:

$$I = (\beta + \alpha d_3) d_3 \quad (4.8)$$

бұндағы  $d_3$  - электрод диаметрі, мм;  $\alpha$  және  $\beta$  – қолмен пісіру кезінде  $\alpha=6$ ,  $\beta=20$  тең сынақ коэффициенттері.

Пісіру жігі сапасына доға ұзындығы әсер етеді. Ол әдетінше 0,5...1,2 электрод диаметрін құрайды және пісіру жағдайы

мен электрод маркасына бағынышты. Пісіру жігіндегі доға тым ұзын болса азот және оттегі құрамы мен металл шашырауы артады. Қысқа доға болса пісіру жігі нашар қалыптасады.

Балқытып қаптастыру кезінде төмен көміртекті, орташа көміртекті және төмен қоспалы болатты бөлшектерге тозыққа берік жабын алу үшін ОЗН-300, ОЗН-350 және ОЗН-400 маркалы электродтар қолданылады. Бұндай электродтардың өзегі қоспалы сымтемірден (сәйкес маркалы ЭН-15Г3-25, ЭН-18Г4-35 және ЭН-20Г4-40) және фторлы-кальцийлі жабынды болады. Электрод диаметрі 4мм болса ток күші 170...220 А құрайды, ал 5мм болса – 210...240А.

Соққысыз жүктемеде жұмыс атқаратын бөлшектердің жақсы тозуға берік болуы Т-590 маркалы электродпен балқытып қаптастыру арқылы қамтамасыз етіледі, ал қалыпты соққы жүктемеде жұмыс атқаратындарға бөлшектерге – Т -620 маркалы электрод. Бұндай электродтар өз құрамында қоспалы элементтері бар Пс-08А маркалы жақпасымен пісіру сымтемірлерінен дайындалады. Электродтар арқылы балқытып қаптастырылған қабат темір көміртекті қорытпа, қоспалы хром, бор, кремний, марганец және титан болып табылады.

Т-590 және Т-620 маркалы электродтармен балқытылып қаптастырылған қабаттардың жоғары сынғыштығын және жарықтар пайда болуына бейімділігін ескере отырып бұндай электродтар қажақты тозығуға ұшырағыш бөлшектердің үстінгі қабаттарын балқытып қаптастыруда қолданылады. . Электрод диаметрі 4мм болса ток күші 220...220 А құрайды, ал диаметр 5мм болса – 250...270А.

Қолды доғалық пісірудің негізгі ұзақтылығы, мин., келесі формуламен есептеледі:

$$t_o = \frac{60FI\gamma}{K_H I} \quad (4.9)$$

бұндағы  $F$  - көлденең кесілген жік ауданы, см<sup>2</sup>;  $I$  - жік ұзындығы, см;  $\gamma$  - балқытып қаптастырылған металл тығыздығы, г/см<sup>3</sup>;  $K_H$  - балқытып қаптастыру коэффициенті, г/(А·ч).

Болатты бөлшектерді доғалық пісіру және балқытып қаптастыру кезінде ішкі кернеулерді және деформацияларды азайтудың ең тиімді тәсілі бөлшектерді 200...300<sup>0</sup>С дейін алдын ала қыздыру, ал балқытып қаптастырудан кейін –630...650<sup>0</sup> температурада шағын габаритті бөлшектерді кезекті баяу суыту арқылы беру.

**Болатты бөлшектерді газды пісіру және балқытып қаптастыру.** Газды пісіру және балқытып қаптастыруда жанармай ретінде көбінесе ацетилен пайдаланылады. Газды пісіру ең бастысы

қалыңдығы 2мм артық емес (бактар, жұқа қабырғалы құбырлар ж т.б.) беттерді қосу кезінде қолданылады, өйткені газ алауы жұқа беттерді күйдірмейді. Газды пісіру өнімділігі бойынша 3 – 5 есеге доғалықдан төмен және маңызды қалдықты деформацияларды береді. Қоспа шыбықша материалы негізгі металл құрамымен бірдей болып таңдалады. Пісіру алдында жік жанарғымен 650...700<sup>0</sup>С температураға дейін қыздырылады.

Ацетилен-оттекті пісірудің негізгі ұзақтылығы, мин., келесі формуламен анықталады:

$$t_o = 60FI\gamma/K_H(4.10)$$

Балқытып қаптастыру коэффициенті  $K_H$  жанарғы қуаты мен пісірілетін металл құрамына бағынышты.

**Қатты қорытпалармен бөлшектерді балқытып қаптастыру.** Жөндеу ісінде қатты қорытпалар (стеллит және сормайт) және бидай тәрізді қатты қортпалармен (сталинит және вокар) балқытып қаптастыру қолданылады.

Стеллит – кобальт және никель негізіндегі қатты қорытпа. Сормайт – құрамында Ni және Si бар және жоғары қаттылығымен ерекшеленетін жоғары көміртекті және жоғары хлорлы құйылған темірлі қорытпалар тобы. Бидай тәрізді балқытпалы қаптастыру қорытпалары көмір құрамдас заттарымен (мұнайлы кокс, қант және патока) металдар (Mn, W, Cr, Fe ж т.б.) қоспасын білдіреді.

Қатты қорытпалар тобынан кең таралғаны сормайттар мен сталинит (кесте 4.8). Сормайттар № 1 (ЦС-1) и № 2 (ЦС-2) маркалы диаметрі 5...7 мм сырықты электродтар түрінде қолданылады.

Сормайттарды газды алау немесе тұрақты және ауыспалы токпен доғалық балқытып қаптастыруға болады. Тұрақты токпен балқытып қаптастыруда кері полярлық қолданылады. Газбен балқытып қаптастыру кезінде флюс (50% қыздыртылған бура, 47% екі көмір қышқылды сода және 3% кремнез) қолданылады.

Сормайт – 1 аз жабысқақтық және төзімділікпен ерекшеленеді, балқытып қаптастырудан кейін 48...52 HRC қаттылығына ие және кейінгі жылулық өндеуге жарамайды. Сормайт – 2 балқытып қаптастыру мен босандатудан кейін кесу арқылы өнделеді, ал шыңдау мен босатудан кейін 58...62 HRC қаттылығына ие болады. Сормайт – 1 тыныш жүктеме жағдайында жұмыс жасайтын бөлшектерді қайта қалпына келтіру кезінде қолданылуы мүмкін, ал сормайт – 2 – екпінді жүктемелерде жұмыс жасайтын бөлшектер үшін. Кезекті механикалық өндіріс әдіпін

ескеруімен балқытылып қаптастырылған қабат қалыңдығы 2,5...4мм болуы мүмкін.

Сталинит арқылы балқытып қаптастыру төрт әдіс арқылы орындалады:

1. Сталинит шихтасы тұрақты және ауыспалы токтағы көмірлі немесе графитті электрод арқылы балқытып қаптастырылады. Тазалау және майсыздандырудан кейін бөлшек бетіне флюстің (бураның) жұқа қабаты (қалыңдығы 0,2...0,3мм) салынады. Сурет 4.5 балқытып қаптастыру схемасы көрсетілген. Сталинит арқылы балқытып қаптастырылатын қабаттың қаттылығы 53 HRC жетеді. Оның құрамындағы көміртегінің көп болуы таяз жарықтар мен қуыстықтар пайда болуына ықпал етеді. Сталинит карбид-бор қосындысын қолдана отырып жоғары қаттылығы бар балқытылып қаптастырылған қабатты алуға болады.

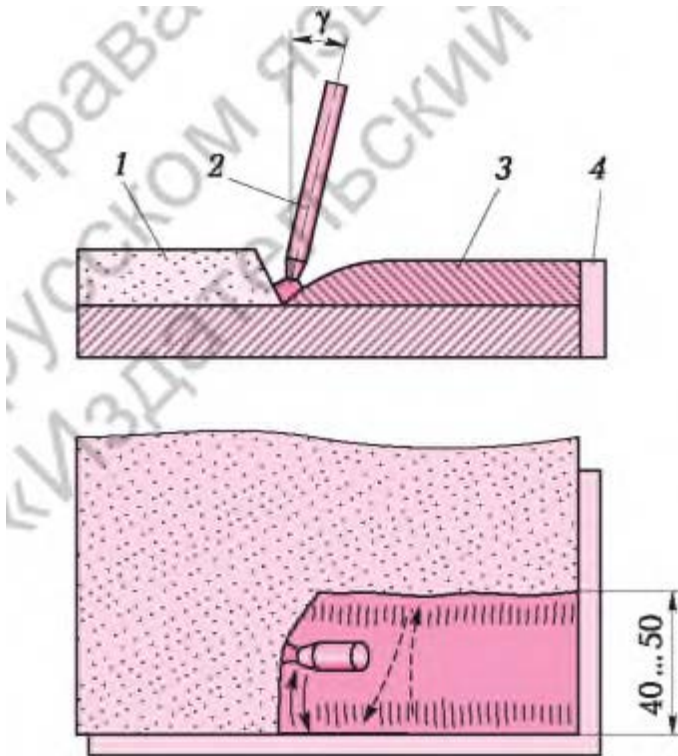
2. Сталинит шихтасы болатты электрод арқылы балқытып қаптастырылады. Балқытып қаптастырылған қабат жабысқақ бірақ тозүтөзімділігі төмен болады.

3. Сталинит болатты электродтар жақпасы құрамы кіреді.

4. Сталинит қуыс денелі электродтар шихтасы құрамына кіреді.

Кесте 4.8. Қатты қорыпталар топтары

Қатты қорыпта маркасы	Элементтер құрамы, %							
	C	Mn	Si	Cr	Ni	W	Co	Fe
Сормайт -1 (ЦС-1)	2,5... 3,3	1,5 артық емес	2,8... 4,2	25..31	3...4	-	-	қалғаны
Сормайт -2 (ЦС-2)	1,5... 2	1,5 артық емес	1,5... 2,2	13,5...1 7,5	1,5... 2,5	-	-	»
Сталинит	8...10	13... 17	3	16...20	-	-	-	»
Вокар	9...10	-	0...3	-	-	85... 87	-	2



**Сурет 4.5. Балқытып қаптастыру схемасы:**

1 –сталинит шихтасы; 2 –көмірлі электрод; 3 –балқытып қаптастырылған қабат; 4 –шихта қозғалысын шектеуші жиылмалы тілімшесі;  $\gamma$  - электродтың тік қалпынан ауытқу бұрышы ( $\gamma=15...20^\circ$ ).

**Шойынды бөлшектердегі ақауларды жою.** Шойынды бөлшектерді жөндеу кезінде доғалық және газды пісіру мен балқытып қаптастыру, және газұнтақты балқытып қаптастыру мен дәнекерлеу қолданылады. Қайта қалпына келтіру әдісі қабылданатын бөлшектің конфигурациялары, ақаулардың орналасуы, жүктеме сипаты, және қайта қалпына келтірілетін аумақтың өңделуіне бағынышты.

Шойын бөлшектерге пісіру арқылы жарықтар мен тесіктер жасалынады, сынық бөліктері қосылады және тозуғатөзімді жабындары балқытып қаптастырылады.

Шойынды бөлшектер жөндеуі бір шама қиындықтар туындатады, өйткені шойын басымды көміртегі құрамына ие, жабысқақтығы төмен және құрылымында еркін көміртегі бар. Шойынды жылдам суыту кезінде сымтемір айналысы аймағында қатты шыңдау құрылымдар пайда болуы мүмкін. Шойынды



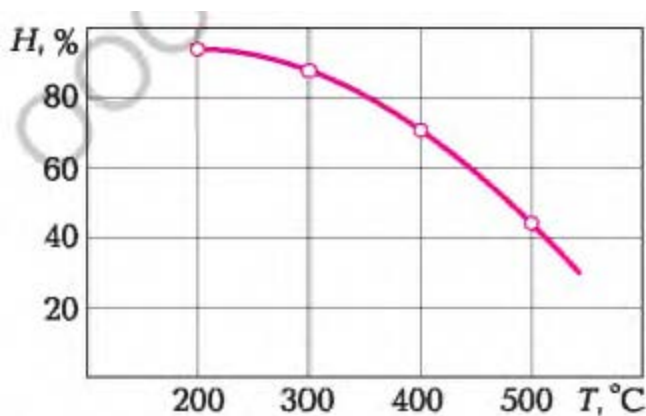
балқыту кезінде графит цементитке жергілікті ауысуы орын алуы мүмкін, нәтижесінде сол жерде металл ақ шойын құрылымын алуы мүмкін. Шыңдалған және ағартылған аймақтарда металл қатты және сынғыш болады. Сұр және ақ шойындар сызықты кеңейу коэффициенттеріндегі айырмашылық ішкі кернеулер мен жарықтар пайда болуына әкеп соғады. Сонымен қатар, көміртегі мен кремний жанып кетуінен кейін пісірілген жік кеуекті және шлақты қосындылармен ластанады, өйткені шойынның суық қалпынан қаттыға жылдам ауысуы газдар мен шлактарға металдан толығымен шығып кетуіне мүмкіндік бермейді.

Сонымен бірге, шойын газдарға қанықтығына байланысты қоспа металл негізгі металмен нашар балқытылуын есте сақтау қажет. Бұндай шойын температурасы  $400^{\circ}\text{C}$  және астам машиналарда ұзақ уақыт жұмыс жасаған бөлшектерде болуы мүмкін.

Шойынды бөлшектерді жөндеу кезіндегі аталған қиыншылықтар екі арнайы технологиялық амалдар құрастыруына әкелді – ыстық және салқын пісіру.

**Шойынды ыстық пісіру** ірі габаритті бөлшектерді алдын ала қыздыру және оларды пісіруден кейін ішкі кернеулері теріс әсерлерін азайту мен жік айналысы аймақтағы шындырды ескерту үшін баяу суыту дегенді білдіреді.

Сурет 4.6 ішкі кернеулерді (ордината өсі – кернеу дәрежесі, абсцисс өсі-бөлшектерді қыздыру температурасы) азайтуға бөлшектерді қыздыру температурасының әсері көрсетілген.



Сурет 4.6. Ішкі кернеулерді азайтуға бөлшектерді қыздыру температурасының әсері

Ыстық пісіру барысында бөлшектер алдын ала пеште 550...600<sup>0</sup>С температураға дейін баяу қыздырылады. Екі сатылы қыздыру ұсынылады. Мысалы, қозғалтқыш блоктары мен цилиндрлер бастиектері 400<sup>0</sup>С дейін 1 сағат ішінде қыздырылады және 30 минут ішінде 400 ден 650<sup>0</sup>С –ге дейін. Пісіру процесінде бөлшектер 500<sup>0</sup>С төмен суымауы үшін олар қыздыру соңында жылуоқшаулағыш қаптамамен жабылады, ал ақау жерді пісіру сол қаптамадағы терезе арқылы жүргізіледі. Пісіру соңында бөлшектер қайтадан пешке ауыстырылады, ішкі кернеулерді алу үшін 600...650<sup>0</sup>С температурасына дейін қыздырылады, содан кейін пешпен бірге баяу суытылады.

Ыстық пісіру барысында ацетилен-оттекті алау көп қолданылып, ал доғалық пісіру сирек қолданылады.

Газды пісіру көміртегі аз жануына байланысты жақсы сапаны қамтамасыз етеді. Газды пісіру кезінде нейтралды алауды қолдану қажет. Металды балқыту қайта қалпына келтіру аймағы алауымен жүргізіледі. Қоспа материал ретінде А және Б маркалы диаметрі 6...8мм шойынды шыбықшалар қолданылады, химиялық құрамдары кесте 4.9 көрсетілген.

А маркалы шыбықшалар шойынды бөлшектерді ыстық пісіруге арналған, ал Б маркалы – жұқа қабырғалы бөлшектерді жергілікті қыздыру үшін арналған. Жанарғы ұшындағы нөмір пісірілетін металдын 1мм қалыңдығына сәйкес 100...120л/ч ацетилен шығынымен есепке алынады. Шойынды бөлшектерді пісіруге А және Б маркалы шыбықшаларынан басқа жоғары кремний құрамына ие, шойын ағаруын төмендетуші сұр шойыннан ақауланған піспек сақиналары да қолданылады.

Кесте 4.9. Шыбықшалардың химиялық құрамы

Шойынды шыбықша маркасы	Элементтер құрамы, %						
	C	Si	Mn	S, артық емес	P	Cr, артық емес	Ni, артық емес
А	3...3,5	3...3,4	0,5...0,8	0,08	0,2...0,4	0,05	0,03
Б	3...3,5	3,5...4	0,5...0,8	0,08	0,3...0,5	0,05	0,04

Шойынды бөлшектерді газды пісіру кезінде міндетті түрде флюс қолданылуы тиіс, өйткені шойынды балқыту температурасы оның оксидтері балқу температурасынан төмен (сәйкесінше 1200 және 1400<sup>0</sup>С). Келесі флюстар кең таралған: бура; 50% бура және

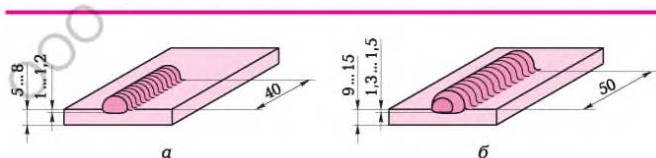
50% екі көмір қышқылды натрий қоспасы; 56% бура, 22% екі көмір қышқылды натрий мен 22% екі қышқылды калий қоспасы.

Шойынды доғалық пісіру салыстырмалы түрде қалың қабырғалары бар жауапты емес бөлшектерді жөндеу үшін қолданылады. Сонымен бірге, арнайы жабынымен (бор, дала шпаты, графит, ферромарганец, сұйық шыны т.б.) Б маркалы шыбықша түріндегі ОМЧ-1 маркалы электродтар қолданылады.

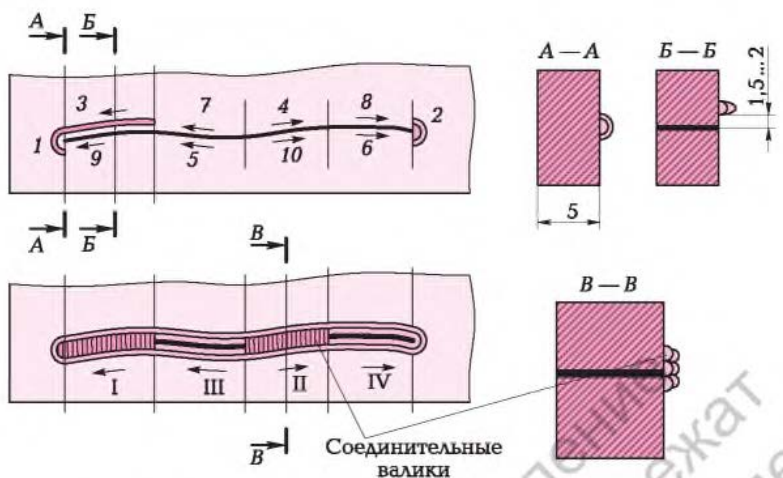
Шойынды бөлшектерді ыстық пісіру қосылыстарының жоғары сапасын қамтамасыз етеді, бірақ техникалық және экономикалық ұғымдар бойынша салыстырғанда сирек және әсіресе қиын корпуссты бөлшектерді пісіру кезінде қолданылады. Жөндеу өндірісі тәжірибесінде көбінесе салқын пісіру кең таралған.

**Шойынды бөлшектерді салқын пісіру** алдын ала қыздырусыз жүргізіледі, сондықтан пісіру жігі тез салқындайды. Бұл жік аймағында шойынның ағаруына әкеп соғады және пісіру аймағында үлкен ішкі кернеулер мен жарықтар пайда болуы мүмкін. Осы факторларды азайту үшін арнайы пісіру әдістері қолданылады. Оларға төмен көміртекті болат электродтар арқылы күйдіру білікшесін салу және арнайы электродтар көмегімен пісіру.

Күйдіру білікшелерін салу арқылы пісірудің мәні келесіде. Біріншіден Э34 маркалы электродпен ұзындығы 35...50мм пісіру білікшесі салынады, содан лезде екінші білікше салынады. Сонымен бірге, бірінші білікше көбірек қыздырылады және аз жылдамдықпен салқындайды, сондықтан цементит ыдырап, графит бөлінеді, ал жіктің шындалған бөлігі жартылай қалдық кернеулерін шешеді. Бөлшектер қабырғалары қалыңдығына байланысты білікшелердің әртүрлі сандары салынуы мүмкін (сурет 4.7). Бөлшектер қабырғалары қалыңдығы 15мм астам болса көп қабатты балқытып қаптастыру қолданылады.



**Сурет 4.7. Білікшелердің әртүрлі сандарының салынуы:**  
а – екі қабат; б – үш қабат



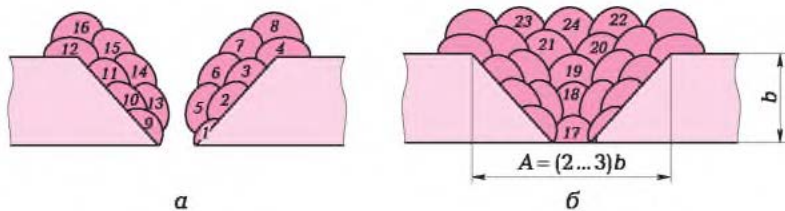
**Сурет 4.8. Жарықтарды білікше арқылы пісіру**  
(Соединительные валики – байланыстырушы білікшелер)

Жұқа қабырғалы (қабырға қалыңдығы 6...7мм) шойынды бөлшекке күйдіру білікшелерін салу арқылы жарықтарды бітеуді қарастырамыз. Қабырға қалыңдығы 7 мм дейін болса жарық бойынан жүзі алынбайды, және жарықты бітеу келесі ретпен орындалады:

- жарық соңынан 8...10 мм алшақ қосылғыш білікшелер пісіріледі (сурет 4.8);
- жарық бойынан 2мм алшақтау екі жағынан ұзындық аумағы 50мм артық емес дайындаушы және күйдіруші білікшелер (Б-Б кесіндісі) пісіріледі және суретте көрсетілген ретпен. Білікшелерді салу кезінде әрбір аумақ балға соққыларымен сомдалып отырады, ал жік 50...60<sup>0</sup>С дейін салқындайды;
- I – IV ретімен қосылғыш білікше салынады.

Қабырға қалыңдығы 8мм және астам шойынды бөлшек жарығы келесі тәртіппен пісіріледі (сурет 4.9):

- жарық соңдарында тесік бұрғыланып тесіледі;
- жырашық ені бөлшек қабырғасы қалыңдығынан 2...3мм құрайтындай болып жарық жүзін алу көмегімен бітеледі;
- жырашықтың (біліктер 1...4) бір жағы пісіріледі және осы жағына білікшелер (5...8) күйдіріліп салынады;
- жырақшаның басқа жағына алдын алушы (9...12) және күйдіруші (13...16) білікшелер салынады;
- байланыстырушы білікшелер салынады (17...24).



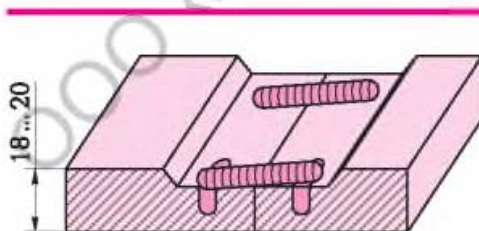
Сурет 4.9. Жарыктарды пісіру:

*a*- шырашықты пісіру және алдын ала және күйдіруші білікшелерді салу (1...16); *б*- қосылғыш білікшелерді салу (17...24); *b*- бөлшек қалыңдығы; *A* – жарықтың ең үлкен ені.

Күйдіргіш білікшелерді салу әдісімен қартер қабырғалары, берілістер қорабы тіректері және артқы мост корпустары зақымдалынуларына пісіру жүргізіледі; ішпек асты мен қозғалтқыш блоктары мойынтіректерінің түбегейлі қақпақтары төсеніштері зақымдалынуы; сулы жабын қабырғалары және басқа да бөлшектер зақымдалынулары.

Қалың қабырғалы (15мм астам) шойынды бөлшектерді жөндеу кезінде пісіру қосылыстары төзімділігін арттыру мақсатында жікті күшейткіш әртүрлі элементтер қолданылады. Мысалы, сурет 4.10 болат анкерлермен үйлесімді штифтер көмегімен жікті күшейту көрсетілген. Төмен көміртекті болатты штифтер бөлшектер қабырғалары қалыңдығына бұрандалы қосылыс арқылы орнатылады. Пісіру екі кезеңмен жүзеге асырылады: салқындату үзілістері бар күшейтуші элементтерді алдын ала пісіру, содан соң күйдіргіш білікшелермен толық пісіру.

Шойынды бөлшектерді күйдіруші білікшелерді салу әдісімен пісіру жөндеу кәсіпорындарына қолжетімді болып табылады. Бұл әдістің кемшілігі электродтардың көп шығындалуы (шамамен 2 есеге) және өнімділігінің төмендігі.



Сурет 4.10. Болат анкерлермен үйлесімді штифтер көмегімен жікті күшейту

Шойынды бөлшектерді салқын пісіру арнайы болатты электродтар және түсті металды қорытпалардан жасалған электродтар арқылы орындалады. Арнайы болатты электродтар тобынан ЦЧ-4 және АНЧ-1 маркалы электродтарды қолдану ұсынылады.

ЦЧ-4 маркалы электродтар құрамында никелі бар Пс-08Н50 қалың жабынды титаны бар сымтемірден дайындалады. Бұндай пісірудің жік қосылыстары төзімділігі жоғары болады және механикалық өндеуге жақсы келеді. Электрод өзегі диаметрі 3мм болса ток күші 60...75 А құрайды, ал өзек диаметрі 4мм – 90...110 А.

АНЧ-1 электродтар өзегі ретінде Пс-04Х19Н9 және Пс - 04Х19Н9Т сымтемірлері диаметрі 3,5мм УОНИ-13/55 фторлы-калий жабынымен қолданылады. Шойынды бөлшектерді АНЧ-1 электродтарымен пісірілген металл жігі – мысхромникельді қорытпа механикалық өндеуге жақсы беріледі. Пісіру кезінде жарықтар мен қуыстықтар болмайды. Пісіру 100...200 А ток күшінде орындалады.

Мысты қорытпа негізіндегі арнайы электродтар тобынаны ОЗЧ- 1 және МНЧ-1 кең таралған.

ОЗЧ- 1 маркалы электродтар құрамында темір ұнтағы бар (50%) қаптамалы мыс сымтемірлерден дайындалады. Балқытып қаптастырылған жік жабысқақтығы жақсы темірмысты қорытпа болып келеді. Соған қарамастан жіктің айналысы аймағында механикалық өндеуге қиын берілетін ағарған шойын аумақтары пайда болады.

Ең жақсы нәтижелерді МНЧ-1 маркалы электродтармен пісіру кезінде алуға болады, өзек материалы монель-металл (63% Ni және 37% Cu) болып табылады. МНЧ-1 маркалы электродтардың жабыны УОНИ-13/55 типінде болады. Осындай электродтар арқылы пісірілген шойынды бөлшектердің жік металы – қаттылығы шамалы темірникельді қорытпа (160 НВ жуық). Жігі созымды және тығыз.

Шойынды бөлшектерді түсті металды электродтар арқылы пісіру үнемділігі төмен болғанымен жіктің созымды болуын, жеткілікті төзімді және механикалық өндеуге жақсы берілуін қамтамасыз етеді.

Арнайы электродтар арқылы бөлшектерді балқытып қаптастыру кері полярлықты тұрақты токта жүргізледі.

**Шойынды газұнтақты балқытып қаптастыру** дегеніміз қыздырылған бетке ұнтақ тәрізді қорытпаның жұқа қабатын бүркүді білдіреді. Диффузиондық процесстер нәтижесінде балқытылған ұнтақ пен негізгі металдың үсті арасында балқытылып қаптастырылған қабат пайда болады. Шойынды

бөлшектерді балқытып қаптастыру үшін келесі құрамнан тұратын НПЧ маркалы ұнтақтар қолданылады: мыс – 5...7%, бор 1...1,8%, кремний 0,7...0,95% және қалғаны никель. Балқытып қаптастыру арнайы ГАЛ-2-68 моделі ацетилен-оттекті жанарғы арқылы жүзеге асырылады. Ұнтақ жанарғы бағанына бекітілген құйғыш арқылы келіп түседі. Ұнтақ тәрізді қорытпа қабатын 3мм қалыңдыққа дейін жағуға болады.

**Алюминий бөлшектерін және оның қорытпаларын пісіру.** Алюминий бөлшектерді және олардың қорытпаларын пісіру және балқытып қаптастыру келесі себептерге сәйкес қиындықтар туғызады:

- пісіру кезінде балқыту температурасы 2050<sup>0</sup>С оксид алюминий  $Al_2O_3$  баяу балкитын қабық пайда болады, ал алюминий балқыту температурасы болса 660<sup>0</sup>С құрайды;
- алюминий және оның қорытпалары балқыту кезінде аққыш келеді, ал суыған соң үлкен отыру коэффициенті мен сызықты кеңею коэффициентіне ие;
- 400...500<sup>0</sup>С температурада алюминий қорытпалары сынғыштығы жоғарлайды, яғни пісіру кезінде жарықтардың пайда болуына ықпал етеді;
- алюминий қорытпалары кеуекті жік пайда болуына ықпал етуші сутегінде балқытылған металл айтарлықтай ерігіш болады.

Алюминий қорытпаларынан жасалған бөлшектер газды немесе доғалық пісіру арқылы қосылады.

**Газды пісіруде** отын ретінде ацетилен қолданылады. Пісіру нейтралды алаумен орындалады. Толтырғыш материал негізгі металл құрамы мен бірдей болуы керек. Металды тотықтанудан қорғау үшін оксидтерді жоюшы АФ-4А флюс қолданылады. Флюс құрамына кіреді: калий хлориді - 50%, литий хлориді - 14% және натрий фториді - 8%.

**Доғалық пісіруде** әдетінше ОЗА-2 электродтары қолданылады. Пісіру кері полярлықта тұрақты ток арқылы жүргізіледі. Электрод өзегі алюминий сымтемірінен дайындалады. Электрод қалыңдығы 0,6...0,8мм келесі құрамды қаптамаға ие: флюс АФ-4А — 65 %; криолит — 25 %; калий хлориді — 9 %; кеуекті титан — 1 % және карбоксиметилцеллюлоза байланыстырушы ерітпесі — 12.14% (компоненттер сомасына қосылады). Алюминий бөлшектерді доғалық пісіру тәртібі: бөлшек қабырғалары қалыңдығы 4...9мм болса диаметрі 5мм электрод, доға ұзындығы 4...5мм болып алынады; бөлшек қабырғалары қалыңдығы 4...6мм болса ток күші 140...170 А құрайды, ал қабырғаның қалыңдығы 7...9 мм болса ток күші-160...210 А.

Алюминий бөлшектері мен оның қорытпаларын доғалық пісірудің басқа әдісі – УДАР және УДГ типті құрылғыларда

қорғаулы газ (аргон) ортасында балқытылмайтын вольфрамды электрод арқылы пісіру. Бұл жағдайда қоспа материалы ретінде негізгі металлы құрамымен бірдей сымтемір қолданылады. Осы тәсілмен пісіру флюс қолданбау арқылы ауыспалы токта жүргізіледі, өйткені аргон алюминий балқытпасын тотығудан қорғайды. Жік төзімді, қуыстықсыз және оксидсіз болады.

Бөлшектерді қосудың барлық тәсілдерінде пісіру алдында 200...250<sup>0</sup>С температураға дейін жергілікті немесе жалпы қыздыру жасау керек, бұл бөлшектердің өзгеруінің және жарықтар пайда болудың алдын алады, және балқытылған металдың кристалдануын жоғарлатады. Пісіруден кейін бөлшектер 300...350<sup>0</sup>С температурада кезекті баяу суытумен бірге пісіру аумағында ішкі кернеулер болмауын қамтамасыз ететін термиялық өндеуге алынады.

### **4.3.2. Пісіру және балқытып қаптастырудың механикаланған әдістері**

Пісіру және балқытып қаптастырудың механикаланған әдістерін қолдану жөндеу жұмыстарының жақсаруына, еңбек өнімділігінің күрт жоғарлауына және жөндеудің өзіндік құнының төмендеуіне ықпал етеді.

Автоматты және жартылай автоматты циклмен пісіру және балқытып қаптастыруды белгілейді.

**Автоматты пісіру мен балқытып қаптастыруда** электрод және бөлшек ауысуына және де электрикалық доға қозу мен қолдалынуына қатысты барлық операциялар механикаланған.

**Жартылай автоматты пісіру мен балқытып қаптастыруда** электрод берілісі ғана механикаланған.

Жөндеу кәсіпорындарында флюс қабаты астында пісіру және балқытып қаптастыру, дірілдоғалық балқыма, көміртекті газ ортасында пісіру мен балқытып қаптастыру, ұнтақты сымтемірмен пісіру мен балқытып қаптастыру, электртүйіспелік балқытып қаптастыру т.б. қолданылады.

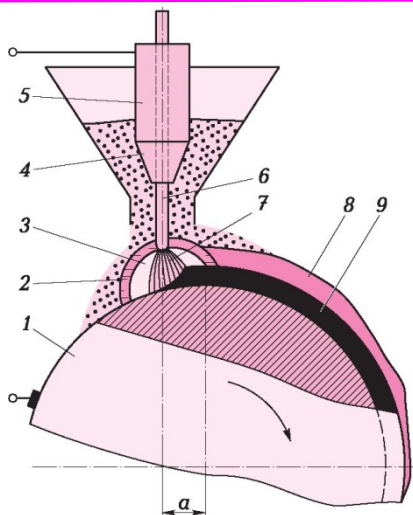
**Флюс қабаты астында бөлшектерді пісіру және балқытып қаптастыру.** Бұл әдіс Патон Е.О. жетекшілігімен 1940 жылы АН УССР электропісіру институтында құрастырылған. Флюс қабаты астында пісіру және балқытып қаптастыру автоматты және жартылай автоматты болады.

**Флюс қабаты астында пісіру және балқытып қаптастыру** дегеніміз келесіні білдіреді. Электродты сымтемір 6 (сурет 4.11) мундштук 5 арқылы арнайы роликті құрылғы балқытып қаптастыру аумағына беріледі, ал бункерден 4 қалыңдығы 30...50мм түйіршіктелінген флюс қабаты түседі. Бағытталушы цилиндрлі бөлшек 1 сағат тілі бойынша айналады, ал



балқытушы бастиек электродпен бірге бұранда сызық бойынша жікті балқытып қаптастыруын қамтамасыз ете отырып бөлшек өсі бойында жылжиды. Доға 7 үзіліссіз доға жану кезінде пайда болатын газды кеңістікте 3 балқытылған флюс сұйық қабаты 2 (қабықша) астында жанады.

Балқытылған флюс қабықшасы балқытылған металды оттегі мен ауа азотының зиянды әсерінен қорғайды, металл балқытқыш шашырауын төмендетеді және балқытып қаптастырылған жік 9 қалыптасу сапасын жоғарлатады.



**Сурет 4.1.1. Флюс қабаты астында автоматты пісіру және балқытып қаптастыру:**

1 - бөлшек; 2 - сұйық қабат (қабықша); 3 - газды кеңістік; 4 - бункер; 5 - мундштук; 6 - электродты сымтемір; 7 - доға; 8 - шлак қабыршығы; 9 - балқытып қаптастырылатын жік;  $a$  - сымтемірді балқытып қаптастыратын аумақ.

Флюс балқытқыш суыған соң балқытып қаптастырылған жік салқындауын бөгейтін және оның кристалдану жағдайын жақсартатын шлак қабыршығы пайда болады.

Цилиндрлі бөлшектерді балқытып қаптастыру кезінде балқытылған металм ағып кетпеуі үшін электродты айналу бағытына қарама-қарсы жаққа қарай білік айналу өсінен ауыстырады. Айналымның бағытталушы денелер диаметрлері 40мм немесе 60мм асқаны жақсырақ болуы керек. Балқытып қаптастырылудан кейін қатып қалған шлак қабыршығы металды шөткемен алынады.

Балқытып қаптастыру пісіру генераторын қолдану арқылы кері полярлық тұрақты токта жасалынады және өте сирек ауыспалы ток қолданылады, өйткені желідегі кернеулер балқытып қаптастыру қабатына әсер етеді. Балқытып қаптастыру үшін әртүлі конструкциядағы балқытылма бастиектері қолданылады, мысалы, А-580М, ПАУ-1, А-48 т.б. Айналу денелерін балқытып қаптастыру шпиндель айналу жиілігін 0,25... 4 мин<sup>-1</sup> дейін азайтатын редукторлы жонғыш станок арқылы жүзеге асырылады. Балқытып қаптастыратын бастиек станок суппортына орналасады. Айналу бөлшегі мен суппорт бойлық орын ауыстыру үйлесімі бұранда сызығы бойынша қабатты балқытып қаптастыруды қамтамасыз етеді.

Электродтар ретінде диаметрі 1...2,5мм сымтемірлер қолданылады. 20 маркалы болат бөлшектер балқытып қаптастыру кезінде Пс-08, Пс-08А и Қс-30 маркалы төмен көміртекті болат сымтемірді қолдану жақсы нәтижелер көрсетеді, ал 35 және 45 болат бөлшектерді балқытып қаптастыруда - Қс-40 және Қс-50 (балқытылған металл қаттылығы 187.192 НВ) маркалы орташа көміртекті сымтемірлер. 30Х, 35Х и 40Х маркалы болат бөлшектер Қс-30ХГСА, Қс-2Х24, Қс-3Х13 т.б. маркалы электродты сымтемірлер көмегімен балқытып қаптастырылады.

Пісіру және балқытып қаптастыруда балқытылған және керамикалық (балқытылмаған) флюстар қолданылады.

Балқытылған флюстар химиялық құрамы бойынша екі түрге бөлінеді: АН-348А, ОСЦ-45 және АН-60 маркалы жоғары кремнийлі марганецті, және АН-20 және АН-30 маркалы төмен кремнийлі марганецсіз. Балқытылған флюстар электрикалық доғаның тұрақты жануын және пісіру білікшелерінің жақсы қалыптасуын қамтамасыз етеді, жоғары қорғау қасиеттерін иеленеді, бірақ қосындыланған элементтері болмайды.

Керамикалық флюстар шлак қалыптастырушы түйіршікті масса және қышқылдандыратын материалдардың, металл ұнтақтары мен ферроқорытпалары (феррохром, ферротитан т.б.), балқытып қаптастырылатын қосындыланған металл механикалық қоспасы болып табылады. Бұл ұнтақтар сұйық металмен араластырылады, 2...3 сағат ішінде 300...400<sup>0</sup>С температурада майдаланып қыздырылады. Көбінесе АНК-18, АНК-19 және ЖСН маркалы керамикалық флюстар кең таралған.

Балқытып қаптастырылған қабат талап етілетін қасиеттерге ие болу мақсатында келесі қосындылау әдістері қолданылады: электродты сымтемір арқылы, ұнтақты сымтемір арқылы, флюс және аралас тәсіл арқылы.

Электродты сымтемір арқылы қосындылау кезінде жоғары көміртекті немесе қосындыланған сымтемір қолданылады, ал

балқытып қаптастыру балқытылған флюс арқылы жүргізіледі. Мысалы, бөлшекті Қс-65 маркалы сымтемірмен АН-348А маркалы флюс астында балқытып қаптастыруда балқытылған қабат 280...300 НВ қаттылығына ие, ал Қс-30ХГСА маркалы сымтемірмен АН-20 маркалы флюс астында балқытып қаптастыруда — 310. 320 НВ болады.

Ұнтақты сымтемір арқылы қосындылау кезінде балқытып қаптастыру АН-348А және АН-20 маркалы флюс арқылы жүргізіледі. Ұнтақты сымтемір диаметрі 2...3мм болаты лентаны түтікке оралған сымтемір, ішкі қуысы темір, феррокорытпалар, графит және басқада компонентердің механикалық қосындыларымен толтырылады. Бұл әдіс кемшілігі – сымтемірдің қомақты құны және құрылымы біркелкі емес балқытып қаптастырылған қабат алынуы.

Флюс арқылы қосындылау кезінде қосындыланған керамикалық флюс қабаты астында балқытып қаптастыруда Пс-08 маркалы төмен көміртекті сымтемір қолданылады. Бұл тәсіл бұдыр жік қалыптасуына байланысты кең таралған.

Қосындылаудың аралас тәсілі кең таралған және металды сымтемір мен флюс арқылы бір уақытта қосындылауды білдіреді.

Флюс қабаты астында балқытып қаптастыру тәртібі процесс өнімділігіне және балқытып қаптастырылған металл сапасына үлкен әсер қалдырады. Бұндай балқытып қаптастыру тәртібі параметріне электродты сымтемір диаметрі, пісіру тоғының күші, доға кернеуі, сымтемір берілісі жылдамдығы, балқытып қаптастыру жылдамдығы, электрод ұшып шығуы, электрод ауысуы және балқытып қаптастыру қадамы жатады.

Электродты сымтемір диаметрі балқытып қаптастыру қабатының талап етілу қалыңдығына бағынышты. Әдетінше электродты сымтемір 1,6...2,5 диаметріне ие.

Пісіру ток күші негізгі металды балқыту тереңдігіне, білікше көлеміне және процесс өнімділігіне әсер етеді. Пісіру тоғын, А; формула арқылы анықтауға болады:

$$I = 110d_3 + 10d^2, \quad (4.11)$$

бұндағы  $d_3$  - электрод диаметрі, мм

Флюс қабаты астында пісіру және балқытып қаптастыру кезінде *кернеу* пісіру білікшесі жақсы қалыптасуына ықпал ету үшін 25...30 В болып қабылданады.

*Сымтемір берілісі жылдамдығы* 12...45 м/ч шегінде. Оның өсуі балқыту тереңдігі мен балқытып қаптастырылған білікше ені азаюына әкеп соғады.

*Электрод ұшып шығуы* 10...25 мм шегінде теңселіп ток күшіне бағынышты.

*Электродтын зениттен ауысуы* бөлшек диаметріне байланысты. Диаметрлері 50...150мм бөлшектер үшін 3...8 мм құрайды.

*Балқытып қаптастыру қадамы* білікше енінің  $\frac{1}{3}$  бөлігін жабу есебімен алынады.

Флюс қабаты астында автоматты балқытып қаптастырудың қолмен жүргізілумен салыстырғандағы артықшылықтары:

- процесті автоматты басқару мүмкіндігі;
- жоғары тығыз тоқты қолдану және балқытып қаптастыру коэффициенті ұлғаюы арқасында процестің жоғары өнімділігі;
- жоғары сапалы жабынды алу нәтижесінде қоршаған ортадан доға жақсы қорғалуы және автоматталумен байланысты процесс тұрақтылығы;
- қалыңдығы үлкен балқытып қаптастырылған қабат алу мүмкіндігі (5мм астам);
- электродты металл жоғалтулары қатты азаюына байланысты процесс үнемділігі және жылу мен сәуле шығаруға электроэнергия жоғалтуларының жоқтығы;
- қосындылау нәтижесінде жоғары физико-механикалық қасиеттерімен балқытып қаптастырылған металл алу мүмкіндігі;
- пісіруші жұмыс жасау жағдайын жеңілдету.

Флюс қабаты астында балқытып қаптастыру кемшіліктері:

- диаметрі 45мм кем цилиндрлі бөлшектерді балқытып қаптастыру қиынға соғады, өйткені балқытылған флюс пен шлак балқытып қаптастырылған қабаттан суымай тұрып ағып кетеді;
- қолданылатын флюстарға қатысты жоғары құны.

Флюс қабаты астындағы жартылай автоматты пісіру және балқытып қаптастыру күрделі конфигурациялы бөлшектерді қайта қалпына келтіру және балқытып қаптастыру жұмыстары аз көлемде болғанда қолданылады. Сурет 4.12 жартылай автоматты балқытып қаптастыру үшін бастиектің конструктивті схемасы көрсетілген. Пісіруші бастиекті ұстағышпен 4 ұстап тұрып және балқытып қаптастыру кезінде оны қолмен ауыстырады, ал электродты сымтемір икемді шланг (ұзындығы 1м астам) пен мундштук 1 арқылы арнайы механизммен беріледі. Флюс 2 берілісі жапқыш 3 арқылы реттеледі, ал сымтемір берілісін қосу және ағыту – ажыратқыш 5 арқылы орандалады. Балқытып қаптастыруды ыңғайлы жүргізу үшін тірек 6 болады.

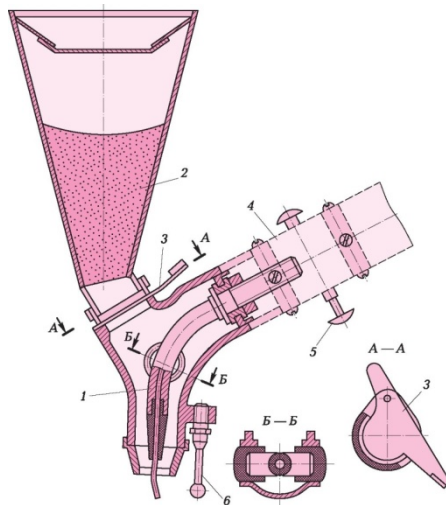
Флюс қабаты астында балқытып қаптастыру өнімділігін көтеру үшін көп электродты балқытып қаптастыру (8 электродқа дейін) қолданылады. Сурет 4.13 осындай балқытып қаптастыру схемасы көрсетілген. Көп электродты балқытып қаптастыру металл балқыту тереңдігі аздығымен және бір электронды балқытып

қаптастырумен салыстырғанда 30...40% балқытып қаптастыру коэффициенті жоғарлауымен сипатталады.

Флюс қабаты астында доғалық балқытып қаптастыру түрінің бірі пластинкалы жатушы электрод арқылы балқытып қаптастыру болып табылады (сурет 4.14).

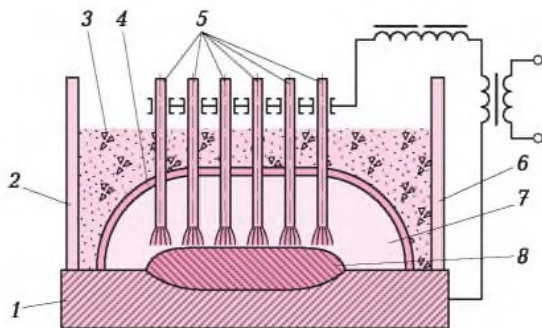
Балқытып қаптастырылатын бөлшекке 6 флюс 5 қабаты құйылады, оның үстіне қалыңдығы 3мм төмен көміртекті табақты болаттан электрод 4 қойылады. Электрод үстінен балқытып қаптастырылған қабат жақсырақ қалыптасуына ықпал етуші мысты брус 1 қойылады.

Флюсті ұстату үшін электрод жалаңашталуына кедергі болатын құрал 2 болады. Балқытып қаптастырудың басында доғаны қоздырушы ұсақ болатты жонқа 3 қолданылады. Балқытып қаптастыру процесінде доға электроды ұшы мен негізгі металл арасында жанады. Электрикалық доғаның электрод балқытылуына қарай акырындап қозғалысы балқытып қаптастырылған қабат пайда болуына ықпал етеді. Флюс астындағы электрод қалыңдығы 4...5мм құрайды.



**4.12.Сурет. Флюс қабаты астындағы жартылай автоматты пісіру және балқытып қаптастыру:**

1 - мундштук; 2 - флюс; 3 - жапқыш; 4 - ұстағыш; 5 - ажыратқыш; 6 - тірек.

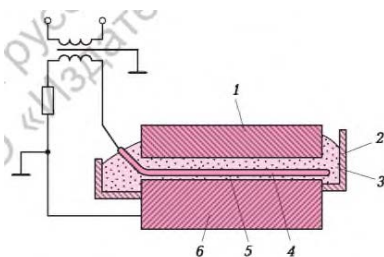


**Сурет 4.13. Көп электродты балқытып қаптастыру схемасы:**

1 - балқытып қаптастырылатын бөлшек; 2 және 6 – флюс орналасуын шектегіш металл тілімшелер; 3 - флюс; 4 – балқытылған флюс қабықшасы; 5 - электродтар; 7 – газды көпіршік; 8 - балқытып қаптастырылған қабат.

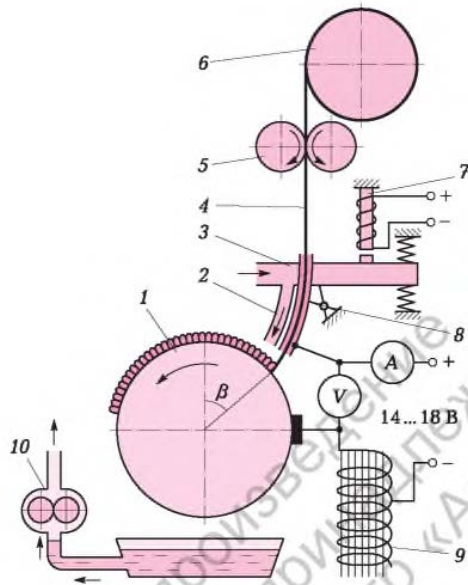
**Дірілдоғалық балқытып қаптастыру.** Бұл тәсіл металды электрод арқылы балқытатын доғалық балқытып қаптастыру түрлерінің бірі болып табылады. Дірілдоғалық балқытып қаптастырудың ерекшелігі мерзімді қайталанатын электрикалық разряд пайда болу нәтижесінде электродты материал жылу арқылы балқытылуы болып табылады. Доға жануының үзілмелі болуы электромагнитті немесе механикалық құрылғы көмегімен оның өсі бойында электродты сымтемір дірілдерімен түсіндіріледі.

Сурет 4.15 дірілдоғалық балқытып қаптастыру құрылғысы схемасы көрсетілген. Бағытталушы бөлшек 1 жонғыш станок ортасына бекітіледі, ал балқытып қаптастырылатын бастиек станок суппортына монтаждалады. Электродты сымтемір 4 дірілдеуші мундштукқа 2 роликті механизм 5 кассетасынан 6 беріледі. Мундштуктың өске қатынасты теңселуі электромагнитті дірілдегіш 7 арқылы жүзеге асырылады.



**Сурет 4.14. Пластикалы жатушы электрод арқылы балқытып қаптастыру схемасы:**

1 – мыс брус; 2 – флюс ұстатушы құрылғы; 3 – болатты жонқа; 4 - электрод; 5 – флюс қабаты; 6 - балқытып қаптастыру бөлшегі



Сурет 4.15. Дірілдоғалық балқытып қаптастыру құрылғысы схемасы:

1 - балқытып қаптастырылатын бөлшек; 2 - мундштук; 3 – салқындатқыш сұйықты беру каналы; 4 – электродты сымтемір; 5 – роликті механизм; 6 - кассета; 7 – электромагнитті дірілдегіш; 8 - өс; 9 – өзіндік индукция шарғысы; 10 - сорғы;  $\beta$  – сымтемірінің беріліс еңсі бұрышы ( $\gamma=30...45^\circ$ ).

Дірілдің 0,01с. құрайтын бір циклында электрод бірінші бөлшек бетімен байланысып (қысқа тұйықталу), одан ауытқу кезінде тізбектен ажырайды.

Электрод беттен ауытқыған мерзімінде жылудың (80...90%) негізгі саны бөлінген кезде доғалық разряд пайда болады және электрод материалы майда тамшы күйінде балқытып қаптастырушы бетке жетеді. Электрод дірілі 1,5...2,5мм амплитудасымен балқытып қаптастыру процесіне тұрақтылық құрайды және материалдар біркелкі жекелеп салынуына ықпал етеді. Бөлшектер балқытып қаптастырылуын кері полярлық тұрақты токта жүргізу жақсырақ болады. Ауыспалы токта жұмыс істеу кезінде балқытып қаптастырылған қабатта бос қуыстықтар болуы мүмкін.

Жөндеу тәжірибесінде электромагнитті дірілдегіш балқытып қаптастыру бастиектері (УАНЖ-5, УАНЖ-6, ВДГ- 5 т.б. модельдері) және бастиектері магнитті дірілдегішімен (ОКС-1252А және КУМА-5М модельдері) қолданылады. Ток көзі төмен вольтті генераторлар болып табылады.

Сонымен бірге ВСА-600/300 түзеткіші қолданылады. Электродты сымтемір диаметрі 1,2...2,5мм ретінде балқытып қаптастырылатын қабат қалыңдығы талабына сәйкес алынады. Пісіру тоғының күші сымтемір диаметріне және оның беріліс жылдамдығына байланысты, және 100...200 А құрайды. Доғадағы кернеу 12...24 В шегінде тербеледі. Электродты сымтемірді беру жылдамдығы 0,5...3,5 м/мин шегінде қабылданады. Сымтемірді беру жылдамдығы артқан сайын доға жану ұзақтылығы қысқарады, бұл көміртегі жанып кетуін төмендетеді, бірақ қуыстық пайда болуына әкеп соғады.

Дірілдоғалық балқытып қаптастыру сұйықтықты салқындату арқылы орындалады, салқындатпаусыз қорғаулы газдар ортасы мен флюс қабаты астында жүргізіледі.

**Салқындатқыш сұйықтықты (5% күйдіргіш содасы) қолдану арқылы балқытып қаптастыру** кең таралған. Салқындатқыш сұйықтықты балқытып қаптастыру аумағы жақындату кезінде балқытып қаптастырылатын қабаттың қаттылығы мен төзімділігі біршама жоғарлайды, бірақ бөлшектің микро жарықтар мен қабатында кеуектіктер пайда болуына байланысты 30...40% тозығуға төзімділігі төмендейді. Сұйықтықты балқытып қаптастыру аумағына біршама алшақтау жақындатса бөлшектің тозығу төзімділігі жоғарлайды, бірақ балқытып қаптастырылған қабаттың қаттылығы мен төзімділігі төмендейді.

**Салқындатусыз немесе қорғаулы газдар ортасында балқытып қаптастыру** кезінде бағытталушы қабаттың қаттылығы электродты сымтемір маркасына байланысты 160...450 НВ құрайды.

**Флюс қабаты астында балқытып қаптастыруда** жабын ең жақсы сапаға ие болады.

Дірілдоғалық балқытып қаптастыру артықшылықтары:

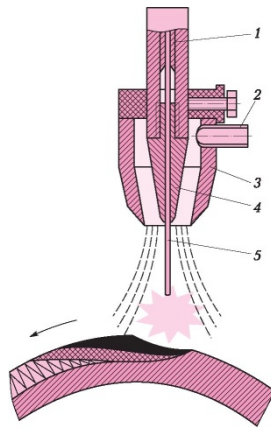
- термиялық әсер ету аумағы шамалы, бөлшек пішіні өзгеруіне және оның жағдайына әсер етпейді;
- жеткілікті жоғары өнімділік (минуты 8...10 см<sup>2</sup> беті жабады).

Дірілдоғалық балқытып қаптастырудың кемшілігі бөлшектің балқытып қаптастырудан кейінгі тозығу төзімділігінің 30...40% төмендеуі болып табылады.



Дірілдоғалық балқытып қаптастыру маңызды динамикалық жүктемені елемейтін болаттан, сұр және созымды шойынан жасалған бөлшектерді қайта қалпына келтіруде кең таралған.

**Қорғаулы газдар ортасында балқытып қаптастыру.** Бұл әдістің мәні электрикалық доға электрод пен балқытып қаптастырылатын бөлшек арасында балқыту кеңістігінен ауаны ығыстырушы газ ағыншасында жанатының білдіреді, және металл балқымасы оттегі мен ауа азоты әсерінен қорғалады. Болатты бөлшектерді пісіру және балқытып қаптастыру кезінде көмірқышқыл газы қолданылады, ал алюминийден пісіруде – аргон мен гелий.



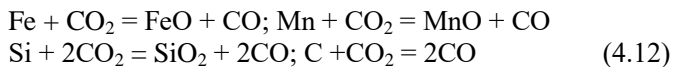
**Сурет 4.16. Көмірқышқыл газы ортасында балқытып қаптастыру (көміртегі диоксиді):**

1 - мундштук; 2 - түтік; 3 – газды сопло; 4 - ұштық; 5 – электродты сымтемір.

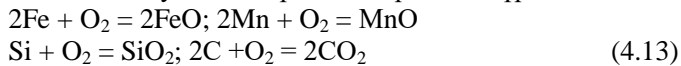
Көмірқышқыл газы ортасында болатты бөлшектерді балқытып қаптастыру процесін қарастырамыз (сурет 4.16). Электродты сымтемір 5 арнайы механизм арқылы тұрақты жылдамдықпен жану аймағына мундштук 1 және ұштық 4 арқылы беріледі. Түтік 2 бойынан 5...20 МПа қысымымен газды сопло 3 арқылы көміртек (көмірқышқыл газы) диоксиді түседі.

Балқытып қаптастыру кері полярылықта тұрақты ток арқылы жүргізіледі, бұл сапалы жік пайда болуын қамтамасыз етеді және металл шашырауын төмендетеді. Электродты сымтемір марганец пен кремний (Пс-08Г2СА, Пс-12ГС, Пс-18ХГСА, Қс-30ХГСА) жоғары құрамында қолданылады. Бұл дегеніміз пісіру кезінде көмірқышқыл газы балқытып қаптастырылған металды оксидтер мен қуыстықтар пайда болуына әкеп соғатының білдіреді. Сонымен бірге, доғаның жоғары температурасында атомарлы

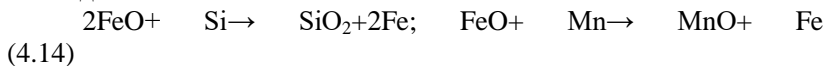
көміртегі пайда болуымен көміртегі диоксид диссоциациясы жүргізіледі. Металдың тотығуы келесі реакция арқылы жүргізіледі:



Оттегі тотығуы келесі реакция арқылы жүргізіледі:



Марганец және кремний темірге қарағанда оттегімен ұқсастықтары көп болғандықтан темір оксидінен FeO оттегі алынады:



SiO<sub>2</sub> және MnO пісіру ваннасы бетіне шығатын тез балқығыш оксидтерді құрайды.

Сондай-ақ металдағы қуыстықтардың пайда болуын болдырмау үшін кремний мен марганецтің ролін еске түсіру керек. Белсенді ашытқыш бола тұра кремний мен марганец FeO көміртегінің қышқылдануына жол бермейді, бұндағы көміртегі оксиді келесі реакция арқылы бөлінеді:



Көрсетілген FeO темір оксиді қышқылдану реакциясы кремний мен марганец арқылы басылады, және кристалдау процесі қуыстық пайда болмау арқылы тыныш жүргізіледі.

Автоматты балқытып қаптастыру үшін көміртегі диоксидін беру үшін мундштук пен жанарғыны бекіту арқылы А-580М автоматы қолданылады, ал жартылай автоматы балқытып қаптастыру үшін – жартылай автоматты Л-547Р, ПДГ-301 т.б. модельдері. Ток көзі ретінде ПСГ-500-1 және ПСУ-500 моделі пісіру түрлендіргіштері, және ВС-300, НДГ-301 пісіру түзеткіштері қолданылады.

Көмірқышқыл газы ортасында пісіру және балқытып қаптастыру диаметрі 0,8...1мм электродты сымтемір арқылы орындалады. Мысалы, диаметрі 10...40мм цилиндрлі бөлшектерді балқытып қаптастыру кезінде Қс-30ХГСА маркалы диаметрі 0,8...1мм электродты сымтемірі қолданылады. Бөлшек диаметрі 10мм болса пісіру тоғы 75 А, ал бөлшек диаметрі 40мм болса – 130...160 А. Доғадағы кернеу 18...20 В. Балқытып қаптастырылған қабат қалыңдығы 0,8...1мм, қаттылығы 24...35 HRC, құрайды. Шынықтырудан кейінгі қаттылық 50 HRC, дейін жоғарылайды.

Бөлшектерді көмірқышқыл газы ортасында балқытып қаптастыру флюс қабаты астында балқытып қаптастыруға қарағанда келесі артықшылықтарға ие:

- диаметрі 10мм және астам біліктер мойыныңбалқытып қаптастыру мүмкіндігі;
- жоғары өнімділік процесі (20...30%);
- бөлшектің аз қызуы;
- балқытып қаптастырылған қабатты шлак қабығынан тазалаудың қажетсіздігі.

Процесс кемшілігі ретінде балқытып қаптастырылған қабатта жарықтар пайда болуы мен металдың көбірек шашырауға бейімділігі болып табылады.

#### **Ұнтақты сымтемір арқылы балқытып қаптастыру.**

Ұнтақты сымтемір диаметрі 2...3мм түтік түрінде оралған, шихтасы механикалық қоспалы (феррокорытпалар, көміртегі және әртүрлі металдар) және қорғаулы компоненттер (мәрмәр, балқытпа шпаты т.б), темір ұнтағы, және доға жануын тұрақтандырушы заттар қоспасымен толтырылған болатты лента болып келеді.

Ұнтақты сымтемір арқылы балқытып қаптастыру ашық доға, флюс қабаты астында, көмірқышқыл газы ортасында, дірілдоғалық балқытып қаптастыру немесе қолмен жүргізу мүмкіндігін қарастырады. Флюс қабаты астында немесе көмірқышқыл газы ортасында балқытып қаптастыру кезінде шихта көбінесе қосындыланған элементтерден құралады. Ұнтақты сымтемірлерді әртүрлі маркада автоматты және жартылай автоматты балқытып қаптастыру және бөлшектерді төмен- және орташа көміртекті болаттардан (ПП-АН1, ПП-АН3 т.б.) шығарады. Ұнтақты сымтемір арқылы балқытып қаптастыру нәтижесінде қаттылығы 40...50 HRC, төзімді балқытып қаптастырылған металл шығады. Балқытып қаптастыру кері полярлықта тұрақты ток арқылы жүргізіледі.

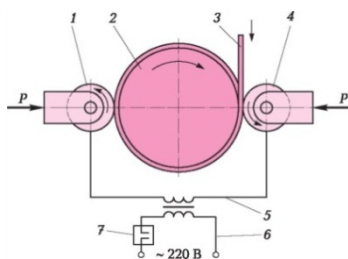
Ұнтақты сымтемір арқылы балқытып қаптастырудың артықшылықтары:

- процесті жүргізу жеңілдігі, өйткені флюс және қорғаулы газдар қажетсіздігі;
- тозығуға төзімді балқытып қаптастырылған металл алу мүмкіндігі;
- 12...20 кг/(А·ч) тең балқытып қаптастырудың қатынасты жоғары коэффициенті.

Ұнтақты сымтемір арқылы балқытып қаптастыру кемшіліктері: сымтемірлердің біршама маңызды құны, және құрылымы біркелкі емес және жоғары кеуектілікті балқытып қаптастырылған металл шығуы.

Еңі үлкен беттерді және үлкен диаметрлі цилиндрлік беттерді балқытып қаптастыру кезінде ұнтақты сымтемір орнына еңі 20...100мм диаметрлі ұнтақты лентаны қолдану тиімдірек болып келеді.

**Электртүйіспелік балқытып қаптастыру.** Бұл әдістің мәні электртүйіспелік әдісімен жоғары күшті ток импульсімен пісірілетін, бір мезгілде жабын қабатының талап етілі қалыңдығына деформацияланған қайта қалпына келтірілетін бөлшек бетіне сымтемір бұралып салынуын білдіреді. Сурет 4.17 электртүйіспелік балқытып қаптастыру схемасы көрсетілген. Бөлшек 2 жонғыш станоктың ортасына немесе патронына бекітіледі. Түйіспелік ролигі 1 және балқытып қаптастыру ролигі 4 жонғыш станогының суппортына монтаждалған. Балқытып қаптастыру кезінде ролик 4 қысқыш механизм көмегімен қабатты қажетті қалыңдыққа дейін бұрамдалатын сымтемірмен 3 деформациялайды. Қуаттандыру көзі ретінде пісіру трансформаторы қолданылады. Роликтегі ток трансформатордың екінші реттік контурынан 5 беріледі. Бірінші реттік контурға ток берілісін импульс арқылы қамтамасыз етуші үзгіш 7 монтаждалған. Екінші реттік контур арқылы 20 мың. А дейін қуаты, кернеуі 7В дейін ток өтеді. Балқытып қаптастырылған қабат қалыңдығы диаметрі 0,5...2мм электродты сымтемірге сәйкесінше 0,2...1,5 мм шегінде болуы мүмкін.



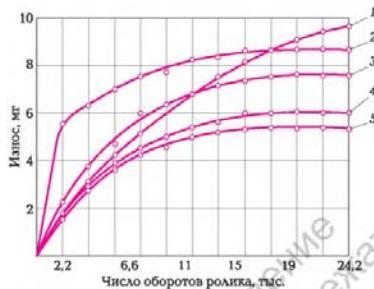
**Сурет 4.17 Электртүйіспелік балқытып қаптастыру схемасы:**

1 – түйіспелік ролик; 2 - бөлшек; 3 – бұрамдалатын сымтемір; 4 – балқытып қаптастырушы ролик; 5 – трансформатордың екінші реттік контуры; 6 – трансформатордың бірінші реттік контуры; 7 – үзгіш.

Электртүйіспелік балқытып қаптастыру кезінде балқытып қаптастырылған металл талап етулі қасиетіне байланысты Қс-40, Қс-50, Қс-30ХГСА маркалы және басқа да маркалы электродты сымтемірлер қолданылады.

Балқытып қаптастырудың электртүйіспелік әдісі перспективті болып табылады. Оның артықшылықтарына келесілер жатады:

- қаптама қалыңдығы 1мм құрайтын, 100см<sup>2</sup>/мин жететін жоғары өнімділік;
- термиялық әсер ету аймағының (0,3мм дейін) аз болуы;
- қоспа материалдарының елеусіз жоғалтулары;
- пісірушілер жұмыстары үшін қолайлы өндірістік жағдайлар.



**4.18. Сурет Әртүрлі сымтемірлер арқылы балқытып қаптастыру кезінде алынған қаптамалардың тозутөзімділігі:**

1 - Пс-08Г2С маркалы сымтемірі; 2 - Қс-30ХГСА маркалы сымтемірі ; 3 - жоғары жиілікті токтар арқылы кезекті шынықтырушы Қс-30ХГСА маркалы сымтемір; 4 - 2Х13 маркалы сымтемір; 5 -56...62 HRC, қаттылығына жоғары жиілікті токтармен шынықтырылған 45 болаты.

(Число оборотов ролика-Роликтің айналымдарының саны  
Износ – тозу)

Әртүрлі балқытып қаптастыру әдістерімен алынған балқытып қаптастырылған қабаттың тозығуға төзімділігі айтарлықтай дәрежеде электродты сымтемір химиялық құрамына байланысты. Электродты сымтемірдің химиялық құрамы әсерін сипаттау үшін 4.18 сурете көмірқышқыл газды ортада балқытып қаптастыру арқылы алынған жабындарды салыстырмалы тозығуөзімділігін зерттеу нәтижелері көрсетілген. Зерттеу барысында эталонымен салыстырғанда тозу деңгейі бойынша 5МПа меншікті қысымымен шекарадағы қажаулы сырғу жағдайында және әртүрлі электродты сымтемірлер арқылы балқытып қаптастыру қарастырылды: 1 - Пс-08Г2С маркалы сымтемірі; 2 - Қс-30ХГСА маркалы сымтемірі ; 3 - жоғары жиілікті токтар арқылы кезекті шынықтырушы Қс-30ХГСА маркалы сымтемір; 4 - 2Х13 маркалы сымтемір; 5 -56...62 HRC, қаттылығына жоғары жиілікті токтармен шынықтырылған 45 болаты

**Бөлшектерді балқытып қаптастырудан кейінгі механикалық өңдеу ерекшеліктері.** Бұл ерекшеліктер біркелкі емес әдіп болуы, шлак қосылуы және балқытып қаптастырылған металдың қасиеттерінің бірдей болмауын білдіреді. Балқытып қаптасқан қабат қаптастыруға және біртіндеп сарайлаудың талаптарына байланысты жоңғыш және ажарлағыш станоктарда өңдеуді жүзеге асырылады. Бағытталуы қабат 40 НРС артық емес қаттылықта; РК6 қалыңпазынан алынған сылақ жақпағы бар металл бұйым түрінде болады. Электродтың пішіні сұйықтан алынған арқынды жону өңдеуі жүргізілуі мүмкін. Егер бөлшектің қаптастырылған қабат қаттылығы 40 НРС астам болса, онда жону денекерлерін кезеңді жетілдіріп, металдың астам болса, құрамы және өндіріс аяқтық механикалық өңдеу қаптастырылуының сапалы байланысуын қамтамасыз ететін, шлак түзіледі. Шлак толығымен денекер ваннасын тұйықтау қажет және металлдың кристалдану кезіндегі түзілетін газдарды жіберуі керек.

Электродтарды қаптаудың ең маңызы талабына, барлық кеңістік жағдайында, сұйық шлақтың жабысқақтығына қарамастан, пісіруді жүргізе алу жатады. Көп мөлшердігі кремнеземі бар шлактар аз қозғалады, және олардың жабысқақтығы аз мөлшердегі кремнеземі бар, фторлы-кальцилі шлактарға қарағанда өзгеше. Сондай-ақ, оттегінің бос иондарының концентрациялануына қызмет ететін, шлак компоненттерінің ондағы кремний-оттекті жинақталған байланыстарын бұзатын, оттегі концентрациясын жоғарлату қасиетіне ие, шлақтың негізінің де маңызы зор. Электродты денекерленуден алынған негізгі жабынды металл жігі созылмалы қасиетке ие.

Электрод жабындарының мәні: А – қышқыл, В – негізгі, Р – рутилды, Ц – циллулоидті және П – басқалар. Қышқылды жабында темір мен марганец оксидтері, сондай-ақ, кремнезем бар, негізгіде – мрамор, балқытылған шпад және форрокортеп бар. Электродтардың типі Э символымен металл біліктің төзімділігін көрсету арқылы белгіленеді.

**Тағайындалуына байланысты** электродтар бірнеше түрге бөлінеді. Атап айтқанда, У индексі бар электродтар жігінің төзімділігі 600МПа, көміртекті болатты пісіруге арналған, Л индекстілер – төзімділігі 600МПа – дар артық, қоспалы құрылымды болатты пісіруге арналған. Басқа да индекстер бар.

Жабын қалыңдығына байланысты электродтар:

- Жұқа жабынды ( $D/d < 1,2$ ) — М;
- Орташа жабынды ( $D/d = 1,2... 1,45$ ) — С;
- Қалың жабынды ( $D/d = 1,45... 1,8$ ) — Д;
- Өте қалың жабынды ( $D/d > 1,8$ ) — Т болып бөлінеді, мұндағы,

**D**— электроддиаметрі ; **d**— болат білік диаметрі.

МЕМСТ 9466 — 75 электродтардағы күкірт пен фосфор құрамын, пісірудің орналасу кеңістігін, токтың түрі мен полярлығын, біліктің диаметрін, металл жігінің төзімділігін реттейді. Стандартқа сәйкес, электродтардың 12 нөмірлік шартты белгісі бар. Алайда техникалық құжаттарда маркасы, білік диаметрі және құрамындығы фосфор мен күкірттің болу тобы көрсетіледі

Мысалы, электродтың УОНИ-13/45-3,0-2 белгіленуі:

- Электродмаркасы — УОНИ-13/45;
- Білік диаметрі— 3,0 мм;
- фосфор мен күкірттің болу тобы— 2.

Жабынының қалыңдығына байланысты электродтар түрлі қызмет атқарады. Жұқа жабынды электрлік доғаны орнықтыру үшін қолданады. Доғаны орнықтырудан басқа жабындар жіктің сапасын жоғарылатуға арналған. Қалың жабынды электродтар кеңінен қолданылады. Қалың жабын құрамына бірқатар компоненттер кіреді, олар аттарына сәйкес келесідей бөлінеді:

- Иондаушыларға (бор, мрамор және т.б.);
- Газтүзуші (органикалық байланысты);
- Шлактүзушілер (дала шпаты, құм, гранит және балқытқыш шпат);
- Байланыстырушы (сұйық шыны, декстрин және т.б.);
- Жабыстырғыш;
- Қоспалаушы (ферромарганец, ферросилиций және т.б.).

Аталған топтағы бірінші төртеуі электродтың сапалы жабынының құрамына кіреді. Қоспалаушы компонент пісіру жігінің химиялық құрамын өзгерту арқылы, оған қажет қасиеттерін жасау керек болған кезде ғана қолданады.

Кейбір жабын компоненттері, негізінен ұзақ мерзімді шығарылатын, кен-қышқылдық компоненттер токсиндік газ-көмірқышқыл оксиді мен фторлық байланыс шығарады. Қазіргі кезде біздің өндірісте электродтардың рутилді токсинді емес жабындары артықшылыққа ие. Сондай-ақ, ильменитті, фтор-кальцилік және органикалық жабынды электродтар қолданылады.

Электродтардың кен-қышқылды жабындырында шлак түзуші негізді қазба түрінде артықшылыққа ие, темір мен марганец оксидтері, сонымен қатар, дала шпаты, пегматит және басқа алюмосиликаттар түзеді.

Жабынға органикалық құрамдар – жанған кезде жайылып, металл жігінің және жіктің айналасындағы газдық қорғанысын қамтамасыз ететін, крахмал, декстин және ағаш ұны кіреді. Темір оксиді  $FeO_3$  дәнекерлену барысында темірмен әрекеттесе отырып,  $FeO$  темір оксидіне айналады да, содан кейін, марганец болып қалпына келеді, ферромарганец түріндегі жабын болып енгізіледі. Марганецтің негізгі бөлігі пісіру барысында қышқылданып, шлакка айналады, қалған аз бөлігі металл жігіне араласып қосылады.

Кен-қышқылды ерітілген, металл жігі, 0,12 % дейін С, 0,10 % дейін Si, 0,6...0,9 % Mn және 0,05 % S және P тұрады. Сондай-ақ, металл жігі құрамында 0,09.0,12 % O<sub>2</sub>, 0,015.0,025 % H<sub>2</sub> және 20. 25см<sup>3</sup>/100 H<sub>2</sub>бар.

Кен – қышқылдық жабынды электродтардың технологиялық қасиеттері 4.10 кестеде көрсетілген. Ондай электродтарды қолдана отырып, тұрақты және айнымалы токта барлық кеңістікті бағытта пісіру жасауға болады.

Электродтардың кен – қышқылдық жабыны ондағы газдар мен маталлдық емес қоспалардың болуынан, металл жігінде кристалданған шытынаулардың түзілуіне себеп болады.

Кен – қышқылдық жабындар металл жігіндегі күкірт концентрациясына әсер етеді, сондықтан кедерлілі қалыпқа ие болатын конструкциялар үшін, күкірті жоғары электродтарды қолдану ұсынылмайды. Кен – қышқылдық жабындармен жоғарғы температуралық қыздыру маталл жігінде сутек концентрациясын азайтады.

Марганец арқылы пісіру ваннасын қышқылдандыру кремнетүзілу процессіне және сәйкесінше, кремний концентрациясының жоғарлануына жәрдемдеседі, бұл беткі-белсенді элемент бола отырып, металл жігіне сіңіп, газсыздандыру жағдайын нашарлатып, саңылаулардың түзілуіне әкеп соғады. Металл жігінің механикалық қасиеттері бойынша төмен көміртекті болаттарды пісіру кезінде келесі көрсеткіштерге ие болады:  $\sigma_B = 420$  МПа,  $\delta = 18\%$ ,  $\psi = 8\%$ .

Рутилдік жабынның шлактүзуші негізін титан окиді мен алюмосиликат, дала шпаты, коалин, карбонаттар, мрамор мен магнетиттан тұратын, рутилді концентрат түзеді. Соңғы екеуі жабынның шектелген компоненттарымен дәнекерлену байланысының газдық қорғанысын түзеді. Дәнекерлену ваннасының қышқылдануы жабын құрамына ферромарганец түрінде ентін, марганец арқылы жүзеге асады.

**4.10. кесте. Кен-қышқылдық жабынды электродтардың технологиялық сипаттамасы**

Электрод маркасы	Коэффициент		
	балқыту,	жоға	бұрку, %
ОММ-5	6,5...7,2	15...20	10...14
ЦМ-7	9,0...10,0	10...20	8...15
ЦМ-8	9,0...11,0	8...10	—



Рутилды жабынды электродтардың бірінші тобы (рутилкарбонатты) 10...15 % карбонаттан тұрады, ал, екінші топта - 5 % -дан көп емес.

Электродтардың бірінші тобы металл жігінің ұру жабысқақтығы мен жоғары негізделуін қамтамасыз етеді.

АНО-3, АНО-4, АНО-5, МР-1 және МР-3 маркалы электродтар рутилкорбанатты жабындарға ие, ал, АНО-1, ОЗС-3, ОЗС-4, ОЗС-6 және ЦМ-9 маркалы электродтар – рутилалюмосиликатты.

Рутилді жабынды электродтармен ерітілген металл жігі, 0,12 % С, 0,5.0,8 % Мп, 0,10.0,30 % Si, 0,01 % дейін Р, 0,05.1,0% O<sub>2</sub>, 0,015.0,025 N<sub>2</sub> және 25.30 см<sup>3</sup> Н<sub>2</sub> тұрады.

Рутилді жабынды электродтармен жоғары пісіру-технологиялық қасиеттеріне ие (4.11 кесте). Олар жіктің жақсы қалыптасуын, металл жігінің негізгі металлмен жақтық ауысуын қамтамасыз етеді және сонымен қатар, шлак қабықшаларының жеңіл ажырауын , шашырау әсерінен металлдың жоғалуын азайтуды қамтамасыз етеді.

Рутилді жабынды электродтармен пісірген кезде доға кез келген полярлы ток түріне қарамастан нық жанады. Доғаның тербелуі саңылаулардың тууына әкеп соғады. Қышқылданған беттерді пісіргенде, жік оксидтерден жақсы тазарады. Рутилді жабынды электродтармен ерітілген металл жігі, кенді-қышқылды жабынды электродтарға қарағанда, кристалды шытынауларға төзімді. Рутилді жабынды электродтардың ең басты маңызды артықшылықтарының бірі пісірушілер жұмысы үшін санитарлы-гигиеналық шарттардың болуы. Рутилді жабынды электродтармен пісірген кезде  $\sigma_b = 420$  МПа,  $\delta = 18$  % және  $\alpha_n = 0,8$  МДж/м<sup>2</sup> болатын, пісіру жіктерін алуға болады.

FeO және TiO<sub>2</sub> негізіндегі электрод жабындарын ***ильменитті деп атайды. Оларға бірқатар кемшіліктерге: металдың шашырауы жоғары, пісірушілердің жұмыс шарттарының қолайсыз гигиеналық сипаттары және т.б*** ие ОМ- 5 маркалы электродтар жатады. Алайда ильменитті электродтар жақсы технологиялық – пісіру сипаттарына ие. Бұндай электродтармен пісірген кезде, металл жігі келесі қасиеттерге ие болады:  $\sigma_b = 420$  МПа,  $\delta = 18$  %  $\psi = 8$  %.

Ильменитті электродтарда темірдің жоғарылауы процестің өнімділігін 15 .. 20 % жоғарылатады. Сондай-ақ, пісіруші жұмысының санитарлы-гигиеналық шарттары төмендейді (АНО-6 электроды).

Электродтардың ***фтористо-кальцилік*** жабындары кеңінен қолданылады, оларда шлақтүзуші компоненттер негізінен балқытқыш шпат (СаFe) және кальций және магни корбанаты (мрамор, бор және магнезит) және олар пісіру кезінде көмірқышқыл газын шығарады. Нәтижесінде, соңғыларының жайылуынан жіктің газдық қорғанысы түзіледі.

#### 4.11. кесте. Рутилді жабынды электродтардың технологиялық қасиеттері

Көрсеткіш	Электрод	
	рутилкарбонатты АНО-3, АНО-4, АНО-5, МР-1 и МР-	рутилалюмосиликатты ОЗС-3, ОЗС-4, ОЗС-6 и
Жабынындағы темір ұнтағының болуы, мас. %	0 ..20	30...35.
Еріту коэффициенті, %	8...9	9...12
Жабын массасы коэффициенті, %	35...50	50..65
Диаметрі 4 мм электроды үшін, еріту өнімділігі, г/мин	23..50	35..50

Металл жігінің қышқылдануын ферроқорытпа түрінде немесе жеке металл ұнтақ түрінде болатын, марганец, кремний, титан және алюминий жүзеге асырады. Белсенді ашытқыштар – кремний титан және алюминий металл жігінде оттегінің аз құрамын қамтамасыз етеді, алайда, металлдардың күшті оксидтері балқытқыш шпад болып ериді де шлак түзіледі. Металл жігіндегі оттегі 0,03...0,05% көп емес, азота — 0,010.0,015 %, металл емес қоспа - 0,1% және көмірсутегі - 5.7 см<sup>3</sup>. Флористі-кальций электродымен ертілген металл жігі, 0,5... 1,5% Мп, 0,3,0,5 % Si және 0,035 % көп емес Р жәнеS құралады.

Фарфор мен күкірттің төменгі концентрациясы шлактағы, балқытқыш шпад тазарту әрекетіне негізделген.

Фторлы-кальцилік жабындар ылғалды атмосфера әсеріне сезімтал болып келеді, сондықтан, металл жігінде саңылаулардың түзілуінің алдын алу үшін электродтарды қолдану алдында 300...350 °С.

Пісірілген метал үгінділерін тот пен ластанудан тазалау керек. Осы ережелерді сақтай отырып жасалған жік оң және теріс температураларда да жабысқақтықтың жоғарғы мәніне ие, сондай – ақ ескіруге төзімді.

Фтористік-кальцилік электродтар тері полярлы тұрақты токта пісіргенде кеңінен қолданылады.

Фторлық- кальцилік жабынды электродтармен пісірген кездегі жіктің пісіру-технологиялық коэффициенті 4.12 кестеде берілген.

Фторлық- кальцилік жабынды электродтармен пісірген кездегі металл жігінің механикалық қасиеті:  $\sigma_b = 450...560$  МПа,  $\sigma_T = 350...440$  МПа,  $\delta = 24...30\%$ ,  $\alpha = 1,8...2,7$  МДж/м<sup>2</sup>.

Кейбір жағдайда, әсіресе, төбелік жіктерді пісіргенде, жабын ыдырағанда газ түзіліп, балқытылған металлдың газдық қорғанысын қамтамасыз ететін, органикалық жабынды электродтар қолданылады.

Жабындарға шлак түзуші компонент ретінде рутил, титан концентраты, марганец кені, алюмосиликат және карбонат қосылады. Сонымен қатар, жабынға ашытқыш ретінде ферромарганец қосылады. Кең таралған цилулоидты электродтар ВСЦ-4 және ВСЦ-4А,  $\sigma_b = 440...600$  МПа,  $\sigma_T = 350...490$  МПа,  $\delta = 20...280\%$ ,  $\alpha_n = 1,1... 1,6$  МДж/м<sup>2</sup>. қамтамасыз етеді. Металл жігінде, әдетте 0,04...0,10% O<sub>2</sub>, 0,02 % N<sub>2</sub> және 25.35 см<sup>3</sup>/100 г H<sub>2</sub> болады. Органикалық жабынды электродтардың кемшілігі шашырау кезде жоғалту (20 % дейін) көп болады. Шойыннан жасалған бөлшектерді 600...650 °С дейін ыстық пісіру кезінде, ортасы шойыннан жасалған, шойын электродтар қолданылады. 4.13 кестеде шойын электрод жабындарының құрамы көрсетілген.

Шойын бөлшектерді жартылай қыздыру (400 °С дейін қыздырылған) арқылы пісіру кезінде шыбықша ретінде никельденген шойынды - нирезиста және никросилал алу жақсы нәтиже береді (4.14 кесте).

Электрод шыбықшасының жабыны: карборунд — 55%; көмірқышқылды барий — 23,7%; сұйық шыны — 21,3%.

Диаметрі 7...8 мм шыбықшаның, жабын қалыңдығы 0,5...0,8 мм болу керек.

4.12. кесте. Фторлық- кальцилік жабынды электродтармен пісірген кездегі жіктің пісіру-технологиялық коэффициенті			
Электрод маркасы	Коэффициент		
	балқыма,	жоға	шашырау, %
УОНИ-13/45;	8..9	5..9	3..6

Электрод маркасы	Коэффициент		
	балқыма,		балқыма,
АНО-7	8...9	3.7	1,5.3
СМ-11	9...10	—	1,5.3

**4.13. кесте.** Шойын электрод жабындарының құрамы, мас. %

Жабын материалы	Электрод маркасы			
	О	В	Стан	ЭП
Мрамор немесе бор	25	1	14	—
Графит	41	—	—	30
Ферромарганец	9	—	36	—
Далалық шпат	25	—	—	—
Ферросилиций	—	3	—	30
Карборунд	—	6	28	—
Балқытқыш шпат	—	—	12	—
Маршалит	—	—	10	—
Ферротитан	—	—	—	15
Феррофосфор	—	—	—	10
Силикокальций	—	—	—	15
Сұйық шыны	30.	3	30	30..

**4.14 кесте.** Никельді шойын шыбықшасының құрамы

Никельді шойын маркасы	Құрамындағы элемент, мас. %				
	С	Ni	Si	С	Мп
Нирезист	2	29	1,3	7,	0,4
Никросилал	2,0.	19	5,2.	—	0,5

Ескерту. Никелді шойын шыбықшысының құрамындағы басқасы - темір.

Шойыннан жасалған бөлшектерді суық пісіру үшін, қолданылатын электродтардың сипаттамасы 4.15 кестеде көрсетілген. Алюминий бөлшектерді қолмен электродоғалай пісіру үшін ОЗА-1 электроды, алюминий қорытпасы үшін - ОЗА-2 электроды жасалған (4.16 кесте).

Сонымен қатар, балқытуға арналған «Доғалық балқытуға арналған, ерекше қасиетке ие металл жабынды электродтар. Типтері» электродтардың МЕМСТ 10051 —75 регламенттелген, электродтың 43 маркасы балқытылған металлдың химиялық құрамы және оның қаттылығы көрсетілген. Балқытушы электродтардың толық пісіретін электродтардың сипатталуы сияқты. Мысалы, техникалық құжаттарда бірінші топтағы, шыбықшасының диаметрі 4 мм электроды: ОЗН-ЗУ-4,0-1 (МЕМСТ 9466 — 75). 4.17 кестеде қолмен балқытуға арналған кейбір электродтардың сипаттамалары көрсетілген

**4.16 кесте. Алюминий және оның қорытпасы бөлшектерін пісіруге арналған электродтар**

Электрод маркасы	Құрамындағы элемент, мас. %				
	КС 1	Li Cl	Na F	N aCl	Алюминий қорытпасы
ОЗА-1	2,5	9,1	5,2	18	35
ОЗА-2	50	—	—	30	20

**4.15. кесте Шойын бөліктерді суық пісіруге арналған электродтар**

Электрод маркасы	Шыбықша материалы	Жабын
ЦЧ-4	Сым Св-0,8	Негізгі типті
ОЗ4-1	Маркасы М-2 және М-3 мыс	Темір ұнтағы араласқан негізгі тип
МНЧ-1	Маркасы НМЖМц-28-2,5-1,5 (монель)	Негізгі типті
МНЧ-2	Маркасы МНМц-40-1,5 (константан) қорытпа	Негізгі типті

#### 4.17 кесте. Балқыту жұмыстарына арналған электродтар

Сипаттамасы	Электрод		
	У-	ОЗН	ОЗН
Ток	Тұрақты*	Тұрақты және айнымалы	және
Балқыту коэффициенті, г/(А *)	8...9	8...9	8...9
Металл шыбықшаның жікке	85...	85...	85...
Қабатаралық балқытудағы, үшінші қабаттың HRC	260.. .340	270.. .330	370.. .420
Жабын компоненттерінің			
мрамор	49	52,4	48
Балқытқыш шпат	15	19	19
кварц	9	—	—
ферросилиций	7	—	—
Сұйық шыны	15.	15.1	15.1
алюминий	—	3	3

Ескерту. «\*» белгісімен белгіленген кері полярлы тұрақты ток балқытындысы

#### 4.5.

#### ҚОЛМЕН ЭЛЕКТРОДОҒАЛЫҚ ПІСІРУ ЖӘНЕ БОЛАТ БӨЛШЕКТЕРДІ БАЛҚЫТЫП ҚАПТАСТЫРУ

Жөндеу өндірісінде қолмен электродоғалық пісіруді әдетте, пісірудің механизацияланған әдісін қолдану мүмкін емес болған жағдайда, бөлшектердегі шытынау және кішкене сынықтарды жөндеу үшін, сондай-ақ, қиын формадағы бөлшектерді пісірген кезде қолданады.

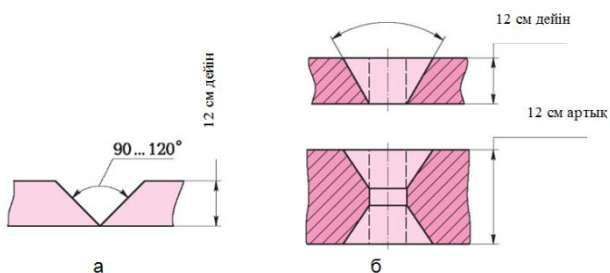
Қолмен балқыту желінген беттерді, диаметрі 25 мм аз тегіс және бұрандалық саңылауларды қалпына келтіргенде қолданылады.

Пісіру балқыту жұмыстарын жасамас бұрын, бөлшектерді пісіруге даярлау керек. Пісіру кезіндегі жұмыс көлемі мен сипаты дефект түріне байланысты болады. Шытынауларды пісіру үшін, шытынаудың алдын алу үшін, алдымен диаметрі 4...5 мм саңылау бұрғыланады. Содан соң, шытыныған жер қолмен ажарлау машинасының көмегімен, ажарлау шеңберімен өңделеді.

Бөлшек қабырғасының қалыңдығы 5 мм дан кем болса, қабырғаны өңдемеуге болады, тек оның шетін тазалау жеткілікті. Бөлшек қабырғасы 5 мм қалың болса, онда шытынаудың V-тәрізді өңдеу жасалады, ал 12 мм қалың болса, X- тәрізді өңдеу жасалады (4.19 сурет).

Диаметрі 25 мм – ден кем емес саңылаулардығы бұрандаларды қалпына келтіру үшін, пісіруге даярлау ескі бұранданы бұрғылау жолымен алып тастап, бұрғылау арқылы одан үлкен көлемдегі бұранда салумен жалғасады. Дәл солай үлкен емес диаметрдегі тегіс саңылауларды қалпына келтіреді. Желінген беттерді балқытуға даярлау оларды ластану мен және оксидтерден тазалаудан және механикалық өңдеуден басталады. Машинаның көптеген бөлшектері термоөңдеуге төзімді болатын орташа көміртекті (конструкционды) және төмен өңделген болаттан жасалады. Бұндай болаттан жасалған бөлшектерді пісіргенде және балқытқанда, балқытылған металдың қышқылдануы мен қоспа элементтердің күйі сияқты, термоөңдеуге қатысты қиындықтар туындайды. Бұның бәрін электрод және пісіру режимін дұрыс таңдау арқылы жеңіп шығуға болады. Қолмен пісіру және балқыту кезінде электрод ретінде жабыны (сылақ) бар болат шыбықшасы қолданылады.

Пісіру кезіндегі электрод шыбықшасы МЕМСТ 2246-70 сәйкес сымнан, ал балқыту кезінде МЕМСТ 10543-98 сәйкес сымнан жасалады.



4.19. сурет. Шытынау(а) мен саңылауды (б) пісіруге даярлау

Электрод жабындары қалың және жұқа болып бөлінеді.

**Жұқа жабындар** электр доғасының тұрақты жануына арналған. Бұндай жабын құрамында иондаушы заттар болады. Кең таралған электрод жабындары 80..85% бордан және 15...20% сұйық шыныдан тұрады. Жұқа жабынды электродтар жауапсыз бөлшектерді қалпына келтіруде қолданылады.

**Қалың жабынды** электродтар балқытылған металда жоғарғы механикалық қасиеттерді алу үшін қолданылады. Қалың жабындар құрамында иондаушы заттардан басқа, шлактүзуші, ашытушы және түзетуші заттар бар.

Шлак түзуші заттар электрод балқығанда еріген металды ауа әсерінен қорғайтын және балқыған металдың саңылаусыз, қабыршақсыз болуын және оксидтердің қосылмауын қамтамасыз ететін шлак түзеді. Шлактүзуші зат ретінде дала шпаты, кварц құмы, мрамор және т.б қолданылады.

Ашытушы заттар ретінде электродты жабындарға электрод балқығанда балқыған металлға оның қасиетін жақсарту үшін, қоспа элементтер ретінде өтетін, ферромарганец, ферросилиция, алюминий және т.б қоспалау ұнтақтары қосылады.

Қоспалау заттары ретінде феррокорытпа (феррохром, ферромарганец, ферромолибден және т.б) ұнтақтар қолданылады.

Көптеген машина жасау бөлшектерін пісіру және балқыту кезінде қалың жабынды сапалы (қоспалы) электродтар қолданады. Шойын бөлшектерді пісіру кезінде келесі маркалы электродтар қолданылады: УОНИ-13/45 және УОНИ-13/55. Бөлімдегі сандар созу кезіндегі, сәйкесінше, 450 және 550 МПа тең, жіктің төзімділігін көрсетеді.

Шойын бөліктерді балқытқанда, кеңінен қолданылатын маркалар ОЗН-250, ОЗН-300, ОЗН-350 және ОЗН-400. Бұл жердегі сандар Бринелль бойынша балқытылған металдың орташа қаттылығын көрсетеді. Бұл электродтардың барлығының шыбықшалары төмен көміртекті сымнан даярланған. Балқытылған металдың қасиеттерін өзгерту электродтардың сапалы жабынының арқасында жүзеге асады.

Пісіру мен балқытудың сапасы қалпына келтірілетін бөлшектің материалы мен өлшеміне байланысты. Пісіру режимінің негізгі параметрі болып, электрод диаметрі мен пісіру тогының күші, ал тұрақты ток қолдану кезінде оның полярлығы есептеледі.

Электрод диаметрі пісірілетін бөлшектің қалыңдығына байланысты пісіру бойынша көмекші құрал кітабындағы кестеге сәйкес анықталады. Бөлшектерді балқытқанда, әдетте, диаметрі 3...4 болатын электродтарды қолданады. Ток күші электрод диаметріне байланысты және 1 мм – ге 40...50 А –ге тең орнатылады.



Бөлшектерді пісіру кезінде айнымалы тоқты қолдануға болады. Балқыту жұмыстарын орындау ереже бойынша теріс полярлы тұрақты токпен жүргізіледі. Бөлшектің қызуын аз болдыру үшін, ол ток көзінің теріс полюсіне қосылады. Қолмен электродоғалы пісіру кезінде ток көзі ретінде пісіру трансформаторы (ТС-300 және ТС-500), түзеткіштер (ВДГ-301, ВДГ-302 және ВДГ-303) және машиналық түрлендіргіштер (ПСО-300, ПСО-500 және т.б) қолданылады.

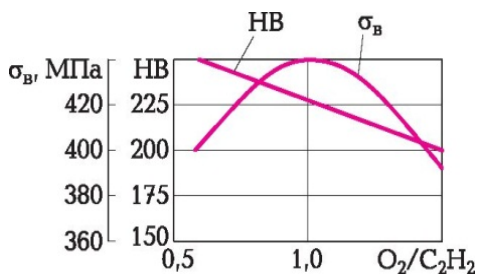
## БӨЛШЕКТЕРДІ ГАЗБЕН ПІСІРУ

Жөндеу өндірісінде газбен пісіру жұп беттік материалдарды, шойын және алюминий қорытпасынан даярланған бөлшектерді қалпына келтіру кезінде қолданылады.

Газбен пісіру оттегі ортасында жанушы газдар жанған кезде шығатын жылуға негізделген. Ең көп таралған түрі 3100...3300°C температурамен қоюланған жалын беретін, ацитилеонды-оттекті пісіру. Жанатын газды оттеппен керек қатынаста араластыру үшін және жалын тудыру үшін пісіру оттығы қолданылады. Жөндеу кезінде негізінен ГС-53 және ГСМ-53 маркалы инжекторлы оттықтар қолданылады. Әр оттықтың әртүрлі жанушы газға арналған бірнеше ұштары болады.

Газбен пісіретін режим екі параметр бойынша анықталады: пісіру жалынының түрі және пісіру оттығының күші.

Тооыққа түсетін оттегі мен ацетиленнің сандық қатынасына байланысты *пісіру жалынын үш түрге* бөледі: нейтралды, көміртектендіргіш және қышқылдандырғыш. Жалынның әр түрі балқытылған металлдың қасиетіне түрлі әсер етеді. Балқыған металлдың төзімді болуы шойын бөліктерді нейтралды жалынмен пісірген кезде (4.20 сурет).



4.20. сурет Балқытылған металл қасиетінің жалын түріне байланыстылығы

Жалынның басқа түрлері сирек қолданылады. Мысалы, аз ацетилен шығынымен көміртектендіргіш жалын жеңіл қышқылданатын металл бөліктерін пісірген кезде қолданылады.

Электродоғалай пісіру кезінде, газбен пісіру режимін таңдауда, пісіру тогының өлшемін таңдау сияқты, пісіруші оттықтың қуатын таңдау өте маңызды. Пісірудің сапасы мен өнімділігі оттықтың қуатын дұрыс таңдауға байланысты.

Пісіру оттық қуаттылығы дегеніміз оның ацетиленге қатысты өткізу қасиеті. Оттық қуаты пісірілетін металлдың қалыңдығына, оның балку температурасына және жылу өткізгіштігіне байланысты.

Пісіру оттығының қуатын анықтау келесі формуламен анықталады:

$$Q = Ah, \quad (4.16)$$

мұндағы,  $Q$ — ацетиленнің жұмсалуды, м<sup>3</sup>/ч;  $h$ — пісірілетін металлдың қалыңдығы, мм;  $A$ - қалыңдығы 1 мм металлды (болат бөліктер үшін  $A=0,10...0,12$ ; шойын бөліктер үшін  $A=0,15$ ; алюминий қорытпасы үшін  $A=0,075...0,10$ ) пісіргенде, ацетиленнің жұмсалуды анықтайтын тәжірибелік коэффициент.

Араласатын материал өзінің химиялық құрамы бойынша пісірілетін бөлшектің материал құрамына сәйкес келуі керек.

Балқытылған металды қышқылданудан қорғау мен түзілген оксидтерді тазарту үшін **флюс** қолданылады. Барлық флюстер екі топқа бөлінеді: оксидтермен байланысқа түсетін флюстер және еріткіш-флюстер.

Бірінші топтағы флюстер оксидтермен бірігіп шлак ваннасының бетіне шлак түрінде қалқып шығатын жеңіл қалқитын химиялық қосылыстар түзеді. Химиялық әсер ететін флюстер қышқылдық және негізгі болып екіге бөлінеді.

Қышқылдық флюстер құрамына кварц құмы, бор қышқылы, бура және т.б. заттар кіреді, ал, негізгі флюстер құрамына – сода және сақар кіреді.

Химиялық әсер ететін флюсті таңдау пісіру кезінде қандай оксидтердің түзілетініне байланысты. Егер оксидтер қышқылданған болса, негізгі флюстер, ал негізгі оксидтерде – қышқылдық флюстер қолданылады. Көміртектендіргіш пісіру кезінде қышқылдық флюстер – бура немесе бура мен бор қышқылының тең бөлігінен тұратын қоспа қолданылады. Егер оксидтер флюстермен химиялық бірігу түзбесе, құрамына хлорлық және фторлық байланысулар кіретін еріткіш-флюстер қолданылады. Олар оксидтерді ерітіп балқытылған металл бетіне қалқып шығатын шлак түзеді. Еріткіш-флюстер алюминий қорытпасын газбен пісіру кезінде қолданылады.

Газбен пісірудің негізгі артықшылықтарына және араласатын металл қызуын реттеу мүмкіндігі және пісіру жалыны факел қасиетін қорғау арқылы балқытатын металлдың аз қышқылдануы жатады.

Газбен пісірудің негізгі жетіспеушіліктеріне оттегі мен ациленнің қымбат болуы мен термо әсердің үлкен аумақты алуы жатады.

## АВТОМАТТЫҚ ЭЛЕКТРОДОҒАЛЫҚ ПІСІРУ ЖӘНЕ ФЛЮС ҚАБАТЫ АСТЫНДА БАЛҚЫТЫП ҚАПТАСТЫРУ

Автоматты электродоғалай пісіру және балқыту кезінде электродтың екі механикаландырылған қозғалысы – балқыту мүмкіндігі бойынша оны беру және пісіру жігі бойымен орнын ауыстыру.

Автоматты пісіру және балқытудың теориясы мен тәжірибесін атақты совет ғалымы, академик Е.О. Патон құрастырған. Осы пісіру әдісін ары қарай жетілдіру жұмысын Украина Ұлттық ғылым Академиясының Е.О. Патон атындағы электропісіру Институтының оқушылары ары қарай жалғастыруда.

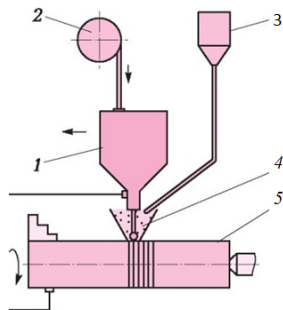
Флюс қабаты астында автоматты электродоғалық балқыту кезінде бөлшек патронда немесе арнайы жабдықталған жонғыш станок ортасына орналасады, ал моделі А-580М немесе ПАУ-1 балқытатын аппарат оның құралкүймешесінде орналасады (4.21 сурет). Электрод сымы 4 кассетадан 2 балқыту аппаратының беруші механизм ролигі 1 арқылы ролик арқылы электрлік доғаның жану аумағына беріледі. Электродтың пісіру жігінің бойымен қоғалуы бөлшектің 5 айлануынан жүзеге асады. Электродтың балқытылатын беттің ұзындығы бойынша орын ауыстыруы станок құралкүймешесінің бойлай қозғалуы әсерінен жүзеге асады. Флюс жану аумағына бункерден 3 келіп түседі.

Автоматты балқыту кезінде электрлік доға қолмен пісірудегі сияқты ашық ауада емес, ерітілген флюс қабаты арасында жанады (4.21 сурет). Электрод жанғанда бөлінетін негізгі металл және флюс газы пісіру ваннасы астында үстінде сұйық шлак шектелген, астында еріген металл бал қалдық түзеді. Пісіру аумағында әрқашан балқытылған металлға ауа жіберуге кедергі жасайтын, газ қысымы артық.

Флюс астында металлдың балқуы балқытылған металдың сапасының жоғарылауын қамтамасыз етеді, сөйтіп пісірудоғасы және сұйық металл ваннасы толығымен ауа оттегі мен азотының әсерінен қорғалған.

**4.21. сурет. Флюс астындағы бөлшектерді автоматты электро доғалық балқытудың принципалды схемасы:**

1 — балқыту аппараты; 2 — сымды кассета; 3 — флюсы бар бункер; 4 — электрод сымы; 5 — балқытылатын бөлшек



Балқытылған металды баяу суыту арқылы одан газды және шлак қосылыстарын толық шығаруға болады, сондай-ақ диффузионды процестердің жайлы өтуін қамтамасыз етеді, сәйкесінше, металдың сым мен флюс арқылы қоспалануы.

Флюс астында балқыту металдың шашырауы толығымен болмайды. Металдың шашырау себебі темір оксидтерінің көмірқышқыл газ түзу арқылы көміртек болып қалпына келу. Флюс астында балқығанда, бұл реакцияның өту мүмкіндігі толық жоққа шығарылады, себебі металдың қышқылдануы болмайды.

Автоматты балқытуда берілген режим мүлде өзгертілмейді, сондықтан әр уақыт сайын белгілі бір мөлшердегі электрондық металл мен флюс ериді. Бұл физикалық құрамы мен қасиетіне сай балқытылған металды алуды қамтамасыз етеді

Флюс астындағы автоматты балқыту процестің жоғарғы өнімділігімен ерекшеленеді. Флюс астындағы автоматты балқыту жылу энергиясын тиімді пайдалану есебінен қолмен балқытуға қарағанда 1,5 есе артық, және 14...15 г/ (Ач) құрайды.

Пісірілетін токтың мәніне байланысты автоматты балқыту процесінің өнімділігі 1,5...10 кг/сағ құрайды. Металдың балқыған қабаты қалыңдығы бойынша біркелкі болады, бұл балқытудан кейін бөлшекті өндеуге жіберуді азайтады. Режимге байланысты балқыған металл қалыңдығы 0,5...5 мм дейін және одан көп болады.

Автоматты электродоғалай балқыту кезінде, қолмен балқыту сияқты балқыған металда шытынаулар мен саңылаулар түзілуі мүмкін.

Автоматты балқыту кезінде шытынаулар екі түрлі: бөлшекті 200°C дейін суытқанда пайда болатын - осал (суық) және 1000...13000°C пайда болатын - кристаллизацияланған (ыстық) болады.

Осал (суық) шытынаулар бөлшекті балқытқанда пайда болатын ішкі кедергілер негізінен түзіледі. Оны болдырмау үшін металды балқытар алдында жылытып алып, жайлап суыту қажет.

Кристаллизацияланған (ыстық) шытынаулар түзілуінің себебі, металды суытудан кейін туындайтын ішкі кедергілердің созылмалануы және кристаллданған байланыстар түзілісін шарттайтын

сұйық эвтектика қабатының түзілуі.

Шытынаудың бұл түрімен күресу жолы оның туындау себебін анықтауға және ішкі кедергілерді азайтуға және кристалл арасындағы эвтектикалық қабаттарды болдырмауға бағытталу керек. Балқытылған металлдағы ішкі созылмалы кедергіні бөлшекті 250...400 °С жылыту арқылы азайтуға болады. Түйір шекарасындағы сұйық эвтетиканы болдырмау, құрамында көміртек пен күкірттің аз мөлшері бар пісіру сымын қолдану арқылы жүзеге асады, сондай-ақ, сым және флюс құрамына күкіртті байлайтын құрамында марганец, алюминий және титан бар заттарды енгізу керек.

Балқыған металлда саңылаудың пайда болуының негізгі себебі, оғанылғалтартқыш флюсқа ылғалмен сутектің енуі болып табылады, сондықтан, пайдалану алдында флюсті 300.350 °С температурада 1...2 сағат қыздыру, флюс құрамына сутекті байлайтын құрамында фтор, кремний бар заттарды енгізу ұсынылады.

Флюс астында автоматты түрде балқытылған металлдың физикалық - механикалық қасиеті электродты сым мен флюсты таңдауға да байланысты.

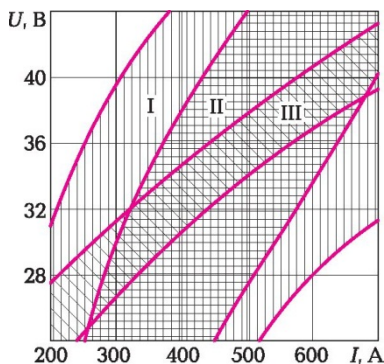
Жөндеу өндірісінде келесі маркалы сымдар кеңінен қолданыс тапты: төмен көміртекті бөлшектерді балқыту үшін – Св-08,Св-08ГС және т.б., ота көміртекті және төмен колегирленген болатты балқыту үшін – 2кл серіппелі сым, Нп-65, Нп-80, Нп-3ОХГСА және т.б.

Автоматты балқыту кезінде флюстің екі түрі : балқытылған (АН-348А, АН-20 және АН-30) және керамикалық (АНК-18 және АНК-19) қолданылады.

Қажет химиялық қасиеттегі және құрамдағы балқытылған металл алу үшін қоспалаудың келесі түрлері қолданылады: электродты сым арқылы қоспалау, флюс арқылы қоспалау, ұнтақ сым арқылы және қоспалаудың комбинацияланған түрі арқылы.

**Электрод сым арқылы қоспалағанда** балқыту жоғары көміртекті немесе балқытылған флюс астында қоспаланған сым арқылы жүзеге асады. Бұл әдістің артықшылығы қоспалаудың жоғарғы дәлдігі , балқытылған металлдың қасиеті мен құрамының біркелкілігі, сондай-ақ, балқыту режимі өзгергендегі балқытылатын металлдың химиялық құрамының тұрақтылығы. 4.22 суретте түрлі балқыту әдістеріндегі балқытылған металлдың химиялық құрамының тұрақтылығы қамтамасыз етілетін, балқыту режимінің өзгеру аумағы көрсетілген. Балқыту металлының сым арқылы қоспалануы қымбаттылығы мен жетіспеушілігіне қарамастан, кеңінен қолданылады. Маркасы Нп-65 жоғарыкөміртекті сыммен және маркасы АН-318 флюс астында бөлшектерді балқытқанда қатылығы 280..300 НВ болатын балқытылған металл алынады, ал маркасы Нп-30ОХГСА және маркасы АН-20 флюс астында балқытқанда, 3100...320 НВ дейін жоғарылайды.

Балқытылған металлды флюс арқылы қоспалағанда балқыту төменкөміртекті арзан сыммен (Св-08 және Св-15) қоспаланған керамикалық флюс астында жүзеге асады. Бұл қоспалау әдісі экономикалық артықшылықтарына қарамастан, металлдың химиялық құрамының тегіс еместігіне және балқыту режимін қатаң ұстау қажеттілігіне байланысты кеңінен қолданысқа ие бола алмады (4.22 сурет).



4.22. сурет. Балқыту режимінің қоспалау әдісіне байланыстылығы:

I — электрод сым арқылы қоспалау; II — ұнтақ сым арқылы қоспалау; III — флюс арқылы қоспалау

**Ұнтақ сым арқылы қоспалау кезінде** балқытын металлдың химиялық қасиеті біркелкі алынады. Балқыту іші графит, темір және форроқорытпадан тұратын ұнтақтан тұратын шихтамен толырылған, болат сым түріндегі ұнтақты сым арқылы жүзеге асады. Флюс ретінде балқытылған флюстер АН-348 А немесе АН-20 қолданылады. Шихта құрамын өзгерте отырып балқытылатын металлдың қажет құрамы мен қасиетін алуға болады. Ұнтақтық сымның жетіспеушілігі қоспалау әдісінің кемшілігі болып табылады.

Жөндеу өндірісінде бірден сым және флюс арқылы балқыту **металлын қоспалаудың комбинацияланған әдісі** кеңінен қолданылады. ЗИЛ-130 НИИАТ иінді білік мойындарын балқытқанда құрамында 0,6...0,65% көміртек бар 2 – классты серіппелі сымды және қоспа элементтері қосылған (2,5 % гранит және 2 % феррохрома ұнтағы), маркасы АН-348А флюсті қолдану ұсынылған.

Балқытылған металл қаттылығы термо өңдеусіз, 52...62 ИЯС<sub>3</sub> аралығында болады. Флюс қабаты астындағы автоматты балқыту балқыған металл білігінің және оның физикалық-механикалық қасиетіне қалыптасуы процессінің өнімділігіне айтарлықтай әсер етеді.

Балқыту режимі келесі параметрлермен анықталады: электрод диаметрі, пісіру ток күші, доға кернеуі, пісіру жылдамдығы, сымның берілу жылдамдығы, электродтың шығуы, балқыту қадамы, зениттен электродтың ығысуы.

**Электрод сымының диаметрі** балқытылатын бөлшек диаметріне байланысты таңдалады. Балқыту кезінде әдетте, диаметрі 1,6...2,5 мм сым қолданылады.

Пісіру тогы күші балқыту тереңдігіне, балқытатын металл білігінің өлшеміне және процесстің өнімділігіне көп әсер етеді. Ток күшінің жоғарылауымен негізгі металл түбінің балқуы, балқытын біліктің ұзындығы мен ені, сондай-ақ, процесс өнімділігі жоғарылайды.

Ток күші электрод диаметріне байланысты арнайы кесте арқылы таңдалады. Оны формула (4.11) бойынша да анықтауға болады.

Балқыту үшін әдетте, теріс полярлы тұрақты ток қолданылады.

**Доға кернеуі** пісіру тогының күшіне байланысты. Ток күші көп болған сайын, доға кернеуі де жоғары болуы керек. Доға кернеуі өскен сайын, білік ені ұлғайып, ұзындығы азая береді. Пісіру білігінің жақсы қалыптасуы үшін, доға кернеуі 25...35В аралығында ұсталып тұрады.

**Балқыту жылдамдығы** әдетте, 12...45 м/сағ аралығында таңдалады. Жылдамдықтың жоғарылауынан балқытатын білік ені, балқыту тереңдігі азаяды.

**Сымды беру жылдамдығы** электрод диаметрі мен ток күшіне байланысты таңдалады. Диаметрі 1,6...2 мм электрод үшін ток күші 140 ...360 А болса, сымның берілу жылдамдығы 75..180 м/сағ аралығында болады.

**Электродтың шығуы** ток күшіне байланысты және 10...25мм тең орнатылады.

**Балқыту қадамы** қабаттың қажет қалыңдығына байланысты, сондай-ақ ток мөлшері мен кернеуге байланысты 3...6 мм аралығында таңдалады.

**Электродтың зениттен шетке ығыстырылуы**, балқытатын бөлшек айналысына қарсы, металл мен флюстың ағып кетуінің алдын алады. Ығыстыру бөлшек диаметріне қатысты орнатылады. Өлшемі 50...150 мм бөлшек үшін ол 3..8мм болуы керек.

Флюс астында автоматты балқыту бөлшектердің тозуының компенсациясы әдісі ретінде келесі артықшылықтарға ие:

- Токтың үлкен жиілігін қолдану есебінен, процесстің жоғары өнімділігі, қолмен пісіруден қарағанда 1,5 есе жоғары балқыту коэффициенті;

- Электроэнергия (жылу мен жарық сәулелерінің жоғалуының болмауы) мен электрод металлының шығынына қатысты процесстің үнемділігі;

- Балқытылған металл қабатының қалың қалыңдығын алу мүмкіндігі (1,5...5 мм және одан жоғары);

- Қабаттың тегістілігі мен келесі өңдеудің кішкене әдібі;

- Балқытылған металл қоспасы есебінен қажетті физикалық-механикалық қасиеттерін алу мүмкіндігі;

- Балқыту металлы сапасының орындаушы квалификациясына байланыссыздығы;

- Ультроқұлгін сәулелердің жоқтығынан пісіруші жұмысының шарттарының жақсаруы;

Бұл процесстің жетіспеушілігіне:

- Балқыту кезіндегі бөлшектердің жылдам қызуы;

- Диаметрі 40 мм кем бөлшектерді балқыта алмау мүмкіндігі, себебі, балқитын металл ағып кетеді және бөлшек берінде флюсті ұстап тұру қиын;

- Шлак қабықшасын жою қажеттілігі мен қиындығы;

-Тозуға қабілеттелігін арттыру мақсатында, балқытылған металлдың термоөңдеуінің қажеттілігі.

Флюс астындағы автоматты балқыту қозғалтқыштың иінді білігінің мойынын қалпына келтіргенде, түрлі біліктердегі оймакілтектерді, жарты осьтер және т.б бөлшектерді қалпына келтіргенде қолданылады.

## 4.8. БАЛҚЫТЫП ҚАПТАСТЫРУ РЕЖИМДЕРІН ЕСЕПТЕУ БІЛІГІ

Балқыту режимін есептеудің келесі кезектілігі ұсынылғын:

- Механикалық өндеуге арналған төзу мен әдіп мөлшеріне байланысты балқитын металл қабатының қалыңдығы анықталады. Флюс қабаты астында балқыту кезінде бір жаққа 1,6 ...2 аралығында теңселіп тұрады, ал вибродоғалы әдісте бір жаққа 0,6...1,2 мм теңселіп тұрады;

- Бөлшек материалы мен оның қаттылығына байланысты электрод диаметрі таңдалады;

- Балқытудың электрлік параметрлері есептеліп, таңдалады, пісіру тогының түрі және балқыту кезіндегі ток кернеуі, сондай-ақ пісіру тогының күші анықталады;

- Балқытудың кинематикалық параметрлері: бөлшектің айналу жиілігі, балқыу жылдамдығы және сымды беру жылдамдығы таңдалады.

Барлдық берілгендер әдеби көздерден алынады немесе формула бойынша есептеледі.

Бөлшектің айналу жиілігі,  $\text{мин}^{-1}$ , келесі формула бойынша есептеледі:

$$n = \frac{1000v_H}{60\pi D} 4.17$$

Мұндағы,  $v_H$  – балқыту жылдамдығы, м/сағ,  $D$  – балқытатын беттің диаметрі, мм.

**Балқыту жылдамдығы:**

Флюс қабаты астында



$$v_H = (0.4 \dots 0,8)v_H$$

Мұндағы,  $i$  – пісіру тогының күші, А,  $F$  – балқытылатын жіктің көлденең қиылысының ауданы, см<sup>2</sup>,  $\gamma$  – металл жігінің тығыздығы, г/см<sup>3</sup>, (болат үшін  $\gamma=7.85$ г/см<sup>3</sup>),  $a_H$  – балқыту коэффициенті г/(А\*сағ),  $v_H$  – сымды беру жылдамдығы, м/сағ.

Балқыту коэффициентінің формуласы:

$$a_H = a_p(1 - \varphi) \quad 4.19$$

Мұндағы,  $a_p$  – флюс қабаты астында балқытын электрод сымның толық қиылысу коэффициенті, г/(А\*сағ),  $\varphi$  – пісіру сымы металлының қалдығы мен игеруді жоғалу коэффициенті, ол 0,02...0,03 тең.

Вибродоғалық әдіспен

$$v_H = \frac{0,785d_3^2 v_n \eta_n}{hS} \quad 4.20$$

Мұндағы,  $d_3$  – электрод сымның диаметрі, мм;  $\eta_n$  – электрод сымның балқытылған металлға өту коэффициенті, 0,8...0,9 тең;  $h$  – балқытылатын қабат қалыңдығы, мм;  $S$  – балқыту қадамы, мм/айналым.

Сымды беру жылдамдығы:

Флюс қабаты астында

$$v_n = \frac{4ia_H}{\pi d_3^2 \gamma} \quad 4.21$$

Вибродоғалық әдіспен

$$v_n = \frac{0,1iU}{d_3^2} \quad 4.22$$

мұндағы,  $U$  – кернеу, В.

## 4.9.

## ТОЗАҢДАТУМЕН МЕТАЛДАУ

**Физикалық мәні.** Металлдану процесі бөлшек бетіне балқытылған металл қысылған ауа ағынымен жағу болып табылады. Жабын қалыңдығы оның тағайындалуына байланысты 0,03...10 мм болуы м.мкін. Машиналарды жөндеу кезінде тозаңдату арқылы металлдану әзірге шекті қолданысқа ғана ие: білік және цапф беттерінің тозған жерлерін жабу, корпустарындығы деффекттерді (қабыршық және саңылау) түзету, сондай-ақ, декоротивті және тотбасуға қарсы жабындар.

Металдау процесінің физикалық маңызын қарастырайық. Тозандану металы қандай да бір жылу көзінен балқиды және қысылған ауа немесе инертті газ көмегімен диаметрі 3...300 мкм кішкентай бөліктерге тозаңданады. Металлдың тозаңданған бөліктері балқыту аумағынан бөлік бетіне ұшып, суып және сұйық түрден қатты түрге өтеді. Соғылу кезінде үлкен кинетикалық энергияға ие бұл бөліктер бөлшек бетінің микрорелефімен байланысып өз арасында бөлшек бетінде жабын түзеді.

Мұндай жабындардың төзімділігі бөлшектің тегіс емес болу есебінен байланыс тұзушілердің жабысу күшімен және тозаңданатын бөліктердің таза механикалық жабысуымен анықталады,

Бөлшектер ағынының бөлік бетіндегі орташа температурасы қатысты жоғары емес (70°C шамасында), бұл үлкен көлемдегі ауаның берілуі мен металл бөлшектерінің аз көлемде берілуі.

Тозаңдату процесінде металл бөлшектері қышқылданады. Жабын қабыршықты, айтарлықтай осал және созылуға төзімділігі төмен болады. Металлды балқыту көзіне байланысты металлдану түрлері келесідей бөлінеді: газдық жалынды, доғалық, жоғарғы жиілікті және плазмалық.

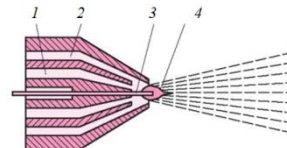
**Газдық жалынды металлдану** металлды газды металлатор көмегімен тозаңдандыру (4.23). Отырғызатын сым 3 оттегімен жанатын газ (ацетилен және пропан-бутан) жалынымен балқытылады. Бұл қоспа шеңберлі канал 1 арқылы беріледі, ал шеңберлі канал 2 арқылы сұйық металлды тозаңдандыратын, қысылған ауа немесе инертті газ беріледі. Металлдың балқуы қалпына келтіруші жалын 4 арқылы жүзеге асады, бұл қоспа элементтерінің (көміртек, марганец және т.б) күйіп кетуін азайтады, осыдан, балқитын металл сапасын ұлғайтады.

Газожалынды металлданудың артықшылығы металдың қатысты аз қышқылдануы.

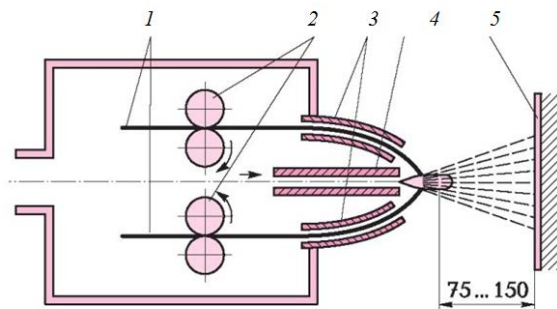
Аталған әдістің кемшілігі – орнатудың қиындығы мен процесстің төмен өнімділігі (металлдың балқуы сағатына 2...4 кг).

#### 4.23 сурет. Газды жалынды металлданудың схемасы:

1 және 2 — шеңберлі каналдар; 3 — отырғызылатын сым; 4 — қалпына келтіруші жалын.



**Доғалық металдану** электр доғасы бір бірінен алшақтатылған және жылдамдығы 0,6..1,5 м/мин роликті механизатормен ұштары 3 арқылы екі отырғызатын сымдар 1 арасында қозғалады (4.24 сурет). Сопло 4 арқылы біруақытта доға аумағына 0,4...0,6 МПа қысымдағы ауа немесе инертті газ түседі. Балқыған металл қысылған ауа арқылы бөлшек 5 бетінде үрленеді.



**4.24 сурет. Доғалық металлдану схемасы:**

1 — отырғызытын сымдар; 2 — роликті механизм; 3 — ұштар; 4 — шүмек; 5 — бөлшек беті

Доғалық металлдану үшін моделі ЭМ-6, МЭС-1 және ЭМ-12, станоктық аппараттары, моделі ЭМ-3 және ЭМ-9 кол аппараттары, сондай-ақ, маркасы Нп-40, Нп-30ХГСА, Нп-3Х13 және т.б сымдар қолданылады.

Доғалық металлданудың артықшылығы — процессің жоғарғы өнімділігі (балқытылатын металлдың сағатына 3...14 кг) және құралының қарапайымдылығы.

Процесстің жетіспеушілігіне қоспаланатын элементтердің маңызды күйі және металлдың жоғары қышқылдануы.

Жоғары жиілікті металлдану жоғары жиілікті токпен (200..300 кГц) қоректенетін индуктор көмегімен отырғызатын сымның балқытуына негізделген.

Жоғары жиілікті металлдану доғалыққа қарағанда бірқатар артықшылыққа ие:

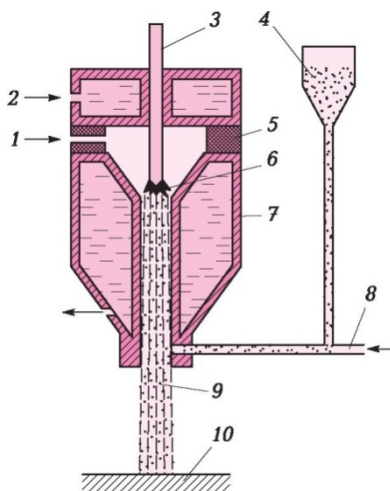
- Сымды қоспалау элементтерінің 3.6 есе аз күйі және жабынның қабыршақтығы;
- Процесс өнімділігі жоғары, себебі, үлкен диаметрлі сым қолданылады (3,6 мм).
- Электроэнергия шығыны екі есе аз.

Жоғары жиілікті металлданудың жетіспеушілігі доғалыққа қарағанда құралының күрделілігі.

Плазмалық металлдануды металлдарды тозаңдатудың перспективті әдісі болады, ол тығызбалқытылған және тозуға төзімділігі, сондай-ақ, қатты қорытпадан. Бұл әдіс газдардың анық жағдайларда плазма түріне өту мүмкіндігіне негізделген.

Плазма дегеніміз әртүрлі факторлар: температура, электрлік және жоғарғы жиілікті разрядтар, ү — сәулелену, детонация әсерінен қатты иондалған жағдайдағы газ.

Плазмалық металлданғыру кезінде плазма плазматүзуші газды жіберу арқылы екі электрод арасында туындайтын, доғалық разрядта түзіледі. Плазмалық өңдеу плазмалық бастиекті плазматрон арқылы жүзеге асады. 4.25 суретте плазмалық металлданғырудың принципальді схемасы көрсетілген. Орнату плазматрон және тозаңданғыратын ұнтақ беретін құрылғыдан тұрады. Плазматрон су ағынымен 2 суытылатын, катод 3 пен анодтан (шүмек) 7 тұрады. Катод вольфрамнан, анод – мыстан тұрады. Катод анодтан төсеніш 5 арқылы оқшауландырылған. Плазмалық ағын алу үшін катод пен анод арасында электрлік доға 6 туғызу керек.



**4.25. сурет. Плазмалық металлданғыруды үшін принципальды орнату схемасы:**

1 және 8 — каналдар; 2 — су ағыны; 3 — плазматрон катоды; 4 — түйіршіктелген ұнтақ; 5 — төсеніш; 6 — электрлік доға; 7 — плазматрон аноды; 9 — плазмалық ағын; 10 — бөлшек беті.

Доғаның жану аумағына шүмек (анод) 7 арқылы шыққан, плазматүзуші газ иондалып, каналдан 1 кішкене қима ағыны ретінде шығады. Плазматүзуші газ ретінде аргон мен азот және кейде сутек пен гелий қолданылады. Плазмалық ағын температурасы 10 000 ... 30 000° С дейін жетеді. Аргон плазма одан да жоғары температурада (15 000...30 000) болады, алайда азот плазма жылу энергиясын тасымалдаушы болып табылады. Тозаңданғыратын материал ретінде түйіршікті ұнтақ 4 қолданылады. Плазмалық ағынға ұнтақтың берілуі канал арқылы 8

транспорттық газбен (азот) жүзеге асады. Ұнтақ шығыны 3...12 кг/сағ реттеледі. Тозаңданатын ұнтақ плазмалық ағын ретінде 9 бөлшек бетіне 10 жағылады.

Никель негізіндегі ұнтақтық қорытпалар (ПГ-ХН80СР2, ПГ-ХН80СР3 және ПГ-ХН80СР4) басқа қорытпаларға қарағанда, маңызды қасиеттерге: балкудың төмен температурасына (950...1050 °С), қажет қаттылық (35...60 ИЯС<sub>3</sub>), сұйықтай аққыштық, жоғарғы тозуға төзімділік және өздігінен флюстеуге ие. Бұндай қорытпалардың кемшілігі қымбаттылығы.

Темір негізіндегі құрамында жоғарғы көміртекті қосылыстары бар, маркасы ПГ-У30Х28Н4С4, КБХ және т.б ұнтақты қоспалардың жетіспеушілігі аса көп емес. Бұл қорытпа 56...63 HRC<sub>3</sub> қаттылығын және тозуға төзімділігін қамтамасыз етеді. Олардың кемшілігіне баяу балқығыштығы (балқу температурасы 1 250 ... 1 300 °С) және өздігінен флюстену мүмкіндігі. Плазмалық металлзациялау үшін маркасы УПУ-3 және УПУ-4, әмбебап плазмалық орнатулары қолданылады, сондай-ақ, моделі УМП-4 және УМП-5 плазмалық-металлдау орнатулары қолданылады.

Плазмалық жабын қасиеті айтарлықтай жоғары болуы мүмкін, егер жабынды оны плазмалық ағынмен, ацитиленді-оттекті жалынмен немесе жоғарғы жиілікті токпен жапса. Маркасы ПГ-ХН80СР3 жабынмен тозаңдатылған бұндай жабындардың тозуға төзімділігі 54...58 HRC<sub>3</sub> дейін шынықтырылған болаттың 45тозуға төзімділігінен 2,3 есе артық.Болатқа жағылған жабынның жабысу шымырлығы, балқытудан кейін 8...10 есе артады және 400...450 Па тең болады. Тозаңдатылған жабынды плазмалық металлдануды белгілі айнымалылық жүктемелі бөлшектерді қалпына келтіру үшін қолданылады.

**Металлданудың технологиялық процесі.** Бөлшектерді жөндеудің барлық әдістерінде металлданудың технологиялық процесі бөлшектерді металлдауға даярлау, жабын жабу және металлданудың процесінен кейін өңдеуден тұрады.

Металлдануды даярлау негізгі металл мен жабынның жабысуын қалыптастыру үшін, бөлшекті тозаңдататын беттің дұрыс геометриялық формасын жасау және беттің бұдырлығын қалыптастыру үшін, тазалау, майдан тазалау және механикалық өңдеуден тұрады.

Ауа қысымы 0,4...0,6 МПа болғанда 3...5 сағат аралығында, шойын бөлік бөлшектерін өңдегенде, бұдыр бетті түзу үшін бытыралы ағынмен өңдеу кеңінен таралған. Қаттылығы 350 НВ бөлшектердің бұдырлығын алу үшін, электроұшқын немесе анодты-механикалық өңдеуге ұшырайды.

**Металл жабынды жабу келесілерден тұрады.** Металлдау кезінде айналу денесі жону станогының ортасына орнатылады, ал металлдануды құралкүймешікте орнатылады. Тегіс беттерді металлдау кезінде тозаңдау қолдық металллизатор көмегімен жүзеге

асады. Жабын сапасы келесі факторларға байланысты: тозаңдау кезіндегі ауа қысымы, писталект шүмегі мен бөлшек ара қашықтығы, сымды беру жылдамдығы және тозаңданатын металл ағынына қатысты бөлшектің қозғалу жылдамдығына, сондай-ақ, тозаңданатын бөлшектердің минималды қышқылдануын қамтамасыз ететін, металлдау режимінің таңдалған түріне байланысты.

Доғалық металлдандыру кезінде диаметрі 1...1,5 мм сым қолданылады, ток күші 90...150А, сымды беру жылдамдығы 0,6...1,5 м/мин. Жылдамдық аз болғанда доға кідірістермен жанады және жабын тегіс емес болады. Жылдамдықты ұлғайту сымның толық жануын қамтамасыз ете алмайды. Металлдандыру жылдамдығы 5..15 м/мин аралығында, ал металлдандырушының көлденең берілуі – 1,5...5 мм/айналым.

**Тозаңданушы жабынның механикалық өңделуі** осалдылық пен қаттылыққа қатысты бірқатар ерекшеліктерден тұрады. Тозаңданған қабат бетінің қаттылығы мен сапасы талаптарының өңдеу әдібіне байланысты жону өңдеуі мен ажарлау орындалады. Тозаңданатын жабынды егеген кезде маркасы Т15К6, кесу режимі төмен, қорытындыдан жасалған кесушілер қолданылады: кесу тереңдігі 0,1...0,3мм беруі 0,1...0,15 мм/айналым. Қаттылығы жоғары, тозуға төзімді беттерді ажарлау вулнанатты негізде алмас шеңберлермен жүзеге асады.

### ***Металлданған беттердің тасымалдану қасиеттері.***

**Жабындардың жабысу беріктігі**, негізгі металмен жабысу аздық етеді. Мысалы, электрометаллдандырудың жабысу беріктігі 10...25 МПа құрайды, газбен металлдандыру – 12...28 МПа, плазмалық – 40 МПа дейін. Жабысу беріктігі ток күші мен газ шығыны ұлғайған сайын, бөлшекті алдын-ала 200..300 °С дейін қыздырғанда, тез балқытын қорытпа немесе молибденне төсеніш жасағанда, сонымен қатар, балқытудан кейін қатыруды қолданған кезде артады.

**Металлданған беттердің тозуға төзімділігі** жеткілікті жоғары, ол балқытылған қабатта жақпа майды ұстап тұра алатын, оның бұдырлығымен (10..20% дейін көлем) алдын ала анықтала алады. Ұнтақ сыммен плазмалық тозаңдатқанда жабын 2,5% шамасында бұдыр бола алады.

Тозуға жоғары төзімділікті алу үшін баяу жанғыш материалдарды қолданып, плазмалық балқыту керек.

Бөлшектердің шаршау төзімдігі өте төмен, бұл бөлшек металлы мен металлдандыру жабынының жабысуының әлсіздігінен және металды металлдандыруға дярлау кезінде қажет бұдырлауды құру қажеттілігінен. Сөйтіп, металлдандырылған бөлшектер, әсіресе, доғалық және газды жалындық әдіспен металлдандырылған бөлшектер

белгілік айнымалы және қайталамалы жүктемелермен жұмыс кезінде қолданбау ұсынылады.

**Металлдандыру процессінің технологиялық параметрлерін анықтау.** Металлдандыру арқылы бөлшектерді қалпына келтірудің технологиялық процессін ұйымдастыру кезінде жабын қалыңдығы, бөлшектің айналу жылдамдығы, токтың мөлшері мен металлдандырудың ұзақтылығы анықталыды. Бұл параметрлер есептелінеді немесе әдебиет көздерінен алыныды.

**Цилиндрлік беттердің жабынының қалыңдығы, мм:**

$$h = \frac{D-d}{2} + \delta' + \delta'' \quad (4.23)$$

мұндағы,  $D$ — бөлшектің номиналды диаметрі, мм;  $d$ — дайындалған беттің сыртқы диаметрі, мм;  $\delta'$  — механикалық өңдеу әдібі;  $\delta''$  — бөлшекті дайындау кезінде пайда болатын, шұңқырларды жабатын, («үзілген» бұранда және т.б) және үзілген («үзілген» бұранда тереңдігінің жартысына тең, жабынның қосымша қалыңдығы.

Қабат қалыңдығы, металлдандырушының бір жүрісіндегі, мм:

$$h = \frac{10^3 Q K_M}{6 v_n S_\gamma} \quad (4.24)$$

мұндағы  $Q$  — металлдандырушының өнімділігі, г/сағ;  $K_M$  — металлды пайдалану коэффициенті;  $v_n$  — бөлшекті айландыратын жылдамдық, см/мин;  $S_\gamma$ — металлдандырушының беруі, см/айналым;  $\gamma$  —тозанданатын металдың тығыздығы, г/см<sup>3</sup>.

**Ток күші, А:**

$$i = \frac{d_n \sqrt[n]{v_n}}{C} \quad (4.25)$$

Мұндағы,  $d_n$ — сым диаметрі, мм;  $v_n$  — сымды беру жылдамдығы, см/мин (металлдандырушы құжатынан алынады);  $h$  және  $C$  — тәжірибелік коэффициенттер (болат үшін  $h= 3,5$ ;  $C = 0,1$ ; латунь үшін  $h= 1,5$ ;  $C = 0,48$ ).

**Металлдандырудың ұзақтылығы, сағат:**

$$T = \frac{0.006 \pi D l h \gamma}{Q K_M} \quad (4.26)$$

Мұндағы,  $l$  – қалпына келтірілетін беттің ұзындығы, см.

## 4.10. ЭЛЕКТРОЛИТТІК ЖӘНЕ ХИМИЯЛЫҚ ЖАБЫНДАР

### 4.10.1. ЖАБЫНДЫ САЛУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСІ

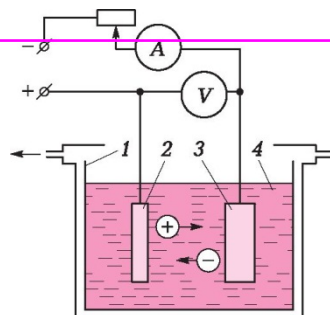
Технологиялық машиналарды жөндеу кезінде электролиттік және химиялық тұндыру процесстері салыстырмалы аз тозған бөлшектерді қалпына келтіру, бөлшектерді тот басудан қорғау, сондай-ақ, декоративті жабындар үшін қолданылады. Жөндеу өндірісінде электролиттік хромдау және болаттау кеңінен қолданылады, мыстау, никельдеу, цинктеу және химиялық никельдеу – аз дәрежеде қолданылады.

*Электролиттік (гальваникалық) жабын* - бұл бөлшек бетіне металлды оны сәйкес тұз ерітіндісін (электролит) кристалдау жолымен жағу, нәтижесінде тұз арқылы электр тогы өтеді. 4.26 суретте металлды электролиттік тұндырудың қарапайым схемасы көрсетілген.

Ванна 1 электролитпен 4 толтырылады. Одан тұрақты ток өткізгенде ерітінді молекулалары теріс электродтармен 3 (катод) араласып кететін, оң зарядталған бөлшектерге-катиондарға жабысады, да сол жерде тұнып, нейтралды атомдарға айналады, және он электродтарға 2 (анодтар) жылжитын, теріс зарядталған бөлшектер – аниондар да өз зарядтарын жоғалтып, нейтралды атомдарға айналады. Көп жағдайларда катодтың рөлін өңделетін бөлшек атқарады, анод – не металл, не ерітіндідегі тұз, не электролитте ерімеген металл. Гальваникалық процесстерді бөлшектің негізгі металлының құрылымы мен қасиеті өзгермейді, себебі, бөлшекті қыздыру 70...90°C аспайды. Цинк үшін тығыздық 50..70НВ, хром жабындар үшін 1200НВ дейін болуы мүмкін.

4.26. сурет Электролитті тұндырудың схемасы:

1 — ванна; 2 — анод; 3 — катод; 4 — элек-





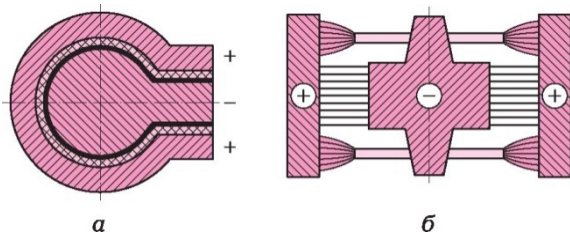
Жабын сапасы электролиттің себу мүмкіндігіне байланысты болуы мүмкін, яғни, электролиттің қасиеті күрделі формадағы катодтарда анотардан әр түрлі қашықтықта тұрғын элементарлы беттердің қалыңдығы бойынша тегіс жабын жабу .

Электролиттің себу мүмкіндігі , %, келесі формла бойынша есептеледі:

$$P = \frac{K - K_1}{K} 100$$

Мұндағы  $K$ —катодтар мен анодтардың ара қашықтығы; $K_1$  — металл массасын тарату коэффициенті, яғни жақын маңдағы катодта қалған металл массасының алыс катодта қалған металл массасына қатынасы.

Шыңулары мен өткір қалдықтыры бар бөлшектерді гальваникалық жабуда қалыңдығы біртұтас жабын алу мүмкін емес, сәйкесінше токтың тығыздығы да әртүрлі (шығып тұрған жерде, еңіс жерлерге қарағанда ток тығыздығы көбірек),яғни электролиттің себу мүмкіндігі бөлшектің әр жерінде әртүрлі болады. Электролиттің себу мүмкіндігін азайту үшін бірқатар әдістер қолданылады. Дербес жағдайда, катодтарды анодтардан бірдей қашықтықта орналастыруға тырысады немесе қосымша (қорғаныс) катодтарды қолданады, олардың беттері токтың жартысын өздеріне қабылдап, шығып тұрған бөлікте қабат қалыңдығының аз болуын қаматамасыз етеді (4.27 а сурет).



4.27.сурет Электролиттің себу мүмкіндігін азайту әдістері

а — катодтарды анодтардан бірдей қашықтықта орналастыру; б — қорғаныс катодтарын орнату (экран)

## 4.10.2. ХРОМДАУ

Хром жабындары тозған бөлшектердің мөлшерін қалпына келтіру үшін, сондай-ақ антикорозды және сәндік жабынды ретінде пайдаланылады. Олардың жоғары қаттылық, қатайтылған 45 болаттың тозуға төзімділігінің 2... 3 есе артық тозуға төзімділік қасиеттері бар, дерлік кез-келген металмен жақсы бірігуімен ерекшеленеді.

Хромның кемшіліктері - жабынды қалыңдығының шектелуі (0,3 мм-ге дейін), себебі қалыңдығы үлкен болған кезде хром қабаты алынып және оның тозуға төзімді қасиеттері жоғалуы мүмкін; соған қатысты металлдың ток бойынша аз шығу шамасының себебінен процесстің (0,03 мм / сағ дейін) салыстырмалы төмен өнімділігі; процесстің жоғары құны.

Хромдау әзірлеу әрекеттерінен құралады, іс жүзінде хромдау және хромдағаннан кейінгі қорытынды әрекеттер.

**Дайындық әрекеттері** келесі кезектілікке ие болады:

- бөлшектің тозған бетінің алдын ала механикалық өңдеу (тегістеу және қажет болған жағдайда жылтырату) оны дұрыс геометриялық формасын беруге және хромдалған жабындыға оның жәрдемақы мөлшерімен қажетті өлшемдеріне жеткізу;
- еріткіштерде (дихлорэтан, ақ түсті спирт, бензин және т.б.) жуу арқылы алдын-ала майсыздандыру арқылы тотықтардан бөлшектерді ажарлағыш қағазбен тазалау;
- бөлшектерді анодқа қатысты және ток өткізгіш шиналардың контактілерімен байланыстыруға қатысты дұрыс негіздеу үшін аспа құрылғыда орнату;
- хромдауға келмейтін орындарды оқшаулау, сол орындарды 1:2 қатынасындағы цапонлақты нитроэмаль қоспасымен жабу немесе қалыңдығы 0,3...0,5 мм болатын перхлорвинил пластикінен пленкамен төсеу немесе БФ желімін пайдалану т.б.;
- бөлікті соңғы рет майсыздандыру. Бұл әрекет өте мұқият жүргізілуі тиіс, себебі жұп-жұқа май пленкасы бөлшек бетін электролиттен оқшаулайды. Ең жақсы нәтижені катодта бөліктің электрохимиялық майсыздандырылуы қамтамасыз етеді. Электролит ретінде келесі құрамның (г / л) сілтілі ерітіндісі қолданылады: күйдіргіш натр – 10, кальцийленген сода - 2,5, тринатрийфосфаты - 2,5 және ОП-7 маркасының эмульгаторы - 2,5. Майсыздандыру ерітіндінің 70... 80 °С температурасында, ток тығыздығы 5... 10 А/дм<sup>2</sup> және процесс ұзақтығы 1.2 мин болған кезде өтеді;

Тотықтардың жұп-жұқа пленкаларын бөлшектерінен бетінен алу мақсатында орындалатын анодты өңдеу (таттан тазарту). Бұл операция бөлшекті хромдау ваннасына аспасымен бірге енгізу арқылы жүзеге асырылады, бірақ кері токты іске қосқан кезде, яғни бөлшек анод ретінде қызмет етеді. Анодтық металдың электролитті ерітуіне әкеледі және сонымен қатар оттегіні шығаратын оксидтердің механикалық ажыратылуына әкеледі. Бөлшекті ваннаға асып қойғаннан кейін ол 1,2 мин бойы токсыз алдын ала қызады, одан кейін анодты өңдеу 30,45 с ( $30,35 \text{ A} / \text{дм}^2$  ток тығыздығы кезінде) уақытында жүргізіледі.

Анодтық өңдеуден кейін бөлшек ваннадан алынбай катодқа ауысады және хром жабыны қолданылады.

**Хромдау** кезінде қазіргі уақытта электролиттер қолданылады, оларды активті қоспалардың түріне байланысты шартты түрде бөлуге болады:

- *сульфатты*,  $\text{SO}_4^{2-}$  камтиды;
- *сульфатты-кремнефторидті*, мұнда белсенді қоспа болып  $\text{SO}_4^{2-}$  және  $\text{SiF}_6^{2-}$  қосылады;
- *тетрахроматты*, мұнда хром қышқылының бір бөлігі тетрохромат ерітіндісінде бейтараптандырылады;
- *арнайымақсаттағы* (хром ерітінділерін алу, боялған хром жабындылары және т.б.).

Хромдау кезінде қорғасын мен оның сурьма мен қалайы қорытпаларын алынған ерімейтін анодтар пайдаланылады. Электролиз процесінде оттегі бөлімі және тривалентті хромның алты валенттік хромға белсенді тотығуы ерімейтін қорғасын анодында жүреді.

Жақсы сапалы жабын алу үшін сульфатты электролиттерді пайдаланған кезде, электролиттегі  $\text{CrO}_3$  және  $\text{H}_2\text{SO}_4$  концентрациясының қатынасы 90...120-де тұрақты болуы қажет. Электролиттегі күкірт қышқылы концентрациясының айтарлықтай төмендеуі сұр, бейтарап емес хром шөгінділерінің тұндыруына әкеліп соғады, ал керісінше оның концентрациясы жоғарылаған кезде жұқа майда түйіршікті жылтыраған тұнба (екі жағдайда да хромның к бойынша шығысы азайған кезде) пайда болады.

Жабынның мақсатына байланысты әртүрлі құрамды электролиттер қолданылады, олар 4.18 кестесінде келтірілген.

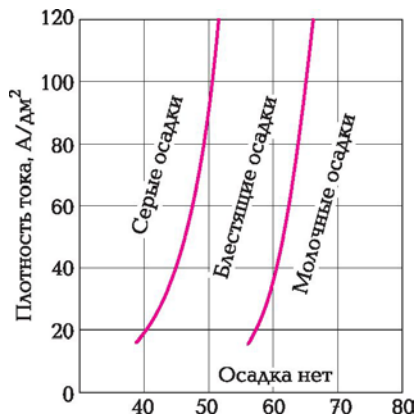
**Сұйылтылған** деп аталатын №1 электролит жабынның жоғары тозуға төзімділігін қамтамасыз етеді, салыстырмалы түрде ток бойынша хромның жоғары шығысымен (16,18%) және басқа электролитке қарағанда жақсы шашырату мүмкіндігімен ерекшеленеді.

#### 4.18-кесте. Хромдау үшін электролиттердің құрамы

Көрсеткіштер мен компоненттердің атауы	Электролиттер		
	№ 1	№ 2	№ 3
Хромды ангидрид, г/л	120 ... 150	200... 250	300... 350
Күкірт қышқылы г/л	1,2, ..1,5	2,0...2, 5	3,5
Ток тығыздығы, А/дм <sup>2</sup>	40...10 0	20...60	10...30
Температура, °С	50...65	45...55	40...50

Әмбебап деп аталатын №2 электролит өзінің көрсеткіштері бойынша № 1 және 3 электролиттері арасында аралық күйді иеленеді және жақсы қорғағыш және сәндік қасиеттері бар тозуға төзімді жабындарды алу үшін қолданылады. Концентрацияланған деп аталатын № 3 электролит сәндік және қорғау мақсаттары үшін қолданылады. Мұндай электролитте хромдау кезінде ток бойынша шығыс салыстырмалы түрде аз (10 ... 12%) болады. № 3 электролит төменшашырату қабылеттілігіне ие болады.

Тұрақты құрамы бар электролиттің ток тығыздығы мен температурасына қарай үш түрлі жабындарды алуға болады: сұр (бозғыл), жылтыр және сүт түсті. 4.28 суретінде хромдық ангидрид (CrO<sub>3</sub>) 250 г / дм<sup>3</sup> құрамы бар ванна үшін хром тұнбасы аймақтарының орналасу сызбасы көрсетілген.



#### Температура, С

Плотность тока А/дм<sup>2</sup> - Ток тығыздығы А/дм<sup>2</sup>

Серые осадки - Сұр тұнбалар

Блестящие осадки - Жылтыр тұнбалар

Молочные осадки - Сүт түсті тұнбалар

Осадка нет – тұнба жоқ

**4.28-сурет. Хромды тұнбалар аймақтарының орналасу схемасы**

Сұр түсті шөгінділер жоғары қаттылықпен, қатты морттылығымен және тозуға төзімділігінің төмендігімен ерекшеленеді. Мұндай шөгінділер бөлшектерді қалпына келтіру кезінде қолданылмайды.

Жылтыр шөгінділер жоғары қаттылығы бар, бірақ морттылығы төмен қасиетке ие. Бұл шөгінділер қалыпты жүктемелерде тозуға төзімділігінің жақсы сипатымен ерекшеленеді.

Сұт түсті шөгінділер жеткілікті икемділікпен сипатталады, бірақ қаттылығы аз. Мұндай шөгінділер ауыспа таңбалы және соққы жүктемелері кезінде жұмыс істейтін бөлшектерге қолданылады.

Катодтағы электролиз кезінде металлмен қатар сутегі де тұнады, ол жабын металымен бірге не химиялық қосылыстарды, не тұнбада (сутегі морттылығы) ішкі кернеулердің артуына себеп болатын кристалдық торкөздерінің айтарлықтай бұрмалануы мен бос орындардың пайда болуымен катодты тұнбаға механикалық енуді тудыруы мүмкін. Ішкі кернеу оң мәндерді (созылу кернеуі) иеленеді. Егер осы кернеулер созылуда жабын беріктігінің шегінен асып кетсе, онда хром жабындысында сызаттар пайда болады. Хромдауды жалғасытрудың жуықтап есептеуі үшін № 2 электролитті қолдану кезінде хромның тұну жылдамдығы орташа 20 м / с көрсеткішін құрайды.

Күкіртқышқылды хромды электролиттерінің маңызды кемшілігі - олардың бөлшектерге тұнатын хромдармен бірге біртіндеп азаюы болып табылады. Бұл ток бойынша шығыстың аз шамасы себебінен процесс өнімділігін төмендете отырып және ваннаның қалыпты жұмысын бұзу арқылы хром ангидрид және күкірт қышқылы арасындағы қатынастың бұзылуына себеп болады. Процесстің қалыпты жүргізілуін қолдау үшін электролит құрамын жиі дұрыстап отыру қажет.

Осы кемшіліктерді шешу үшін *өзін-өзі реттейтін электролиттерде* хромдау қолданылады. Олар өз құрамында хром ангидридін (250... 300 г/л) қамтиды, сонымен қатар  $\text{SrSO}_4$  стронций сульфатының тұздары (5,6 г / л) және кремний флюоридті калий  $\text{K}_2\text{SiF}_6$  (18,20 г / л) қамтиды. Белгілі бір температурада бұл электролиттер хромдау процессінің қалыпты жүргізілуіне сәйкес болатын стронций сульфаты мен кремний флюоридті калийдің жеткілікті ерітуге қабылетті. Бұл заттар электролит құрамына артық мөлшерде енгізіледі, сондықтан олардың бір бөлігі қатты фаза ретінде ваннаның түбінде болады. Хромдау процесінде хром ангидридіннің көлемі төмендейді, бірақ ол  $\text{SrSO}_4$  и  $\text{K}_2\text{SiF}_6$  ерітіндісіндегі құрамы да автоматты түрде азая береді.

$\text{CrO}_3$  құрамын рұқсат етілгеннен (200 г / л) төмендеген кезде электролиттерге хромдық ангидридтің қосымша көлемін қосу керек, ол  $\text{SrSO}_4$  құрамын және ваннаның төменгі жағында орналасқан  $\text{K}_2\text{SiF}_6$  ерітіндісін еріту арқылы электролиттердің құрамын автоматты түрде реттейді.

Өзін-өзі реттейтін электролиттерді қолданған кезде 50 ... 100 А/дм<sup>2</sup> ток тығыздығы қолданылады, электролиттердің температурасы 50 ... 70°C және ток кернеуі 12 В болады. Мұндай электролиттерді пайдаланудың артықшылығы: олардың құрамын автоматты түрде түзету; жоғары ток тиімділігі (18...20%) себебінен хромның тұндыру жылдамдығының (40...90 мкм / сағ) артуы; электролиттің салыстырмалы жоғары тарату қабылеттілігі (17...20%); жабынның жоғары қаттылығы (9,5...10 ГПа). Өзін-өзі реттейтін электролиттердің негізгі кемшілігі жоғарылатылған агрессия.

Тетрахроматты электролиттер жақсы таратылуқабылетіне ие. Бұл электролиттер хром ангидридінен тұрады – 350...400 г / л, күкірт қышқылы – 2...2,5 г / л, натрий гидроксиді – 40...60 г / л және қант – 1...3 г / л. Мұндай электролиттерді қолданған кезде токтың жоғары тығыздығы (60,80 А / дм<sup>2</sup>) және электролиттердің төменгі температурасы (16...24 ° С) қолданылады. Тетрахроматты электролиттер жоғары ток бойынша жоғары өткізгіштікке ие (28...30%) және жоғары таратылуқабылеті бар.

Хром тұнбасы төменгі қаттылыққа, торкөздері сызаттарының аз кездесуіне және аз кеуектілікке ие болады. Хром тұнбасының сыртқы түрі бозғыл, бірақ олар салыстырмалы түрде жеңіл ажарландырылады. Электролиттерді жоғары емес бет қаттылығына ие болатын (3,5...4 ГПа) бөлшектерді қалпына келтіру кезінде, сондай-ақ қорғаныс және сәндік жабындысы ретінде қолдану мақсаттырақ болып табылады.

Жоғарыда көрсетілген барлық хром электролиттері - бұл организмге жалпы уытты, тітіркендіргіш және аллергияға әсер беретін алтывалентті хром негізіндегі қосылыстар болып табылады. Осыған байланысты үшвалентті хром қосылыстары бар электролиттер практикалық қызығушылық тудырады, өйткені олар өнеркәсіптік уландырғыштарға жатпайды.

Үш валентті тұздардан металл хромды алу әрекеттері өткен ғасырдың басында да жасалған болатын. Алайда, әлі күнге дейін оның механизмі жеткілікті зерттелген жоқ. Бұл мәселенің эксперименттік қиындықтарын зерттеу хром тұздары ерітінділерінің кешенді химиялық табиғатымен сипатталады: кешендердің сан алуандылығы, гидролиз, шамамен  $10^{-31}$  тең өте төмен еріткіштік өнім құндылығы  $\text{Cr}(\text{OH})_2$ , температураға байланысты модификациялық түрлендірулер, рН және ерітінді концентрациясы,

сонымен қатар бір мезгілде металл, үш валентті хром иондарын қалпына келтіру кезінде бірнеше электрохимиялық реакциялардың пайда болуы және катодты және анодты кеңістіктердің анодта алты валентті хром қосылыстарының пайда болуы себебімен ажырату қажеттілігі бар. **Соңғы операцияларға** мыналар жатады:

- қымбат құнды хром ангидридін жинау үшін бөліктерді аспамен бірге ваннада дистилденген сумен тазалау;

- бөлшектерді суық ағынды сумен жуу, содан кейін электролит қалдықтарын бейтараптандыру үшін кальцийленген соданың 3...5% ерітіндісімен ваннаға 0,5 ... 1 минутқа салып және соңында жылы ағынды суда жуыңыз;

- бөлшекті аспада жөндеу, оқшауландыруды алып тастау және 120...130°C температурасында кептіру шкафында кептіру. Сутегінің хром жабындысында еру нәтижесінде пайда болатын хром қабатындағы ішкі кернеулерді жою үшін жеке жағдайларда бөлшектің жылулық өңделуі майлы ваннада оны 150...220 ° C температурасына дейін 1,5...2 сағат ұстау арқылы қыздыру жолымен жүзеге асырылады;

- хромдалған беттерді 60...120 түйіршіктіэлектроконденсатты шеңберлермен және М1...М3 қаттылықпен ажарландыру. Ажарландыруға әдіп 0.08...0.1 мм қалдырады. Сәндік мақсаттар үшін қолданылатын хромдалған жабындылар ГОИ пастасын қолдану арқылы әрлендіріледі.

### **4.10.3. НЕГІЗ БЕН ЖАБЫНДАРДЫ МЕХАНИКАЛЫҚ ӨНДЕУДІҢ ОЛАРДЫҢ ФИЗИКА- МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӨСЕРІ**

Электролиттік жабындылардың физикалық және механикалық қасиеттері оның қайсыбір техника саласына қолданылуымен анықталады. Көптеген зерттеушілер көрсеткендей, электролиттік жабындылардың физикалық және механикалық қасиеттері оның электрлік тұнбасы жағдайына байланысты айтарлықтай өзгеруі мүмкін, атап айтқанда электролит құрамы, ондағы беттік-белсенді заттардың болуы (температура, ток тығыздығы және поляризация сипаты) және басқа да факторларға байланысты. Алынатын гальваникалық жабындылардың қасиеттеріне төсеніштің сипаты мен жабындының одан әрі өңделуі үлкен рөл ойнайды.

Жабудан бұрынғы бөлшектердің жабындыларының механикалық өңделуі және жабындылардың өздерінің өңделуі қажетті геометриялық өлшемдерге сәйкес келетін және бетінің қажетті кедірлігіне ие бөлшектердің өндірілуін камтамасыз етеді.

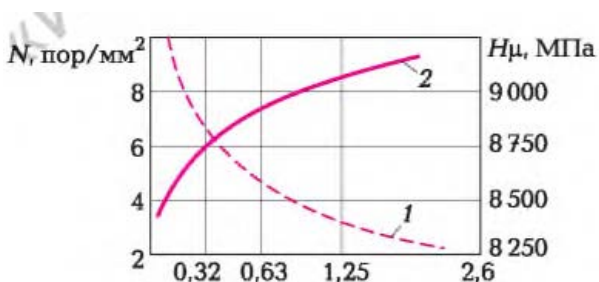
Қалпына келтірілетін бөлшектердің бетін механикалық өңдеуден өткізгеннен кейін, олардың қабығы, металл емес қосындылары, ажарлағыш сызаттары мен күйіктері болмауы керек.

**Металл бетінің кедір-бұдырлығы** негіздің құрылымдық және физико-химиялық қасиеттерімен қатар, сондай-ақ электрлі тұнбалау шарттарымен қатар сапалы гальваникалық жабындарды алуда айтарлықтай әсер етеді. Негізгі металдың кедір-бұдырлығы және тұнбаларының қалыңдығы жабындының кедір-бұдырлығына аса әсер етеді. Осылайша, қалыңдығы 0,08 ... 0,1 мм болатын хромның әмбебап электролит қабатының тұнбасы кезінде беткі қабаттың кедір-бұдырлығы 1,5...2 есе артады.

Хромдалған беттердің кедір-бұдырлығы хромдау режимдеріне байланысты, сонымен қатар ол ток тығыздығының көбеюі кезінде және электролиз температурасының төмендеуі кезінде артады. Хром қалыңдығы 0,2 мм болған кезде беткі қабаттардың бастапқы кедір-бұдырлығының артуы жабындының қаттылығын 10% -ға төмендетеді және оның кеуектілігін бірнеше есе арттырады (4.29-сурет).

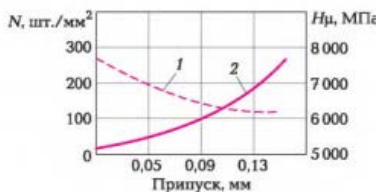
Металл беттерінің алғашқы өңдеу үлгісі жабындының сапасын төмендетеді, дегенмен жабындыны төсеу алдында аз кедір-бұдырлығы бар бетті өңдеу бөлшектердің қолданылу қасиетін арттырып және қосымша операцияларды енгізуге қарамастан механикалық өңдеудің ұзақтығын азайтады.

Бөлшектердің тозу төзімділігін арттыру мақсатында қолданылатын жабындардың аса маңызды сипаттамаларының бірі олардың **қаттылығы** болып табылады. Хром жабындарының қаттылығы басқа гальваникалық жабындардың қаттылығынан айтарлықтай жоғары болып табылады. Алайда, оның мәні тұндыру шарттарының өзгеруіне байланысты өте кең шекте өзгеруі мүмкін. Негіздің кедір-бұдырлығының жабын қаттылығы мен кеуектілігіне әсері бұрынырақ қарастырылған (4.29 суретін қараңыз).



**4.29. сурет.** Жабынның микроқаттылығы (1) мен кеуектілігіне (2) хромдау бұрын беткі қабаттың кедір-бұдырлығына әсері





4.30-сурет. Алынатын әдіп шамасының жабынның микроқаттылығы (7) мен кеуектілігіне (2) әсері (Припуск – әдіп)

Жабындардың өзінің механикалық өңделуі сондай-ақ олардың кедір-бұдырлығының, кеуектілігі және микроқаттылығының өзгеруіне әкеледі. Сонымен қатар, жабынның бұл сипаттарының өзгеруі алынатын әдіптің шамасына байланысты болады (4.30-сурет). Электролитті хромнан жабынды ажарлау кезіндегі алынатын әдіптің шамасы ажарландырылмаған беттің микроқаттылығы мен кеуектілігімен салыстырғанда тұнбаның микроқаттылығын айтарлықтай кемітіп және кеуектілігін арттырады. Қалыңдығы 0,01-ден 0,15 мм-ге дейін болатын әдіп қабатын алу кезінде ажарландырылған беттің микротығыздығы 5-тен 25% -ға дейін төмендейді, ал кеуектілігі 2-ден 60-ға дейін артады. Осылайша, соңғы механикалық өңдеу кезіндегі алынатын әдіп шамасы төменірек болуы керек.

Жабынның механикалық өңдеуден кейінгі микроқаттылығының төмендеуі металлдың беткі қабатындағы өңделетін металлы бар абразивті түйіршікті контакт аймағында жоққаны алу кезінде айтарлықтай кернеудің пайда болуымен түсіндіріледі. Абразивті түйіршіктің алдында сығылатын кернеулер, ал артынан созылмалы кернеулер пайда болады. Бұдан басқа, металды ығыстыру (ажырату) және жылу әсері пайда болады.

Электролиттік хромның қаптамалары әрқашан күшті созылу кернеулерінің әсерінен болады, сондықтан бекітілмеген абразивті өңдеу процессі кезінде абразивті түйіршік себебімен туындаған кернеулердің салынуы туындайды. Жалпы кернеулер ажыратуда жабынның уақытша қарсыласуынан асып түседі, бұл олардың шытырлауына әкеледі, сонымен қатар хромдағы қалдық кернеулер жойылып, микротығыздық азаяды. Демек, өңдеу шарты неғұрлым қатал болған сайын, соғұрлым кесу күші мен шығарылатын жылу мөлшері жоғары болса, онда беттің соңғы өңделуінен кейін тегіс хромның микроқаттылығы азаяды.

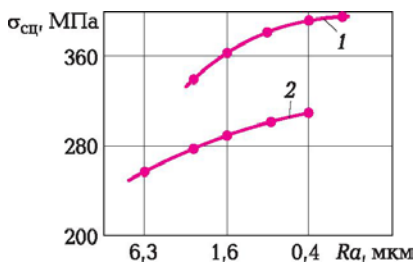
Сонымен қатар, кесу аймағында температураның жоғарылауы беттік қабатынан сутегіні жоюға себеп болады, ол электрлі тұну процессінде хром құрамына кіреді, бұл да беткі қабаттың микротығыздығының төмендеуіне әкеледі.

Жабын сапасын айқындайтын маңызды факторлардың бірі **жабылатын бетпен бірге ілінісудің беріктігі (адгезиялық беріктік)**.

Ілінісу шамасы негізгі металл мен жабын атомдары арасында пайда болатын тарту күштеріне байланысты. Адгезиялық беріктікке негізінен жабу алдында бөлшектердің беттерін алдын-ала дайындау және контактілі материалдардың құрылымдық сипаттамалары әсер етеді. Жабынның жоғары адгезиялығы негізгі металлдың жабын металлымен кристалды торкөдің жалғастырылуы, негіз құрылымының қалыптастырылуы, интерметалдық қорытпалардың пайда болуы себебімен және тікелей жақын принципінің сақталуымен құрылады.

Ең үлкен ілінісу жабынды абсолютті таза әр түрлі ластанудан тазартылған бетке тұндыру кезінде қол жеткізіледі. Қандай да болсын кішігірім ластану болған жағдайда (мысалы, майлар және оксидті қосылыстар) сыртқы түрі бойынша қанағаттанарлық жабындар метал бетімен бірге жеткілікті ілінісумен ешқашан ерекшеленбейді.

Зерттеу барысында хром жабындары ілінісуінің беріктік шамасына негізгі металмен бірге хромдауға болатын беттердің механикалық өңделуінің түрі айтарлықтай әсер ететіндігі анықталды. 45 болаттың ажарландырылуы және жонуы кезінде алынған беттің кедір-бұдырлығының бірдей шамасында жабынның ілінісу беріктігі негізгі металмен бірге әр түрлі болады (4.31-сурет).



**4.31-сурет. Негізгі металл беті кедір-бұдырлығының хром жабындысы бар ілінісудің беріктігіне әсері:**

1 — ажарландырылғанбет; 2 — тістермен өңделген бет

Ажарландырылған бетте (қисық 1) тістермен өңделген беткі қабатпен салыстырғанда ілінісу беріктігі 20 ... 30%-ға жоғары болады. Сонымен қатар(қисық 1) профильдің орташа арифметикалық ауытқу шамасының 6.3...0.2 мкм төмендеуімен, ілінісу беріктігі айтарлықтай артады.

Ra кедір-бұдырлығының одан әрі төмендеуі ілінісу беріктігінің айтарлықтай өсуіне әкелмейді. Сондықтан, хромдалуға болатын бөлшектер беттерінің механикалық өңделуіндегі неғұрлым қолайлы операциясы болып Ra = 0,4...0,2 мкм шамасына дейінгі ажарландыру болып табылады.

Жабын қабатының қалыңдығының жоғарылауымен жабындар мен жабылатын беттердің арасындағы беріктіктің азаюында нақты үрдіс байқалады. Дегенмен, хромдаудың практикасында бұл әдетте назарға алынбайды. Үлкен қалыңдықты хром қабаттарының өлшемдерін қалпына келтіру үшін қапталған бөлшектердің бетіне жанасатын жүктеменің қазіргі заманғы қалыптары кезінде, егер хромдауды эзірлеудің режимдері дұрыс сақталып және беттің ажарландырылуы қолданылса, онда сенімді жұмыс істейді.

Негізгі металдармен байланысты жабындар температура әсеріне, механикалық жүктемелерге және басқа да ішкі және сыртқы күштердің әсеріне байланысты болады. Ең қауырт және сыншыл орны ол жабындар мен негізгі металл арасындағы шектесу беті болып табылады. Осыған байланысты жабын мен негізгі металдың ілінісу беріктігі металл жабындысын қолдану мүмкіндігін сипаттайтын маңызды факторлардың бірі болып табылады.

Хром жабындылары жақсы антифрикциялық қасиеттерімен ерекшеленеді: үйкелістің төмен коэффициенті және жоғары тозуға төзімділігі.

Үйкелістің төмен коэффициенті және хром жабындарының жоғары қаттылығы оларды тұтқыр, көлбеу материалдардың үйкелісінде шытынуды болдырмау үшін мүмкіндік береді.

Хром жабындарының тозуға төзімділігі қаттылықтың артуына байланысты артады. Тозуға төзімділік электродты тұнудың режиміне және үйкеліс жұбының жұмыс жағдайына байланысты екенін атап өткен жөн. Хромдаудың дұрыс тандалған шарттары кезінде және хромдалған бөлшектерің қолданылуы кезінде болат бөлшектерінің тозуға төзімділігі хромдалғаннан кейін 3...5 есе артады.

Жабындардың тозуға төзімділігі олардың барынша болуымен сипатталатын күрделі тәуелділігінің қаттылығымен байланысты. Демек, төсеніштің күйі жабындардың тозуға төзімділігіне әсер етеді деп болжауға болады, бірақ бұл мәселе бойынша егжей-тегжейлі зерттеулер жоқ.

Қойылған талаптарға сай электрохимиялық тұнудың шарттары ғана емес, сонымен қатар өз кезегінде, негіз металлының сипатын есепке ала отырып, оның өңделу ерекшеліктерін, сондай-ақ беттерінің жағдайы, бөлшектердің өлшемдері мен конфигурациялары сияқты қажетті дайындық қадамдарды орындай отырып жабындарды алуға өз үлесін қосады деп қорытынды жасауға болады. Электролитті беттердің алдын ала және одан арғы өңделуінің нәтижелі әдістерімен жабындарды төсеу үшін электролиз режимдерімен бірге дұрыс таңдалған құрылымын қамтитын технология жоғары сапалы жабындарды өндірудің кепілдігін қамтамасыз етеді.

#### **4.10.4. БӨЛШЕКТЕРДІҢ БЕТТЕРІН ОЛАРДЫ ХРОМДАУҒА ДЕЙІН ЖӘНЕ КЕЙІН МЕХАНИКАЛЫҚ ӨНДЕУ**

Беттердің сапалы өңделуі және оларды сыртқы ластаушы заттардан мұқият тазарту - бұл жоғары сапалы жабындарды алудағы сәттілік кепілі болып табылады, сондықтан да бөлшектердің беттерін хромдауға дайындау маңызды технологиялық процесс болып табылады.

Бөлшектердің беттерінің өңделуі және тазалануы механикалық, химиялық және электрохимиялық әдістермен жүзеге асырылуы мүмкін. Алайда, бөлшектердің беттерін хромдауға дайындаудың механикалық тәсілі басқа әдістермен салыстырғанда бірнеше артықшылықтарға ие

- Тазартылған беттерде химикаттардың болмауы (тұздар) және оларды жуудың қажеттілігі жоқ;
- Ағынды сулар мен су қоймаларының ластануының болмауы;
- Автоматизация мен механизацияның мүмкіндігі.

Бөлшектерді хромдауға дейінгі механикалық өңделуі беттің хроммен жақсы ілінісуі үшін дайындау мақсатымен орындалады, бұл оның аз кедір-бұдырлығын қажет етуі мүмкін.

Электролитті хромнан алынған гальваникалық жабындар көптеген жағдайда механикалық өңделуге ұшырайды, себебі олар бөлшектерге үлкен қабаттармен өсіріледі және олардың пішімдері мен өлшемдерінің нақтылығын өзгертеді, сонымен қатар беттің кедір-бұдырлығын өзгертеді.

Гальваникалық өндірістің жалпы процесіндегі бөлшектердің механикалық өңделу операциясының еңбек көлемі 60 ... 70% дейін жетеді.

Қазіргі уақытта бөлшектердің механикалық өңделу әдістерінің көптеген саны әзірленіп және зерттелді:

байланған (ажарландырғыш дөңгелектер) және бос абразивті жүзі бар құралдың көмегімен өңдеу әдісі.

Бөлшектердің механикалық өңделуінің ең көп тараған әдісі - *ажарлағыш дискілермен* немесе дөңгелектермен жабдықталған металл кесетін станоктарда өңдеу болып табылады. Ажарлағыш дөңгелектердің көмегімен бір уақытта жұмыс істейтін ұсақ кесетін түйіршіктердің өте көп санының арқасында басқа кескіш құралмен жұмыс істегеннен гөрі, бөлшектерді неғұрлым жетілдірілген өңдеу жұмысын орындауға болады. Ең сапалы және біркелкі тегіс бөлшек бетін алу үшін бөлшектер түйіршіктердің шамасын үнемі азайта отырып бірнеше өткелде (3 ... 5) ажарландырылады. Жұмыс кезінде абразивті түйіршіктер өздерінің кесу қабілетін жоғалтатынын ескертіп өткен жөн.

Хром жабындарын өңдеу мол салқындатумен өткізілуі қажет. Майлау және салқындату сұйықтығының (МСС) мөлшері жеткіліксіз болған кезде, кесу аймағындағы оның белсенділігі төмендейді, нәтижесінде үйкеліс пен кесу күші артады. Хром қабатындағы кернеу ұлғаяды, бұл хром жабындарының жарылуын арттырады, микроқаттылықты төмендетіп және хром кеуектілігін арттырады.

Ажарландыру дөңгелектерін таңдаған кезде олардың материалдары мен өңделетін бетінің сипаты мен байланысты бөліктің материалы мен шенбердің қаттылығы, пішіні мен өлшеміне қатысы бар түйіршіктердің дәрежесі өте маңызды.

Дегенмен, ажарландырғыш дөңгелектері бар бөлшектердің механикалық өңделуінде өз кемшіліктері бар. Мысалы, профильді жұқа абразивті және алмас ажарлау жоғары дәлдіктегі станоктарды, арнайы пішіндеуді және абразивті - алмас құралдарды талап етеді. Станок-құрал-бөлшек жүйесінде қатаң кинематикалық қосылыс болған жағдайда бөлшектің нақты негізделуі мен орнатылуын қамтамасыз ету қажет. Мұның бәрі жоғары білікті жұмысшылардың жұмыс қолданысын талап етеді. Сонымен қатар, ажарлау кезінде күрделі профильдің беттерімен бірге орнату және қысу қиын және жиі айтарлықтай күштің бұрмалануларына әкеледі, бұл пішін мен өлшем бойынша қажетті дәлдікті қамтамасыз ету үшін мүмкіндік бермейді.

Қатты абразивтік дөңгелектермен ажарлау процесі контакт аймағындағы жоғары температурамен (тәулігіне 800 ° С) сипатталады, бұл кезде абразивті түйіршіктердің қасиеттері де өзгереді: олардың қаттылығы азаяды және олардың мұқалуы орын алады, сондықтан мұқалған дөңгелектерді жиі түзету қажеттілігі туындайды, онда кесуге қатыспайтын түйіршіктердің бір бөлігі алынып тасталады.

Ажарландыру кезіндегі кесу процесінде тек оңтайлы геометриялы және дөңгелектердің жұмыс беттерінде қолайлы орналасатын абразивтік түйіршіктер қатысады. Осы талаптарға сай келмейтін абразивтік түйіршіктердің бір бөлігі оңай түспен боялып және кесуге қатыспайды.

Сонымен қатар, байланысқан абразивтің көмегімен өңдеу кезінде кесу жұмысы дөңгелек қысымна қатысты 4 ... 20% құрайды, ал үйкеліске жұмсалған жұмыс (металлдың үйіндідегі деформациясы және абразивті түйіршіктің ажарландырғыш тәуекелінің бетіне үйкелісі) – 80...90%. Бұл айтарлықтай температура деформациясына әкеледі және бөлшектердің (1 ... 1,5 МПа) бетіндегі ажарландырғыш дөңгелектердің нақты қысымының жоғары болуы есебімен жоғары нақты қысым пластикалық деформация дәрежесінің арттырылуына себеп болады.

Бөлшектердің беттерін ажарландыру процесінде абразивті дөңгелектермен қалдық созылмалы кернеулер пайда болады, олар өз кезегінде бөлшектердің беріктік қасиеттерінің төмендеуіне әкелетін ажарландыру сызаттарының пайда болуына үлесін қосады.

Бөлшектердің бетін өңдеудің ең перспективалы әдістерінің бірі – **бекітілмеген күйде орналасқан абразивпен** өңдеу болып табылады және абразивтік түйіршіктердің шыңдары арқылы емес, олардың микро және субмикро профильдерімен байланыста болады. Сонымен қатар субмикро кесудің қарқындылығы айтарлықтай өте жоғары және металлдың беткі қабаты оның циклдық қайта деформациялануынан әлсіз бұзылуына дейін жойылуын қамтамасыз етеді.

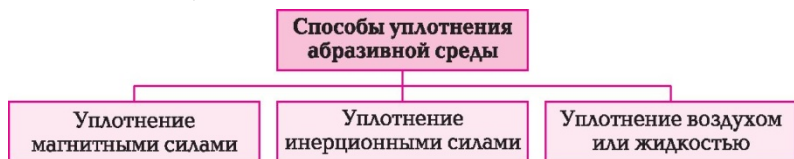
Бұл жағдайда кесу тереңдігі 1 мкм-нан аспайды, контактiлi қысым 0,08...0,15 Мпа диапазонында орналасқан, сонымен қатар металлдың ыдырауының жоғары дәрежесі орын алады.

Мұның бәрі абразивтік өңдеудің нәзік процестері кезінде металлдың жіп-жінішке қабатының сіңіру-пластиналанған әрекеті орын алатынын көрсетеді. Бекітілмеген абразивпен бірге абразивті өңдеу кезінде пластикалық деформация дәрежесі шамамен 2...4 есе азаюы арқылы жойылған металлдың үлесі артады. Бұл бекітілмеген абразивпен бөлшектерді өңдеу кезінде үйкеліс жұмысының зерттеуімен расталады. Осылайша, шағын кесу кезінде түйіршіктер қозғалысының аз траекториясы есебімен және өңделетін бет байланысының қысқа ұзақтығы кезінде металдың тығыздалған абразив бөлшектеріне жабысуы және шағын пластикалық деформациясы орын алмайды, тиісінше қатты абразивті дөңгелектерді ажарландырумен салыстырғанда аз үйкеліс жұмысы орын алады. Осы зерттеулерге сәйкес үйкеліс кезінде жұмсалған жұмыстар 50,60% -ға дейін азаяды.

Өңдеу кезінде металдың беткі қабатында айтарлықтай қысылған кернеулер пайда болады. Бекітілмеген абразивті өңдеу кезінде төменгі температура пайда болады (контакт аймағындағы температура  $100^{\circ}\text{C}$ -тан аспайды), сондықтан беткі қабатта фазалық түрлендіру болмайды, сондықтан өңдеуден кейін бөлшектердің беттерінде күйік белгілері жоқ. Осылайша, осы бөлшектердің беттерін өңдеу әдісіндегі қалдық кернеулер тек күш факторы әсерінен ғана қалыптастырады, яғни пластикалық деформациялар.

Бекітілмеген абразивпен өңдеу процесінің төмен температуралық өңдеу шарттарымен орындалуы абразивті түйіршіктердің жоғарырақ тұрақтылығына үлес қосады. Барлық абразивті бөлшектер контакт аймағындағы микро кесуде олардың өңделетін бетіне қатысты орналасуына тәуелсіз қатыса алады. Шыңдарды ішінара опыру оларды өңдеу процесінен ажыратпайды, себебі бұл кезде сол кесу қабылеттеріне ие болатын аналогты рельефпен бірге жаңа беттер пайда болады және өңдеу өзін-өзі қайрайтын режимде орындалады. Микрокесудің бірнеше реттің қатысуында араласқан өңдеу кезінде абразивті түйіршіктер бетінде жеткілікті жоғары кесу күші бар жұмыс микрорельефі пайда болады. бөлшектердің бетін өңдеудегі бұл әдіс абразивтің және мөлшерленген аралас өңделген және жаңа абразивті материалды бірнеше рет қолдануға мүмкіндік береді. Ажарлағыш дөңгелектермен салыстыру оның үнемді қолданылуы нәтижесінде абразивті материалды неғұрлым тиімді пайдалануды көрсетеді. Сондай-ақ өңделуіне үлкен еңбек шығысын талап ететін жарландырғыш дөңгелектерге қарағанда абразивті материалдың төменгі құнын есепке алу қажет.

Бекітілмеген абразивпен өңдеу кезінде абразивтік ортаның тығыздалуы және қысылуы және соған қатысты өңделетін бөлшек



(Способы уплотнения абразивной среды - Абразивті ортаның тығыздалу әдістері

Уплотнение магнитными силами - Магнитті күштермен тығыздалу

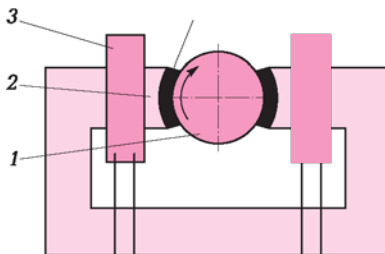
Уплотнение инерционными силами - Инерциялы күштермен тығыздалу

Уплотнение воздухом или жидкостью - Ауамен немесе сұйықтықпен тығыздалу)

**4.32. сурет. Өңделетін бет пен абразивті ортаның ауысуына қатысты қамтамасыз ететін абразивті ортаның тығыздалу әдістері**

**4.33-сурет. Магнитті-абразивті өндеудің схемасы:**

1 — бөлшек; 2 — полюсті ұштық; 3 — электромагнит; 4 — магнитті-абразивті ұнтақ



магнитті күштер (магнитті абразивті өңдеу), инерциялық күштер және ауа немесе сұйықтық (камералық өңдеу).

Сол немесе басқа тығыздалу әдісінің таңдалуы бөлшек беттерін өндеудің әдістерін қолданудың нақты жағдайларына байланысты. Сонымен қатар тығыздау әдістерінің комбинациялық қолданысы да болуы мүмкін.

Магнитті-абразивті өңдеу процесі— бұл материалдың механикалық немесе механикалық емес алынуы немесе оның оксидтерін өңделетін бөлшектердің беттерінен алу, сонымен қатар микротегіссіздіктерді олардың магнитті-абразивті ұнтақтың түйіршіктерінің пластикалық деформациясы жолымен тегістеу.

Магнитті-абразивті өндеудің принципіалды схемасы 4.33 суретінде көрсетілген.

3 Электромагнит ұштықтары арасында салынған 1 бөлшек бетін өңдеу үшін қозғалыс хабарландырады, мысалы, айналу және (немесе) көлденең ось бойымен осциляция. Кернеу электромагнит шарғыларына беріледі, нәтижесінде полюсті ұштықтар арасында магнитті ағын болады. Бөлшек және полюсті ұштықтар арасындағы саңылауға магниттәріздес 4 ұнтақ беріледі, ол онда тұрақты магнитті өрістің энергиясымен сақталады.

Магнитті-абразивті өңдеу кезінде жағымды жағы болып ағын аймағындағы МСС процессінің болуы, ол беттік-белсенді заттардың тасушысы болып табылады. Бұл электролиз процессінің пайда болуын қамтамасыз етеді, сол нәтижеде бөлшектердің беткі қабаты және ұнтақтың түйіршіктері негізі ериді.



Бөлшек беттерінің анодты еруі материалдың алынуы шамасына әсер етеді, ал түйіршіктердің ферромагнитті негіздерінің еруі оның кесу қабылеттерінің артуын қамтамасыз ететін абразивті бөліктердің алынуына мүмкіндік береді.

Магнитті-абразивті өңдеу кезіндегі өңделетін ортаның байланыстырушысы болып ұнтақтың түйіршіктерін қозғалысты-байланыстырушы күйде ұстап тұрып және оларды бөлшектердің өңделетін бетіне қатысты бағыттайтын магнитті өрістің энергиясы болып табылады. Магнитті өрістің кернеуін өзгерте отырып, кең ауқымда өңдеу шарттарын өзгертуге болады.

Әрлеудің магнитті-абразивті әдісі практикалық түрде магнитті және магнитті емес материалдардың кез келген геометриялық пішімнің бөлшектерін өңдеуді қамтамасыз етеді. Магнитті-абразивті өңдеу кезінде беттің  $Ra= 1,25...0,32$  мкм бастап  $Ra= 0,08...0,01$  мкм дейін және  $Ra= 10...2,5$  мкм бастап  $Ra= 0,32...0,08$  мкм дейін шамаларымен кедір-бұдырлығын төмендетуді қамтамасыз етеді.

Алайда бөлшектердің магнитті және абразивті өңделуі кезінде өңдеу ортасы ретінде тек нақты магнитті сипаттарға ие болатын арнайы материалдар ғана қолданылуы мүмкін.

Бөлшектердің бекітілмеген абразивті және тығыздалған инерциялық күштермен өңделуі келесі жолмен жүзеге асырылады. Өңделетін орта барабанға салынады, оған айналым белгілі бір жылдамдықпен хабарландырылады. Абразивті бөлшектердің инерциялы күштері мен үйкеліс күштерінің әдістерімен барабанның өзіндік ішінара және ішкі бетімен өңделетін ортаның нақты үлгіде тығыздалып және барабанмен бірге айнала бастайды. Өңдеу процесі әр түрлі қозғалыстар хабарландырылатын осы тығыздалған бөлшектердің өңдеу ортасымен өзара әрекеттесуіне енгізу жолымен жүзеге асырылады.

Бұл әдістің көмегімен, сондай-ақ магнитті абразивті сияқты, әр түрлі материалдардан алынған әртүрлі формалардың бөлшектері өңделе алады.

Бұл әдістің кемшілігі - абразивтік ортаның оның сапасын төмендететін өңделетін бетіне әсер ету болып табылады.

Кең тығыздалған абразивті ағыны бар әртүрлі пішіндердің бөлшектерін өңдейтін бірнеше схемалар бар. Олардың ішіндегі ең перспективалы болып серпінді қаптамасы арқылы қысылған ауамен өңдеуші ортаның статикалық тығыздауы болатын камералық әдіс.

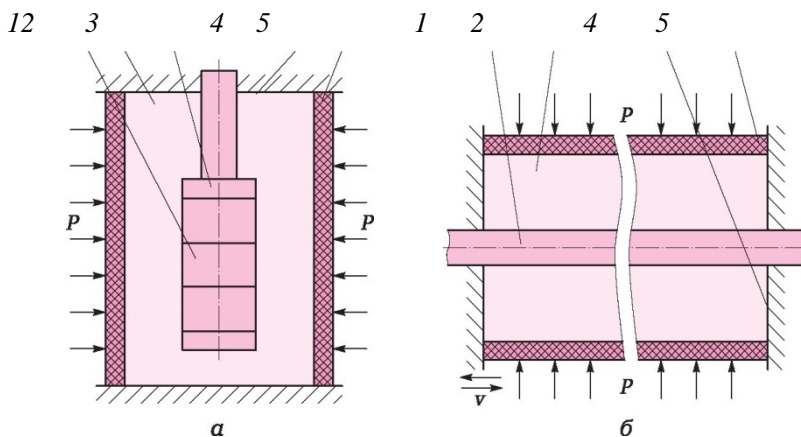
Бұл әдістің негізгі артықшылықтары:

- жоғарыөнімділігі және бөлшектердің өңделу сапасы;
- бөлшектердің кең классын өңдеу мүмкіндігі;
- әдіс қарапайымдылығы құрылымдық орындалуы мен қолданудың үлкен сенімділігінде, себебі бұл жағдайда өте күрделі және көлемді механикалық жүйелер талап етілмейді. Камера әдісі - өңделетін беттің икемді қаптамасы арқылы сығылған ауамен қысылған абразивті емес байланыспен өзара әрекеттесуі нәтижесінде бөлшектердің өңделу процессін береді. Сонымен қатар, абразивтік ортаның тығыздалу әдісі өңделетін беттің ауысуына қатысты қамтамасыз ететін орнатылымдардың құрылымдық жүзеге асырылуы жоспарында және абразивтің тығыздалған қабаты әдістері әртүрлі болуы мүмкін.

Конструкциялы орындалуына байланысты камералық әдіс екі негізгі схема бойынша жүзеге асырылуы мүмкін (4.34-сурет).

Бірнеше бөлшектердің айналу беттерінің өңделу схемасына сәйкес (4.34, а-сурет), 1 өңделетін бөлшектер 3 құралбілікте орнатылады және 2 абразивтік ортамен бірге ол серпімді цилиндр қабықшасы түрінде орындалған 5 бүйірлік қабырғаны иеленетін 4 камера ішіне салынады.

Абразивтік ортаның осы әдіспен тығыздалуы камераның серпімді қабаты қолданбалы қысылған ауаның қысымымен деформацияланған кезде пайда болады.



4.34-сурет. Бөлшектердің камералық әдіспен өңделуінің негізгі схемалары:

а — бірнеше бөлшектердің айналу беттерін өңдеу схемасы; б — ұзақмерзімді бөлшек беттерінің өңделу схемасы; 1 — бөлшектер; 2 — абразивті орта; 3 — құралбілік; 4 — камера; 5 — камераның бүйірлік қабырғасы

Өңдеу процесі айналу қозғалысының бөлшектеріне хабарландыру кезінде жүзеге асады.

Ұзақ мерзімді бөлшектердің беттік өңдеу схемасы (4.34, б-сурет) абразивтік ортаны тығыздаудың алдыңғы схемасына ұқсас және одан бөлшектердің кері қозғалысымен ерекшеленеді. Сонымен қатар, осы схемада камераның серпімді қабырғалары жазық түрде орындалды.

Бөлшектерді өңдеудің камералық әдісінде тығыздалған абразивті қабат кескіш құрал ретінде қызмет етеді. Бұл жағдайда кескіш құрал автоматты түрде суспензия құрамындағы бос абразивті бөлшектерде қабатта немесе серпімді жолақта тығыздау арқылы жасалады. Бұл жағдайда абразивтік бөлшектер тығыз орау жағдайында болады және өңделетін бетінің пішінін көшіреді. Демек, кескіш құралдың өзі бұл жағдайда құрылады және тығыздалған абразивтік бөлшектер мен өңделетін беттерді байланыстыру нәтижесінде технологиялық процестің аяқталу жұмысының басында кескінделеді. Жеткізілім жағдайында бос абразив және тіпті оның негізінде дайындалған абразивтік суспензия өңдеу бөліктерінің камералық әдісінен тыс құрал болмайды және зерттеу үшін барлық қажетті ақпаратты өзімен қамтымайды.

Бұл әдіспен тығыздалған абразивтік ортада бөлшектерді өңдеу кезінде құрғақ немесе ылғалды (абразивті суспензия) абразивтік ұнтақтар тығыздалған және кернеулі күйде кескіш құрал ретінде қолданылады.

Түйіршіктер арасындағы тығыздалған абразивтік ортада ажарландырылған дөңгелектерден айырмашылығы жоқ қатты байланыс жоқ. Алайда, қатты үйкеліс байланыстары арқасында абразивтік орта жеткілікті жоғары беріктігі мен қаттылығы бар және толық құрал ретінде ұсынылады.

Абразивтік ұнтақтар ретінде, кез келген абразивтік материалдарды қолдануға болады, олардың қаттылығы өңделетін бөлшектердің қаттылығынан жоғары болады. қалыпты маркалы 14А және 15А электрокорунд жиі қолданылады, сондай-ақ 125-тен М7-ға дейінгі түйіршікті 24А және 25А ақ маркаларының электрокорунд құралы қолданылады.

Өңдеуге арналған ортадағы абразивтік түйіршік өңдеу бетімен байланысу кезінде жеке кесетін элемент ретінде әрекет етеді, сондықтан барлық құралдың кесу қасиеттері негізінен жекелеген түйіршіктердің сипаттамаларына байланысты болады.

Абразивті материалға және оның түйіршіктігіне байланысты нақты абразивті түйіршік белгілі геометриялық параметрлерге ие болады:

дөңгелектену радиусы  $r$  және абразивті бөлшектің шыңын құрайтын шектер арасындағы бұрыш.

Абразивті түйіршіктің ұшын бөлшектің металл бетіне енгізу түйіршікке қолданылатын жүктемеге, бөлшек материалының физика-механикалық қасиеттеріне және абразивті бөлшектердің үстіңгі қабатының айналмалы радиусына байланысты болады. Бұл түйіршікпен микро кесу кезінде металлдың деформация табиғаты  $r$  түйіршіктің дөңгелектену ұшының радиусы мен  $h$  сызаттың тереңдігі қатынасына байланысты екені белгілі. Бұл параметрлердің өңделетін бетке абразивтік әрекеттердің қатынасына байланысты серпімді деформация, пластикалық деформация және микрокесулер орын алады. Микрокесу барлық жағдайларда тұрақты қамтамасыз етілген, мұнда  $h/r > 1$ .

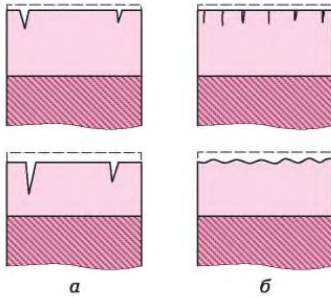
Сонымен қатар, тығыздалған абразивтік ортада бөлшектерді өңдеу кезінде жұмыс ортасының қасиеттері тек жеке түйіршіктердің параметрлеріне ғана емес, сондай-ақ олардың өзара әрекеттесу сипатына да байланысты екенін атап өткен жөн. Жеке абразивті түйіршік басқа түйіршіктер арасында берік бекітілуі керек. Әйтпесе, өңделетін бөлшектермен әрекеттескен кезде түйіршік сырғымайды, бірақ микрожоңқаны алмай-ақ бөлшектің бетінде айнала бастайды.

Камераның өңдеу әдісінде қалыптасқан беттің сапасын анықтайтын негізгі параметрлер камера құрылғысының серпімді қабатына, абразивтік ортаның түйіршіктігіне, сондай-ақ өңделетін бөлшектердің және икемді қабықтың радиалды өлшемдерінің қатынасына қолданылады. Осы параметрлердің нақты қатынастары арасында өңдеу өнімділігін күрт төмендейтіні анықталған. Абразивтік бөлшектерді бөлшек бетіне қысатын мұндай күш шамасын ол абразивтік бөлшектердің бұрылуын тудыратын нақты шамадан аспайтындай етіп қамтамасыз ету қажет.

**Хромдауға арналған ванналар.** Хромдау кезінде зиянды түгіндердің бөлінуі себебімен күшті борттық сору құралы бар ванналарда жүзеге асырылады. Ваннаның ішкі жағы қышқылға төзімді материалмен (винипласт, эпоксидті шайыр және т.б.) қапалады. Ваннаға жылытқыш орнатылады. Электролиттің белгілі бір температурасын ұстап тұру үшін термостат қолданылады. Ваннаның сыртқы қабығы жылу оқшаулаумен жасалады. ток көзі ретінде 250...1500 А тогына есептелген төменгі кернеулі (6...12 В) генераторлар немесе түзеткіштер қолданылады.

**Кеуекті хромдау.** Бұрын талқыланған хромдау үдерісі майға және нашар өңдеуге қатысты нашар ылғалдылықпен сипатталатын тегіс хромды алуды қамтамасыз етеді.

4.35-сурет. Арналы (а) және нүктелік (б) кеуекті хромның құрылу схемасы



Осы кемшіліктерді жою мақсатында, кеуекті хромдау қолданылады, яғни жабынның бетінде кеуектің пайда болуы. Электродитте жабынның анодтық улану электродиттік жолымен кеуектілікті алудың ең оңай жолы. Бөлшектерді анодтық уландыруы ағымдағы ток полярлығын (компонент анод болады) ауыстыру жолымен олардың сол хромдалған ваннада жүзеге асырылады. Уландырудың жалғастыру уақыты 5 ... 10 мин. Осы уақытта алғашқы микросызаттардың бойымен белсендірек өтетін хромның еру процесі жүреді және арналық немесе нүктелік түрлеріндегі кеуектер пайда болады. 4.35 суретінде арналық немесе нүктелік хром кеуектілігінің құрылу схемасы көрсетілген. Арналық хром сүтті-жылтыр жабындардың анодты улануы кезінде алынады, ал нүктелік сұр-жылтыр жабындардың анодты улануы кезінде алынады. Арналық кеуектілігі бар жабындарды шектеулі майлауы бар бөлшектер үшін қолдану мақсатты, ал нүктелік беті бар жабындарды жақсы жұмыс қабылеттілігі талап етілетін бөлшектер үшін қолдану мақсаттырақ болады.

Кеуекті хромдау қаптамасы поршеньдік сақиналардың тозуға төзімділігін жақсарту үшін, козғалтқыш цилиндрлерінің беті мен үйкеліс жағдайында жұмыс істейтін басқа бөліктердің беттері үшін пайдаланылады.

#### 4.10.5. БОЛАТТАНДЫРУ

**Болаттандыру** — темірдің электродиттік тұнба процесі болып табылады. Бұл процесс хромдауға қарағанда өнімдірек және үнемдірек болып табылады, себебі металл тұнбасының жылдамдығы 0,3...0,5 мм/ч шамасын құрайды,

ал ток бойынша шығысы 85...90 % жетеді, яғни хромдауға қарағанда 5...6 есе үлкен. Темір беттің болат бөлшектері бетімен ілінісуі айтарлықтай жоғары (400...450 МПа). Болаттандырудың кемшіліктеріне құрамдас бөлшектердің шаршау беріктігі жатады, ол болат бөлшектерін жабу кезінде 30% жетеді. Бұл жабындыдағы созылмалы ішкі кернеулердің болуына байланысты.

Болаттандыру бөлшек беттерінің қозғалыссыз қондырмаларында үлкен тозуы бар (2,3 мм-ге дейін) бөлшектерді қалпына келтіру үшін қолданылады, сондай-ақ жұқа хромды (0,02,03 мм) жабын үшін 1,3 мм қалыңдығын алу үшін қолданылады.

Болаттандыру процесі әдетте хлоридті электролиттерде кездеседі, оның негізгі компоненті - темір хлориді (II)  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . Темір (II) хлоридінің электролиттердегі концентрациясы 200...700 г / л диапазонында болуы мүмкін. ( $400 \pm 20$ ) г/л  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , ( $2 \pm 0,2$ ) г/л  $\text{HCl}$  и ( $10 \pm 2$ ) г/л  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  қамтитын орташа концентратты электролит жұмысында ең тұрақты электролит болып табылады. Хлорлы қышқылдың болуы ваннаның тұрақты жұмыс істеуі үшін қажет, ал марганец хлориді негізгі металға жабындысына ілінісуді арттыру үшін үлес қосады.

Болаттандыру кезінде бөлшек катод болып табылады. Анод ретінде 08 немесе 10 дәрежелі төменгі көміртекті болат пайдаланылады. Электролиз процессінде анод біртіндеп еріп кетеді. Ванна жұмысы кезінде тұз қышқылының концентрациясы төмендейді, сондықтан концентрацияланған тұз қышқылын қосу арқылы электролиттің құрамын мезгілімен тексеріп отыру қажет.

Жабынның сапасы (қаттылығы, тозуға төзімділігі және тұтқырлығы) электролиттің құрамы мен температурасына, сондай-ақ ток тығыздығына байланысты. Ұсақ түйіршікті және тұтқыр жабындар төмен ток тығыздығы және жоғары температура кезінде алынады. Электролиттің температурасы төмендегенде және темір (II) хлоридінің концентрациясы азайған кезде ток тығыздығының жоғарылауы кезінде жабынның қаттылығы артады.

Болаттандырудың технологиялық процесі хромдаудан айтарлықтай ерекшеленбейді. Бөлшектерді болаттандыруға дайындаған кезде әрдайым оларды алдын-ала тегістеуді қажет етпейді (темір бөліктерінің айтарлықтай қабатының қалыптасуы әдетте ажарландырылмайды). Басқа да дайындық жұмыстары (күю, болаттандыруға жатпайтын жерлерді оқшаулау, қайталама майсыздандыру және анодтық өңдеу) хромды қаптауға ұқсас.

Болаттандыру процесі кезінде көптеген зиянды газдар шығарылады, сондықтан соншалықты күшті желдету жүйесі қажет.

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

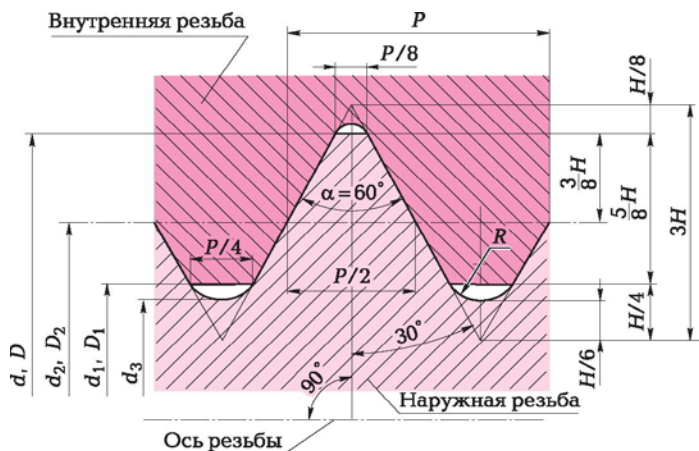
1. Бөлшектердің беріктігін қалпына келтіру және жақсарту жолдары қандай?
2. Пісіру кезінде қосымша материалдардың қолдану мақсаты қандай?
3. Механизациялау қағидасы бойынша әртүрлі пісіру және бетін өңдеу процестерін атаңыз.
4. Доғалық пісіруге арналған жабын электродтарының мысалдарын келтіріңіз.
5. Пісіруге арналған саңылаулар мен сызаттарды дайындау мысалдарын келтіріңіз.
6. Флюс астындағы бөлшектердің автоматты электрлі доғалық балқымаларының сызбасын сызыңыз.
7. Негіз бен жабынның механикалық қасиеттерінің олардың физикалық және механикалық қасиеттеріне әсері қандай?

ЖЫЛЖЫМАЙТЫН ҚОСЫЛЫСТАРДЫ ЖӨНДЕУ  
БҰРАМАЛАР

.1.

**Бұраманың негізгі параметрлері.** Стандарттар ретінде профилінің пішіні мен өлшемі, диаметрі мен ең жиі кездесетін бұрамалардың қадамы орнатылған.

**Бұрама профилінің бұрышы** ( $\alpha$ ) - осьтік қиманың жазықтығындағы іргелес жанама жақтары арасындағы бұрыш (5.1 - сурет)



(Внутренняя резьба - Ішкі бұрама,  
Наружная резьба - Сыртқы бұрама,  
Ось резьбы - Бұрама осі)

### 5.1-сурет. Цилиндрлік бұраманың профілі:

$d$  және  $D$  — сәйкесінше ішкі және сыртқы бұрамалардың сыртқы диаметрі;  $d_j$  (немесе  $d_3$ ) және  $D_j$  — сәйкесінше ішкі және сыртқы цилиндрлі бұрамалардың ішкі диаметрі;  $d_2$  және  $D_2$  — сәйкесінше ішкі және сыртқы бұрамалардың орташа диаметрі;  $H$  — түпнұсқалық үшбұрыштың биіктігі;  $P$  — бұрама қадамы;  $R$  — бұрама ойымдарының дөңгелектену радиусы;  $\alpha$  — бұрама профілінің бұрышы



Сыртқы бұрама бунағының пішімі дөңгелектелген немесе тегіс кесілген болуы мүмкін.

**Цилиндрлік бұраманың сыртқы диаметрі** - сыртқы бұраманың ( $d$ ) шыңдары немесе ішкі бұрамалардың ( $D$ ) ойымдарында сипатталған ойдағы дөңгелектенген цилиндрдің диаметрі болып табылады. Бұл диаметр көптеген бұрамалар үшін номиналды диаметр ретінде қабылданады және оның мөлшерін сипатталып, оның сипаттамасы кезінде қолданылады.

**Сыртқы ( $d_2$ ) және ішкі ( $D_2$ ) цилиндрлік бұрамалардың орташа диаметрі** бұрама шығыңқыларының ені мен кималардағы ойым ені тең болатындай етіп бұраманың қиылысатын орамдары цилиндр бұрамасмен бірге біресті диаметрі.

**Сыртқы цилиндрлік бұраманың ішкі диаметрі ( $d_3$ )** - сыртқы бұраманың ( $d_1$ ) немесе ішкі бұрама ( $D_1$ ) шыңдары айналасында сипатталған ойдағы дөңгелек цилиндрдің диаметрі.

Бұраманың номиналды мөлшерлері сыртқы (бұран, винт және т.б.) және сонымен қатар ішкі (гайкалар, бұрамалы ұяшықтар және т.б.) бұрамалар үшін жиі қолданылады.

**Бұрама қадамы ( $P$ )** - бұрама профилінің жақынырақ бір атты іргелес жақтарындағы орташа нүктелері арасында бұраманың осінен бір жақ бойынша бір осьтік жазықтығында орналасқан осіне бір жағында сол осьтік жазықтықта орналасқан бұраманың осіне тік, параллельді осі бойынша арақашықтық. Ортаңғы нүктелер сыртқы ( $d_2$ ) және ішкі ( $D_2$ ) бұрамалардың орташа диаметріне тең диаметрі бар ойдағы цилиндрде орналасқан.

**Бұрама жүрісі ( $P_h$ )** - қозғалыссыз гайкамен бекітілген немесе қозғалыссыз винт кезіндегі гайканың бір айналымындағы осьтік ауысуына қатысты арақашықтық. Бір кірісті бұрамада жүріс қадамға ( $P_h = P$ ) тең, ал көп кірмеде қадам  $P$  кірмелер ( $P_h = nP$ ) санына  $n$  тең.

Өлшемдері стандарттарға жатпайтын бұрамалар **арнайы** деп аталады.

Цилиндрлік бұрамалар. Бекіту бұрамаларының негізгі түрі  $60^\circ$  бейіндік бұрышы бар **метрика** болып табылады. Бұл бұрама - бір кірулік, негізінен оң болады. Оның профилін МЕМСТ 9150 - 2002 белгілейді (5.1 суретті қараңыз).

Өрістер мен ойымдардың шыңдары кесілген, бұл бұрамаларды дайындауға көмектеседі, кернеулердің концентрациясын төмендетеді және қолданыс кезінде бұраманың зақымдануынан қорғайды. Сыртқы бұраманың профилі ішкі бұраманың профилінен шыңдары кесілген бөлігінің өлшемімен ерекшеленеді.

Метрикалық бұрама үлкен (берілген бұрама диаметрі үшін жалғыз) және ұсақ қадамдармен орындалады, олар бұл берілген диаметр үшін бірнеше болуы мүмкін (МЕМСТ 8724 - 2002).

Кішкентай қадамдар негізінен жіңішке қабырғалы бөліктерде, сондай-ақ бұраманың кіші ұзындығы кезінде қолданылады. Диаметрі 1 мм-ден кем болатын бұрама дәлме-дәл механикалы құралдарда пайдаланылады, оның шағын қадамдары жоқ.

Пластмассадан жасалған бөлшектердегі метрикалық бұрамалардың диаметрлері мен қадамдары МЕМСТ 8724 - 2002 сәйкес таңдалады, бірақ МЕМСТ 11709 - 81 бойынша шектеулері бар.

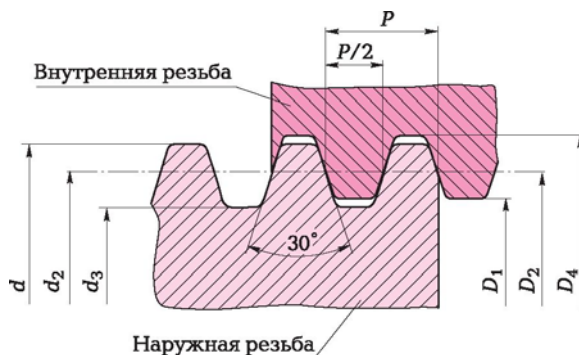
Метрикалық бұраманың сыртқы, орта және ішкі диаметрінің негізгі өлшемдері (номиналды мәндері) МЕМСТ 24705 - 2004 бойынша белгіленеді.

Метрикалық бұрама саңылаумен бірге диаметрі 1 ... 600 мм қашықтыққа отырғызуға рұқсат беру жүйесі МЕМСТ 16093 - 2004 белгілейді.

Рұқсат берілетін бұрама диаметрі жиегінің сипаттамасы дәлдік дәрежесін көрсететін саннан және негізгі ауытқуды көрсететін әріптен тұрады. Келесі рұқсат өрістері ең жиі кездеседі: сыртқы бұрамалар үшін 6g және 8g, ал ішкі бұрамалар үшін 6H және 7H.

Оқу сызбаларында кіру өрістерін белгілеуге рұқсат етіледі.

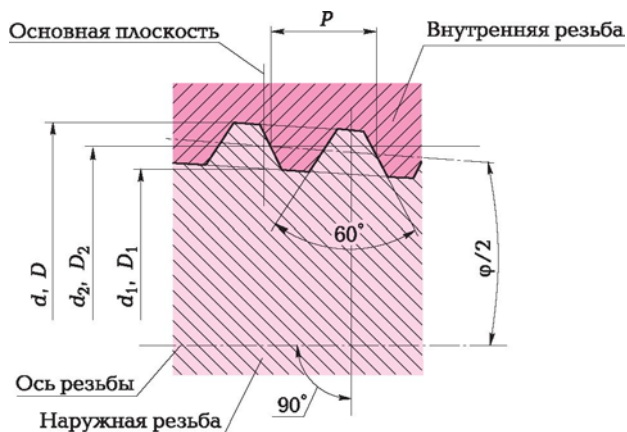
**Трапециалдыбұрама** қайтармалы-кірісті қозғалыстарды және осьтік күштерді беру үшін қызмет етеді. Ол бір және көп кірісті болуы мүмкін, оң және сол. МЕМСТ 9484 - 81 оның профилін және оның элементтерінің өлшемдерін белгілейді (5.2-сурет). Трапециалдық бұрама  $\alpha = 30^\circ$  бұрышына теңдестірілген трапецияның профиліне ие болады. Сыртқы және ішкі диаметрлері бойынша бірдей саңылаулар майлау үшін қолайлы жағдайлар жасайды.



Внутренняя резьба - Ішкі бұрама  
Наружная резьба - Сыртқы бұрама

### 5.2-сурет. Трапециалды бұраманың профілі:

$D_4$ — ішкі бұраманың сыртқы диаметрі; қалған сипаттамаларын 5.1 суретінде қараңыз



Основная плоскость - Негізгі жазықтық, Внутренняя резьба - Ішкі бұрама  
 Ось резьбы - Бұрама осі, Наружная резьба - Сыртқы бұрама

### 5.3-сурет. Метрикалық конустықбұраманың профілі:

$\phi/2$  — көлбеу бұрышы; қалған сипаттамаларын 5.1 суретінде қараңыз

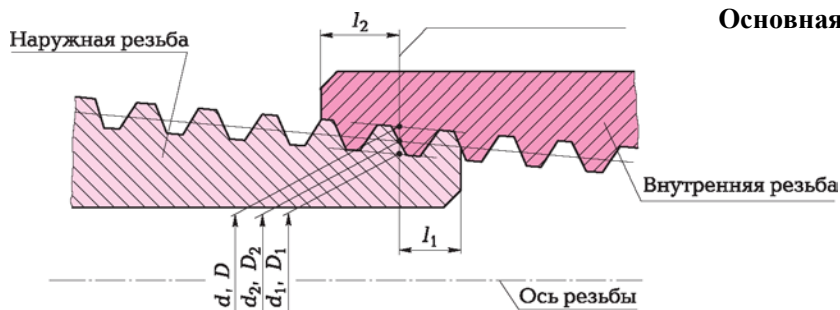
Бір реттік трапециалдық бұраманың әрбір номиналды диаметрі үшін МЕМСТ 24738 — 81 әр түрлі қадамдарды қарастырады. Бұраманың негізгі өлшемдерін МЕМСТ 24737 – 81 орнатады, ал рұқсат етілген жүйені МЕМСТ 9562 - 81 тағайындайды.

Көпкірісті трапециалдық бұрама диаметрі үшін, қадамдар, жүрістер және рұқсат етулер МЕМСТ 24739 - 81 \* сәйкес таңдалады.

Конустық метрикалық бұрама. Бұл бұрама жоғары қысымды құбыржолының герметикалық қосылыстарында қолданылады. Конустық бұрама конустық сырықта (немесе конустық саңылауда) 1:16 стандартты конуста (конус шыңындағы бұрышы  $2\phi = 3^{\circ}34'48''$ ) кесіледі. МЕМСТ 25229-82 оның профилін, диаметрлерін, қадамдарын, негізгі өлшемдерін және рұқсат етуін орнатады. Метрикалық конустық бұраманың профілі 5.3 суретінде көрсетілген.

Сыртқы, орта және ішкі диаметрлердің номиналды мөлшерлері негізгі жазықтықта, бұрама осіне перпендикулярлы түрде анықталады. Негізгі жазықтықтың жағдайы (5.4-сурет)  $I_1$  (негізгі жазықтықтан құбырдың соңына дейінгі қашықтық) және  $I_2$ (негізгі жазықтықтан муфтаның соңына дейінгі қашықтық) өлшемдерімен анықталады. Негізгі жазықтықтағы бұрама МЕМСТ 9150 - 2002 сәйкес метрикалық бұрамамен жалпы өлшемдерге ие болады, бұл сыртқы конустық бұраманың ішкі цилиндрлік бұрамамен байланысын қамтамасыз етеді (5.5-сурет).

Бұраманың құрылымдық және технологиялық элементтері. Бұрама материалдың қабатын кескіш құралмен алып тастаумен, материалдың



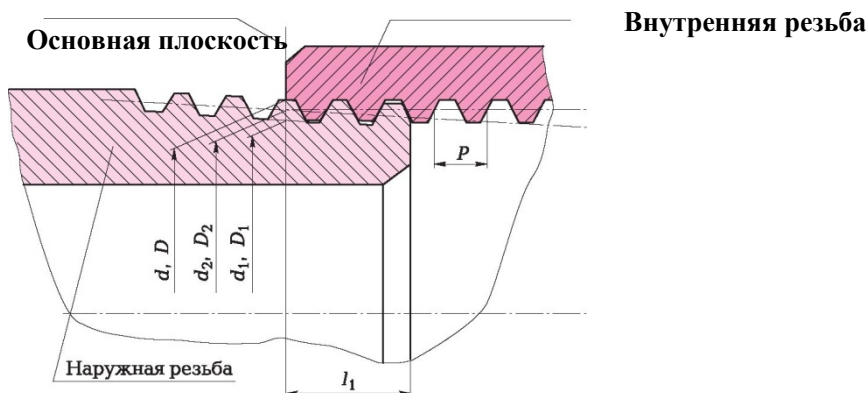
Наружная резьба - Сыртқы бұрама, Основная плоскость - Негізгі жазықтық, внутренняя резьба - ішкі бұрама, Ось резьбы - Бұрама осі

#### 5.4-сурет. Негізгі жазықтықтың құбыр ұшына дейінгі жағдайы.

$l_1$  — негізгі жазықтықтан құбыр ұшына дейінгі арақашықтық;  $l_2$  — негізгі жазықтықтан муфта ұшына дейінгі арақашықтық; қалған сипаттамаларын 5.1 суретінде қараңыз.

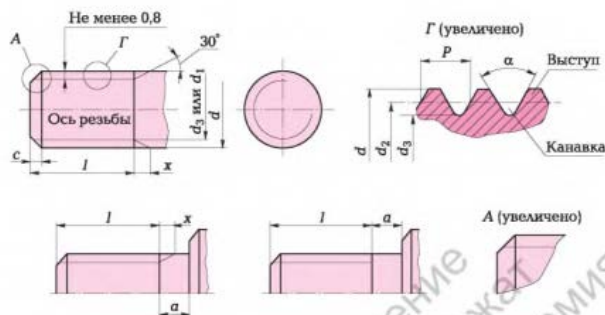
(металл, пластик, шыны және т.б.) және басқа жағдайларға байланысты винтті шығыңқыларды басу, құю, қысу және қалыптау арқылы жасалады.

Бұраманың басында көбінесе, шеткі бұрандаларды бұрылыс зақымданудан қорғайтын конустық қиықжиек ретінде жасалады және ол бөліктерді бұрамалармен қосылған кезде бағыттаушы ретінде қызмет атқарады (5.6 және 5.7-суреттер). Қиықжиекті бұраманы кесу алдында орындайды. Ол бұрама  $45^\circ$  бұрышы осімен туындайтын, құрылатын қиылған конустың пішімін иеленеді. Қиықжиектердің



Наружная резьба - Сыртқы бұрама, основная плоскость - негізгі жазықтық, внутренняя резьба - ішкі бұрама

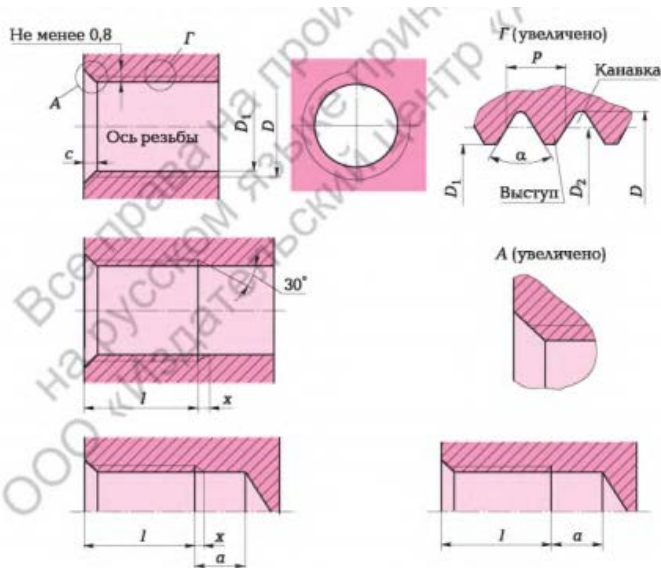
5.5-сурет. Сыртқы конустық бұраманың ішкі цилиндрлі бұрамамен қосылыстарының мысалы. (сипаттамаларды 5.1, 5.3 және 5.4 суреттерінен қараңыз.



0,8 - 0,8 кем емес, ось резьбы - бұрама осі, Г (увеличено) - Г (ұлғайған),  
 выступ - шығыңқы, канавка - бунақ, А (увеличено) – А(ұлғайған)

**5.6-сурет. Сыртқы метрикалық бұраманың суреті:**

а, с және х — жетекеспеудің, қықжиектің және сәйкесінше сүйірленудің өлшемдері; l— толық профильді бұраманың ұзындығы;  $\alpha$  — бұрама профилінің бұрышы; қалған сипаттамаларды 5.1 суретінде қараңыз



0,8 - 0,8 кем емес, ось резьбы - бұрама осі, А (увеличено) - А (ұлғайған),  
 выступ - шығыңқы, канавка - бунақ,

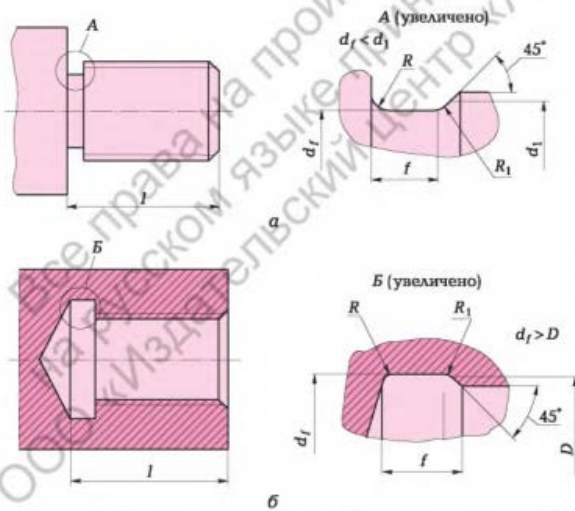
**5.7-сурет. Ішкі метрикалық бұраманың суреті** (сипаттамасын 5.1 және 5.6 суреттерінен қараңыз

**Х сүйірленуі** (5.6 және 5.7 суреттерді қараңыз) деп бұраманың өтпелі аймағындағы бөлікке бұрама толық емес профилді иеленетін бөліктің тегіс бөлігін атайды.

Сүйірленуді кескіш құралдың (таңбалағыш немесе бұранкескіш) жинау бөлігі анықтайды, ол құралдың кесу тістері бойымен алынатын материалдың бөлінуін қамтамасыз ететін айнымалы профильге ие. Сондай-ақ, сүйірлеу тіс бұралып алынған кезде пайда болады.

**А жетекеспеу** (5.7 суретті қараңыз) бұраманы тежеу кезінде алынады. Жетекеспеушілік құралдың бөлшек бетіне тиіп кетуіне жол бермеу үшін сүйірленуден үлкенірек болуы керек.

**Жону** (5.8-сурет) құралдың шығуы үшін және сырық немесе саңылаудың бүкіл ұзындығы бойында толық профильді бұраманы шығару үшін арналған. Сыртқы бұрама үшін жону диаметрі бұраманың ішкі диаметрінен сәл аз болуы керек, ал ішкі бұрама үшін бұраманың сыртқы диаметрінен сәл үлкенірек болуы керек. Сүйірленудің, жетекеспеушіліктің және жонудың өлшемдері стандартталған (МЕМСТ 27148 – 86).



**5.8-сурет. Сыртқы (а) және ішкі (б) юрамалардың технологиялық элементтері:**

$d_f$ — жону диаметрі;  $R$ — өңделетін бөлшектің денесімен жанасу радиусы;  $f$ — бұраманы кескеннен кейін құралдың шығуы кезіндегі дөңгелектену радиусы;  $R_1$ — бұраманы өңделетін бөлшекте технологиялық құралмен кесу кезіндегі алынғанның радиусы; қалған сипаттамаларды 5.1 және 5.6 суреттерінде қараңыз (увеличино-үлкейтілді)

**Бұрама суреті.** Бұрама орамдарының дәл кескінін құру өте ұзын процесс болып табылады, сондықтан ол сирек жағдайларда қолданылады. МЕМСТ 2.311-68 \* сәйкес сызбаларда бұрама оның профиліне қарамастан шартты түрде бейнеленген: бұраманың сыртқы диаметрі бойынша сырықта тұтас негізгі сызықтармен және ішкі диаметрінде тұтас жіңішке сызықтармен бұраманың барлық ұзындығымен, оның ішіндегі қиықжиекті қосқанда (5.6 суретті қараңыз, А орны).

Перпендикулярлы сырық осіне жазықтықта проекциялау жолы арқылы алынған суреттерде бұраманың ішкі диаметрі бойынша тек осьтік жолдарда емес кез келген жерде ашық және шеңбердің  $\frac{3}{4}$  бөлігіне тең тұтас жіңішке сызықты доға жүргізіледі (5.7 суретті қараңыз). Бұл көріністе қиықжиек көрсетілмеген.

Бұрамалардың суреттерінде саңылаудағы тұтас негізгі және тұтас жіңішке сызықтар орындарын ауыстырады (5.7 суретті қараңыз).

Тұтас жіңішке сызық негізгі сызықтан кемінде 0,8 мм қашықтықта жүргізіледі, бірақ бұрама шегінен аспайды.

Тіліктердегі сызықшалар сырықтағы бұраманың сыртқы диаметріндегі сызығына дейін және саңылаудағы ішкі диаметр сызығына дейін жеткізіле

Сырық пен саңылау профилі (сүйірленуге де суреттерін қараңыз) оны жеткізу арқылы жүргізіл сызық (5.9-сурет) арқыл толық профильді Р ұзындығы көрсетіледі (5.6 және 5.7 суреттерді қараңыз).

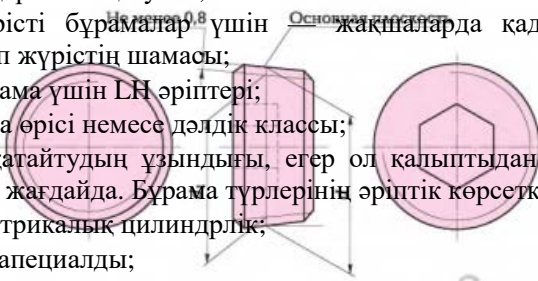


үтас негізгі сызық. і бұраманың толық ықпен (5.6 және 5.7 аметрінлегі сызыққа йтін шекарасын үзік ызуларда бұраманың

Тұйық бұрама саңылауының түбі  $120^\circ$  -қа жақын ұшындағы бұрышымен (сызбада бұрыштың өлшемі көрсетілмейді) конус пішінінде болады. Бұл конус бұрама бойынша саңылауды өңдеу кезінде бұрғылаудың кескіш бөлігінен қалыптасады. Бұрғылау тереңдігінің өлшемі  $(a + 1)$  есептеліп және ұяшықтың цилиндрлік бөлігін ескере отырып тек қана сурет бойынша қолданылады (5.7 суретін қараңыз).

**5.9-сурет. Бұрама шекарасының суреті**

- Бұрама түрін сипаттайтын әріп;
- Өлшемдерін анықтаушы;
- Көп кірісті бұрамалар үшін жақшаларда қадамды белгілей отырып жүрістің шамасы;
- Сол бұрама үшін LN әріптері;
- Шақтама өрісі немесе дәлдік классы;
- Бұрап қатайтудың ұзындығы, егер ол қалыптыдан ерекшеленетін болған жағдайда. Бұрама түрлерінің әріптік көрсеткіші:
- M — метрикалық цилиндрлік;
- Tr — трапециалды;
- МК — конустық метрикалық;
- S — тірелімді;
- Rd — дөңгелек;
- 5.10-сурет. Сыртқы конустық бұраманың суреті (сипаттамасын 5.1 суретінде қараңыз).
- R — негізгі жазықтық конустық;



5.10-сурет. Сыртқы конустық бұраманың суреті (сипаттамасын 5.1 суретінде қараңыз).

Жону бөлшектерінің суреттерінде жазулар оңайлатылған тікбұрышты нысанда ұсынылған (5.8 суретті қараңыз). Олардың ені 1 бұрамасының ұзындығына кіреді (5.8 суретті қараңыз). Өлшемдерді қолдану арқылы жонулардың нақты пішіні қашықтағы элементтерде көрсетілген (5.8, б суретті қараңыз).

Қажет болған жағдайда бұраманың сүйірленуі жіңішке сызықтармен сызылады, ол осіне  $30^\circ$  бұрышпен жүзеге асырылады (5.6 және 5.7 суреттерін қараңыз). Таянышқа дейінгі орындалған бұраманың жетекеспеушілігі 5.6 суретінде көрсетілген.

Конустық бұрамаларды кескіндеу кезінде конус бұрышын аздап негізгі жазықтықтағы өлшемді сақтай отырып ұлғайтады (5.10 және 5.11 суреттері).

Бұрамалардың белгілері. Жұмыс сызбаларында бұрамалардың сипаттамасына мыналар кіреді:

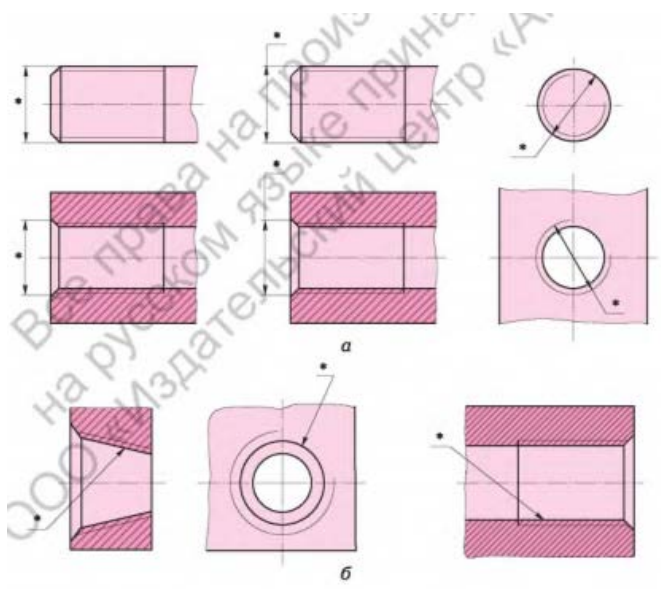
(Не менее 0,8- 0,8-ден кем емес, Основная плоскость - негізгі жазықтық)

### 5.12-сурет. Бұрамалардың сипаттамалары:

а — машинажасауда ең жиі қолданылатын; б — конустық және құбырлық цилиндрлік.

5.11-сурет. Ішкі конустық бұраманың суреті (сипаттамасын 5.1 суретінде қараңыз).





- Rc — ішкі құбырлық конустық;
- K — конустық дюймдік және т.б.

Оқу жағдайларында үлкен қадамы бар метрикалық бұрамалардың сипаттамасы тек қана бір анықтаушы өлшемді ғана қамтиды - номиналды (сыртқы) диаметрі, мысалы, M20, ал кішігірім қадамы бар метрикалық бұрамалар үшін трапециалды, метрикалық конустық және тірелімділер үшін номиналды диаметр мен қадам көрсетіледі: M20x 1,5; Tr40 x 6; MK20 x 1,5; S80 x 10.

Түтік пен конустық дюймдік бұрамалардың белгілеуінде бір шартты өлшем дюйм (1" = 25,4 мм) көрсеткішінде кіреді, мысалы, G1<sup>1/2</sup>, R2, Rc2 және K1". Бұл өлшем бұраманың сыртқы диаметріне сәйкес келмейді, бірақ шамамен құбырдың ішкі диаметріне тең болады, онда бұрама кесіледі.

Егер арнайы бұрама стандартты профильге ие болса, бірақ диаметр немесе қадам өлшемдері стандартты қабылданғаннан өзгеше болса, онда «СП» әрпі бұраманың белгілеуіне қосылады, мысалы: СПМ64 x 5 — бг.

Конустық және құбырлық цилиндрліден басқа, барлық бұрамалардың белгілері сыртқы диаметрге жатады (5.12, а-сурет). Конустық және құбырлық цилиндрлік бұрамалардың белгілері негізгі сызықта көрсеткімен аяқталатын сызғыш-шығартпаның сөресіне қолданылады (5.12, б-сурет).

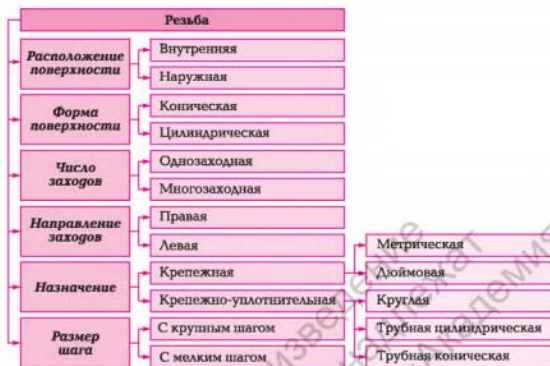
## 5.2.

## БҰРАМАЛЫҚ ҚОСЫЛЫСТАРДЫҢ БӨЛШЕКТЕРІН ЖӨНДЕУ

Бұрамалы қосылыстар ең таралған болып табылады және бұрама көмегімен бекітпе бөлшектер арқылы жүзеге асырылады. Қосылыстарда қолданылатын бұрамалардың барлық түрлері тиісті сипаттамаларға сәйкес жіктеледі (5.13-сурет). Негізгі бұрамалы қосылыстар бұранда, винт және бұрансұқпа қосылыстары болып табылады (5.14-сурет). Бұрансұқпамен қосылу қосылатын бөлшектердің жиі бөлшектеу шарттарында немесе басқа бекіту элементтерін пайдалану мүмкін болмаған жағдайда қолданылады (қосылыстардың құрылымдық ерекшеліктеріне байланысты).

Статикалық жүктемелердің әсерінен пластмасса материалдарынан жасалған бұрамалы бөлшектер кесу күштерінің кесу аймағына қатынасы ретінде анықталған орташаланған қатысыты  $\tau$  кернеулер бойынша ығысумен есептеледі. Төзімділік шартын формула бойынша көрсетуге болады,

$$\tau = (Q_{cp}/F_{cp}) \leq [\tau] = [\sigma]/2$$



### 5.13-сурет. Бұрамалардың классификациясы

(резьба – бұрама, расположение поверхности – беттің орналасуы, форма поверхности – беттің пішімі, число хзаходов – кіру сандары, направление заходов – кіру бағыты, назначение - тағайындалуы , размер шага – кадам өлшемі, внутренняя - ішкі, наружная – сыртқы, коническая – конустық, цилиндрическая – цилиндрлі, однозаходное – бір кірісті, многозаходное – көп кірісті, правая - оң, левая - сол, крепежная - бекіткіш, крепежно – уплотнительная – бекіткіш-тығыздағыш, с крупным шагом – ірі кадаммен, с мелким шагом – ұсақ кадаммен, метрическая – метрикалық, дюймовая - дюймдік, круглая - дөңгелек, трубная цилиндрическая – құбырлық цилиндрлі, трубная коническая - құбырлық конустық).

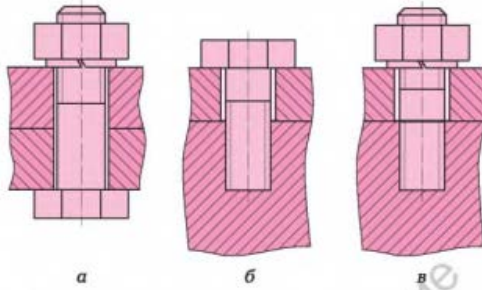
мұндағы  $Q_{cp}$  — қиық күші;  $F_{cp}$ — қиық аумағы;  $[\tau]$  — қатысты кернеулердің берілетін шамасы;  $[\sigma]$  — аққыштығы бойынша берілетін кернеу шамасы.

Бұрама қосылыстарында (5.15-сурет) бұрама есебі мен бұран басы қиықта алдыңғы тәуелділіктің есебімен келесі формула бойынша өткізіледі:

■ бұран бұрамасы үшін

$$\tau = [Q_{cp} / (\pi d_1 K N K_H)] \leq [\tau], \quad (5.2)$$

мұндағы  $\pi d_1 K N = F_{cp}$ —  $d_1$  диаметрлі цилиндр бүйірі бетінің аумақ бөлігі (гайка бұрамасының ішкі диаметрі) және биіктігі  $H$ , ол бойынша бұран қиығы пайда болуы мүмкін;  $K$ — бұрама толықтығының коэффициенті, ол шамамен 0,87 үшбұрышты бұрама үшін тең;  $K_H$  — бұрама орамдары бойынша жүктемені таратудың біркелкі еместігін есептейтін коэффициент және ол 0,55...0,75 шамасына тең. Бұл коэффициентті енгізу гайкамен байланысатын бөлшектерге жақын орналасқан бұраманың алғашқы орамдарының



**5.14-сурет. Бұрама қосылыстарының негізгі түрлері:**  
 а — бұрандық; б — винтті; в — ақа көмегімен

бұрама сымдары орнынан алшақтанған жүктеменің үлкен бөлігін қабылдайды;

- гайкалар

$$\tau = \left[ \frac{Q_{\text{ср}}}{(\pi d k H k_n)} \right] \leq [\tau] \quad (5.3)$$

мұндағы  $\pi d k H = F_{\text{ср}}$  —  $d$  диаметрмен бірге цилиндр бетінің бүйірлік аймағы;

- бұран бастиегі

$$\tau = \frac{Q_{\text{ср}}}{\pi d h} \quad (5.4)$$

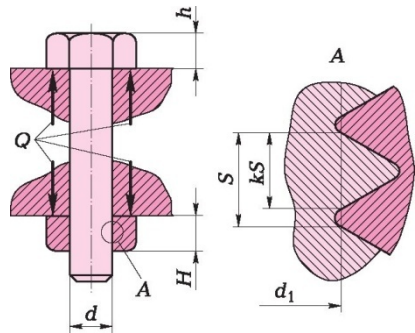
мұндағы  $\pi d h = P_{\text{ср}}$  —  $d$  диаметрмен және  $h$  биіктігімен бірге цилиндр бетінің бүйірлік аймағы, онда бұран бастиегінің қиығы пайда

**5.15-сурет.**

Бұран қосылыстарындағы күш схемасы:

$h$  — бастиектің биіктігі;  $H$  — гайка биіктігі;

$d$  — бұран диаметрі;  $Q$  — жүктеме күші;  $d_1$  — бұрананың ішкі диаметрі;  $S$  — бұрама қадамы;  $kS$  — бұрананың жақын орамаларының бір атты нүктелері арасындағы арақашықтық



Бұрама сонымен қатар жаншылуға тексеріледі:

$$\sigma_{\text{см}} = \left[ 4Q / (\pi(d^2 - d_1^2)zK_H) \right] \leq [\sigma]_{\text{см}}, \quad (5.5)$$

Мұндағы  $Q$ — жүктеме;  $z = H/S$ — $H$  биіктігіне тең бұрап бекітудің ұзындығындағы орам саны;  $S$ — бұрама қадамы.

Гайканы бұрап бекіту кезіндегі бұранның денесінде бұрамадағы үйкеліс күшінің сәтіне тең болатын  $M_{\text{кр}}$  айналу сәтінен қатысты  $t$  кернеулер пайда болады, сонымен қатар созылу күшінен  $st$  қалыпты кернеу:

$$\sigma = 4Q / (\pi d_{\text{cp}}^2), \quad (5.6)$$

Мұндағы  $d_{\text{cp}} = d - 0,94S$ — есептік диаметр;  $d$ — бұранның сыртқы диаметрі;  $S$ — бұрама қадамы.

Бұран сырығының беріктік шарты келесі өрнекпен айқындалады:

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = 1,3\sigma \leq [\sigma], \quad (5.7)$$

мұндағы  $\sigma_{\text{экв}}$  — эквивалентті кернеу.

Бұрамалық қосылыстарды жинау кезінде келесі талаптарды орындаған жөн:

- қосылыстар бөлшектері бір-біріне дәл келістірілуі керек;
- бұрама бөлшектерінің осьтері қосылыс бөлшектерінің жазықтығына перпендикулярлы болуы керек;
- көлденең қиманың өлшемдері және бір қосылыстың барлық бұрама бөлшектерінің ұзындығы бірдей болулары қажет;
- қосылыстардағы гайкалар, винт және бұран бастиектері бірдей биіктікті иеленулері қажет;
- бұрама бөлшектерінің ұштары гайкалардан бірдей шамаға шығулары қажет;
- кіргізілген бұран және винттардың бастиектері қосылыс бөлшектерінен шықпаулары қажет;
- тығырықтар тең болулары және қиғаштықты иеленбеуі тиіс;
- бұран және винттардың бастиектері бұралған, ал оның шектері жаншылмаған болулары тиіс;
- бұрама бөлшектерінің бұрамасы жұлынған орамдарды иеленбеуі қажет;
- винт бастиектеріндегі кесіктер жаншылмаған болулары тиіс;
- тығырық, гайка, винт және бұранның бастиектерінің беттері қарыусыз және соқпақсыз болулары тиіс.

Осы талаптарды бұзу бұрандалы қосылыстардың тозуына және олардың мерзімінен бұрын істен шығуына әкеледі. Айтарлықтай немесе ауыспалы жүктемелер жағдайында жұмыс істейтін бұрандалы қосылыстардағы тозудың жоғарылауы және бұзылуы бұрандалар мен гайкалардың жеткіліксіз катаюынан туындайды. Әртүрлі динамикалық жүктемелердің бірлескен әрекетімен, бұрандалар мен винттар созылып, бұраманың қадамы және оның профилі бұзылады, гайкалар «қарыса» бастайды. Осының салдарынан қосылыстар бөлшектерінің бұзылуы орын алады. Жиі бөлшектенетін және реттелетін қосылыстардың бұрама бөлшектері қарқынды тозуға ұшырайды (бұрамалар, бұрандалар мен гайкалардың бастиектер шегі, винттардың оймакілттері тозады). Сондай-ақ, бұрамалар гайка, бұран немесе винттің қарысу күшінің артық күш-жігерінен де бұзылады. Бұрандалы қосылымдардың тозуы келесіде айқындалады:

- қосылыстарда саңылаудың ұлғаюына себеп болатын (жиі бұралып босатылатын винт пен бұрандаларда байқалады) орташа диаметрі бойынша бұраманың профилі өзгереді;
- бұрама профилінің жұмыс істеуші беттері жүктемелерінің әсерімен алынады;
- осьтік жұмыс жүктемелері мен бұран сырықтарының тарту күші әсерімен ұзартылады;
- бұрама қадамы өзгереді.

Бұзылған немесе тозған бекіту винттар мен бұрандаларды жөндейді, жаңасына ауыстырады.

Саңылау түбіндегі ақаның немесе винттің үзілуі болған қосылыстың жөнделуі бекіту бөлшектерінің сынықтарын алу әдісіне байланысты жүзеге асырылады:

- белгісалғыш немесе жіңішке шойбіз сынықтың жоғарғы бөлігіне ұшымен қойылады. Оларды бұрама кірісінің қарама-қарсы жағына қарай бағытта бұрады.
- Содан кейін белгісалғыш немесе шойбіз бойынша балғамен ұрғылау арқылы сынық бұралып шығарылады. Оның алдында бұрама саңылауына май тамшылату қажет.
- Винт немесе ақа сынығына винт және ақа диаметрінен аз болатын диаметрлі саңылау бұрандалып бекітіледі және оған гофрленген қатайтылған сырық- экстрактор салынады (5.16, а-сурет), оның бұрылысымен бұрама саңылауынан сынық алынып тасталады;
- Сынықта электрлі ұшқын әдісімен шаршы саңылау орындалады, онда арнайы кілт орнатылып, соның көмегімен сынық бұралып алынады;
- Сыныққа саңылау бұрғыланады, оған бор бұралады (5.16, б-сурет). Сол бордың көмегімен айналдыру арқылы сынық алынады;

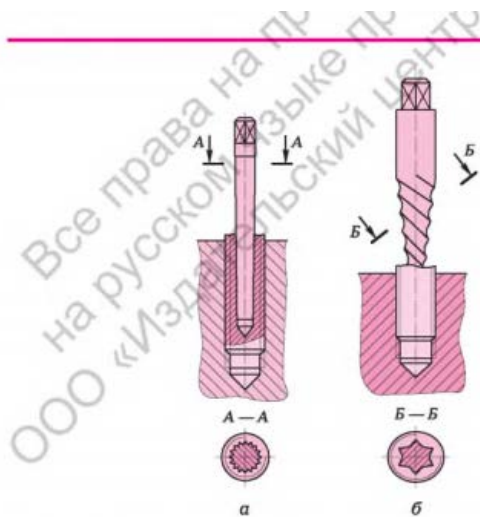
- Сынған винтке электрод дәнекерленіп және сынық бұралып алынады;
- Егер негіз бөлшек алюминийден жасалған болса, онда ынықтарды алу үшін алюминий нашар өзара әрекеттесетін азот қышқылымен улау әдісі қолданылуы мүмкін.

Сыртқы бұрамасы тозған айтарлықтай диаметрі бар бұрамалы бекітпелер әр түрлі тәсілдермен жөнделеді:

- тозған бұрама кесіледі және (егер ол төзімділік шарттарымен рұқсат етілсе) жаңа кесіліп, оны ең жақын стандартты диаметрге дейін өңдейді;

- бөлшекке төлке немесе орындалған бұрамасы бар құрсау қысылады.

Бөлшектер саңылауындағы сынған немесе тозған бұрамалар әдетте қалпына келтірілмейді. Кейбір жағдайларда, мысалы, дене бөлшектерінде бұрамалы саңылаулар бұрамалы спиральды салғылардың орнатылуымен қалпына келтіріледі. Бұл салғылар спиральды серіппе болып табылады, оның сыртқы беті денеге бұрандамен байланысың құрайды, ал ішкі бөлігі - бұран немесе ақамен қосылады. Спиральді салғылар



**5.16-сурет. Сынған ақаларды алуға арналған құрал:**

а — экстрактор; б — бор

ромб қимасын иеленетін коррозияға төзімді сымдардан жасалады. Бұрама саңылауларды қалпына келтіру кезінде келесі әрекеттер орындалады:

- тозған бұрамалары бар саңылауларды бұрғылау;
- спиральдісалғы астында бұраманы кесу;
- дайындаған саңылауға спиралды салғыны орнату;
- бұрандалған спираль салғысынан технологиялық жетектемені алу.

Құрамында бұрғы, бұранойғыш және спиралды салғыны орнатуға арналған монтажды кілттер жинағы, әр түрлі көлемдегі технологиялық жетектемені алуға арналғаншойбіз және спиральды салғылар бар.

Бұрандалы саңылауларды жөндеу келесідей болады:

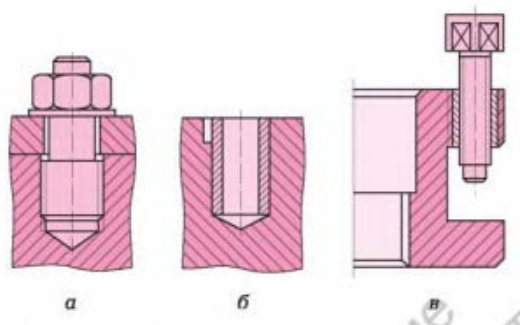
- саңылау үлкен тереңдікке (егер мүмкін болса) бұрғыланады және оған қайта бұрамаенгізіледі;
- тереңдетілген саңылауға ұзартылғанбұрамалы бөлігі бар жаңа винт бұрғыланады;
- саңылау бұрғыланады, онда үлкен диаметрлі бұрама кесіліп және сондай диаметрлі бұрамасы бар жаңа винттер салынады;
- Екінші қосылу бөлшектеріндегі винт үшін саңылау бұрғыланады.

Бұрамалы қосылыстарды жөндеу кезінде ескінің орнына екі диаметрдің кемері мен бұрамасы бар жаңа ақа жиі дайындалады (5.17, а-сурет.): ақаны бұрау үшін үлкенді қосылатын бөлшектердің біріне және қосу үшін азын екінші бөлікпен және оларды гайкамен қатаңдату үшін.

Түрлі қызмет мақсатындағы бөлшектерде бұрама саңылауларды жөндеу кезінде түпнұсқа (номиналды) бұраманы қалпына келтіру дұрыс болып табылады: бар (тозған) бұрамалы саңылау бұрғыланады, жаңа бұрама кесіліп, содан кейін (қалыпты винт үшін арналған сыртқы және ішкі бұрамасы бар,) өтпелі төлке әзірленеді, ары қарай ол бөлшектер жазықтығымен беттеуде орнатылады және винтпен тоқтатылады (5.17, б-сурет). Өтпелі төлке қалың қабырғамен жасалып және эпоксидті желімге орнатылады. Осы мақсатта (сур. жылы 5.17) корпустағы бұрама және ауыспалы төлкеде майсыздандырылады, желім бетінің көшуі үшін салынып, содан кейін төлке бөлшекке бұрғыланады. Эпоксидті желім қатайғаннан кейін сенімді қосылыс пайда болады.

Көп жағдайларда тозған бұрама саңылау бөлшектерде басылып және рісіріледі, жанына басқа саңылау бұрғыланады да,





**5.17-сурет. Орнату арқылы бұрама қосылыстарын жөндеу схемасы:**  
 а — екі диаметрлі бұрамасы мен кертпеші бар жаңа ақаны; б — ішкі және сыртқы бұрамалары бар төлкені; в — желімге төлкені

онда берілген диаметрлі бұрама кесіледі. Жаңа саңылау екінші бұрғылау бөлшегіне бұрғыланады.

Ақаларды қайта орнату барысында бұрамалы қосылыстарды жөндеген кезде, оның түйісетін бөліктерге қатысты әртүрлі қателіктері пайда болуы мүмкін. Бұл қателердің пайда болуы бірқатар себептерге байланысты:

- қосылатын бөлшектердің жазықтық ақасының ось перпендикулярлығына ауытқуы. Бұл, әдетте, бұрамағасаңылауды өңдеу кезінде қатеге байланысты туындады;

- топтық бұрамалы қосылыстарды жөндеуден кейін жиі жинақталған ақаулары мен саңылауларының сәйкес келмеуі. Бұл ақаулық ақалардың немесе саңылауларбұрамаларының сәйкес келмеуіне байланысты. Бұл жағдайда ақаны түзету керек емес, себебі ол оның сынуына себеп болуы мүмкін. Ақаны қайтадан бұрап алып және бұраманы қайтадан кесу керек. Айтарлықтай бұрмаланулар кезінде сіз ерекше саңылауды бұрғылап алып және үлкен диаметрлі жаңа және дәлірек бұраманы кесуіңізге болады;

- ақатолық бұралмаған, яғни оның шығыңқы бөлігі талап етілгеннен ұзынырақ, бірақ одан әрі ол бұрамалы тесікке бұрылмайды. Бұл жағдайда ақаны бұрап шығарып, ал ақадағы және бұрама саңылауындағы бұраманы бұранкескішпен және бұранойғышпен «өткізіп» алу керек. Егер бұл оң нәтиже бермейтін болса, онда ақаны басқа аз не орташа диаметрлі бұрамамен ауыстыру керек;

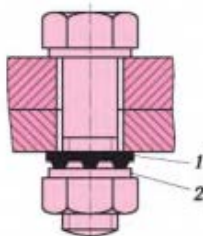
■ Ақа тым қатты тереңдетілген. Бұл жағдайда, бұрандамасаңылауы ішіндегі ақаның орналасуын әлсірететіндіктен оны шығынқы бөлшектің берілген ұзындығына қол жеткізу үшін бұрап шығаруға жол берілмейді. Ақаны бұрап алып тастау керек және оны басқа бұраманың ортаңғы кіші диаметрі бар басқа түрімен ауыстырылуы керек;

■ Бұрамалы саңылауда ақа жеткіліксіз берік орнатылмаған, бірақ гайканы бұрап шығару кезінде ол ұяшықтан шығарылады. Бұл ақаны бұрып шығарып, бұраманың үлкен орташа диаметрі мен ауыстыру қажет.

Жөндеуден кейін бұрандалы қосылыстарды құрастыру үшін қол және механикаландырылған құрал пайдаланылады. Негізгі құрал гайкалық кілт болып табылады. Бұрамалы қосылыстардың беріктігі мен қолданыста ұзақ мерзімділігі көбінесе негізінен олардың дұрыс бұралуына тәуелді болып табылады. Әрбір бұрамалы қосылыс үшін қатайтусәттері реттелген. Қажетті күшейту күші бекітілген бұрау индикаторлары бар арнайы бекіткіш бөлшектерді пайдалану арқылы оңай сақталады. Қысу кезінде индикаторлы тығырықтың 1 шығынқы бөлігі (5.18 сурет) кәдімгі тығырыққа 2 бекітіліп, тегістелу арқылы тығырық арасындағы саңылауды толтырады. Бұл саңылауды толтыру кезінде қажет бұрау күшін қамтамасыз етеді.

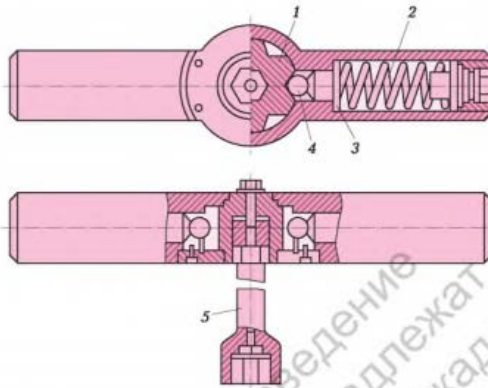
Бұрамалы қосылыстарды қатайтқан кезде реттелетін айналу сәті бар кілттерді қолдану қажет (5.19-сурет). Бұл кілт ауыспалықапталдық 5 кілтінен және 1 жұдырықшадан тұрады. Маргиналдық күште 4 шар жұдырықшамен сығылып, 3 табақшасына қысым түсіріп және 2 серіппені қысады. Бұл кезде жұдырықшаның ілінісуі тұтқамен бірге тоқтатылады. Айналымалы сәттің шамасы 2 серіппе күшінің өзгеруімен реттеледі.

Бекітілген ажыратылатын қосылыстарды жөндеу және жинау кезінде байланыстың қатаң болуын қамтамасыз ету маңызды. Бұл бұрамалы элементтерді жөндеуден кейін



5.18-сурет. Тарту күшінің индикаторлығын; 1 — индикаторлығын; 2 —

бөлшек:



**5.19-сурет. Реттеуші айнала сәті бар кілт:**

1 — жұдырықша; 2 — серіппе; 3 — табақша; 4 — шар; 5 — ауыспалы қапталдық кілт

түйісетін бөлшектердің беттерін өңдеу, жоспарлау, фрезерлеу, ажарлау, аралау, қыру және ысқылауды қолдана отырып, механикалық өңдеумен жабдықталғанын қамтамасыз етеді.

Жөндеу кезінде толық қымтаулылықты (шыбық жинамалар, беріліс қораптары, жемшөп және май бар басқа да заттар) қамтамасыз ету үшін қажет болған кезде беттес бөлшектердің қиылыстары картоннан, қағаздан, қорғасын, резеңке, клингериттен және тб. жасалған тиісті төсемдермен тығыздалады. Қосылыс бөлшектердің беттері дәлірек жасалған сайын, олардың қосылыстар қаттылығы да жоғары болады. Түйісетін бөлшектердің бу қиылыстарында дәл емес қиюластыруы кезінде біркелкі емес саңылаулар пайда болады, ал бөлшектерді бұрандармен тарту кезінде олардың жағымсыз серпімді деформациясын тудыратын кернеулер пайда болады.

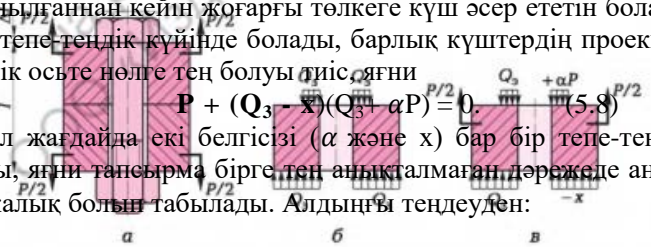
Бұрандалы қосылыстардың жөндеуден кейінгі қолданысының сенімділігі мен ұзақ уақытты беріктілігі негізінен олардың қатайтуының дұрыстығымен анықталады. Тартудың реттелетін сәттері әдетте бұрама диаметрі мен бұрама қосылыстардың материалына байланысты белгіленеді.

Бекітілген бұрандалы қосылысты қарастырайық (5.20, а-сурет). Бұран екі төлкені біріктіреді, олардың әрқайсысына Р бөлек күш салынған. Бұран алдын ала  $O_3$  тарту

күшімен қысылған, ол түйісудің қымтаулылығын қамтамасыз етеді. Тарту күші белгілі бір сырғумен түйісу қымталылығын, сондай-ақ бұрама қосылысының беріктігін құру үшін таңдалуы тиіс.

$Q_3$  күшімен тартылғаннан кейін және төлкеге ішкі  $P$  жүктемені қолданғаннан кейін бұранға берілетін күшті табу үшін, жоғарғы төлкенің  $P$  күшін салғанға дейін тартудан кейінгі теңгерімін қарау керек (5.20, б-сурет). Бұл жағдайда бұран бастиегінен төлкеге қарай бөлінген күштер әсер етеді, оның теі әрекеті  $Q_3$ -ке тең. Төменгі төлке жағынан да жоғарғы төлкенің тепе-теңдігін қамтамасыз ететін,  $Q_3$  тең әрекетті таратылған контакті күші әсер етеді.

Бұран бастиегі жағынан төлкеге қысымы  $P$  ішкі күшті салғаннан кейін артады (5.20, в-сурет). Бұл қосылған күш  $P$  пропорционалды деп болжайық, яғни  $\alpha P$  ге тең, мұндағы  $\alpha$  – пропорционалдық коэффициенті болып табылады. Бұранды  $\Delta 1$  кейбір шамасына қосымша ұзарту нәтижесінде төлкенің  $Q_3$  күшінен қысу алдын ала деформациясы  $\Delta 1$ -ге қысқарады. Түйісімдегі қысым  $x$  шамасына азаяды және  $Q_3 - x$  тең болады. Нәтижесінде 5.20, в суретінде көрсетілген  $P$  күші қолданылғаннан кейін жоғарғы төлкеге күш әсер ететін болады. Себебі төлке тепе-теңдік күйінде болады, барлық күштердің проекциясындағы сома тік осьте нөлге тең болуы тиіс, яғни



$$P + (Q_3 - x)(Q_3 + \alpha P) = 0 \quad (5.8)$$

Бұл жағдайда екі белгісізі ( $\alpha$  және  $x$ ) бар бір тепе-теңдік теңдеуі болады, яғни тапсырма бірге тең анықталмаған дәрежеде анықталмаған статикалық болып табылады. Алдыңғы теңдеуден:

5.20-сурет. Күшті тартылған бұран қосылысына тарату талдауының схемасы (а—в) (түсініктемелер мәтінде келтірілген)

$$x = (1 - \alpha)P. \quad (5.9)$$

Статикалық анықталмаған мәселені шешу үшін жүйенің элементтерінің бірлескен деформациясының теңдеулерін қалыптастыру қажет, олардың саны статикалық анықталмаған дәрежесіне тең. Бұл жағдайда бірлескен деформациясы үшін бір шарт болады:

$$\Delta l = \Delta l_{\sigma} = \Delta l_{\alpha}, \quad (5.10)$$

мұнда  $\Delta l_{\sigma} = \alpha P$  күшімен туындаған бұранды қосымша ұзарту, ол сыртқы  $P$  жүктемені қолданғаннан кейін бұранға берілетін күш;  $\Delta l_{\alpha}$  — бұл  $x = (1 - \alpha)P$  шамасына қысу күші азайғаннан кейін қосылатын бөлшектердің қысылу деформациясын төмендету.

Сонымен, бұранды созатын күштің ішкі  $P$  жүктемесін қолданғаннан кейін ол  $Q_3 + \alpha P$  тең болады және бұран  $\Delta l_{\sigma} = \Delta l$  шамасына қосымша ұзарады.

Қосылатын бөлшектер бұранды тартқаннан кейін  $Q_3$  күшімен қысылған болады және қысу деформациясына ұшырайды.  $P$  күшін салғаннан кейін олардың қысу күші  $Q_3 - (1 - \alpha)P$  тең болады, ал қысу деформациясы  $\Delta l_{\sigma} = \Delta l$  шамасына кішірейеді.

Үйлесімділік шарты (5.10) Гук заңы негізінде шешілуі мүмкін, соған сәйкес  $P$  созылу күшінен цилиндрлік бұран сырығының  $\Delta l$  ұзаруына сәйкес формуласы бойынша есептеледі

$$\Delta l = Pl / (EF) \text{ или } \Delta l = P\xi, \quad (5.11)$$

мұндағы  $\xi = 1/(EF)$  — бұран сырығының икемділігі, мм/Н;  $l$  — сырық ұзындығы, мм;  $F$  — сырықтың көлденең қимасының аумағы, мм<sup>2</sup>;  $E$  сырық материалының икемділік модулі.

Сонымен  $\Delta l_{\sigma} = \alpha P \xi_{\sigma}$  бұраны үшін;  $\Delta l_{\alpha} = (1 - \alpha)P \xi_{\alpha}$  қосылатын бөлшектер үшін және сыйысымдылық дәрежесінен (5.10):  $\alpha P \xi_{\sigma} = (1 - \alpha)P \xi_{\alpha}$ .

Осыдан пропорционалдылық коэффициентін анықтауға болады:

$$\alpha = \xi_{\alpha} / (\xi_{\sigma} + \xi_{\alpha}). \quad (5.12)$$

$\alpha$  пропорционалдылық коэффициенті бұранды созатын күшті ұлғайтуға жұмсалатын сыртқы жүктеменің сол бөлігін анықтайды. (5.12) теңдеуінен,  $\alpha$  жүктеменің шамасына байланысты емес екенін, бірақ геометриялық өлшемдермен және түйіннің конструкциясымен, сондай-ақ бұранның және біріктірілетін бөлшектердің серпімді модулімен анықталады, бұл өз кезегінде сәйкестік мәндерін  $\xi_{\alpha}$  және  $\xi_{\sigma}$  анықтайды.

Қима бойымен тұрақты  $\xi_{\sigma}$  бұранның сәйкестігі төмендегі формуламен анықталады

$$\xi_{\sigma} = 1/(EF), \quad (5.13)$$

мұнда  $l = l_0 + H/2$ ;  $H$  —гайка биіктігі, мм;  $l_0$  — гайка ұшы мен бұран бастиегінің ұшына дейінгі қашықтық, мм.

$H/2$  қосындысы бұран сәйкестігін ескереді. Егер бұран  $n$  ретінің ұзындығы бойынша  $l_i$  ұзындықты бөлікті және  $F_i$  аумағын иеленсе, онда бұл  $\xi_i$  сәйкестік жағдайында оның жеке бөліктері қорытындалады:

$$\xi_{\sigma} = \sum_{i=1}^n [l_i / (EF_i)]. \quad (5.14)$$

Қарапайым жағдайда (5.20 суретін қараңыз) қосылатын бөлшектердің сәйкестігі беріктіктің біркелкі модульдері кезінде аналогты формула бойынша анықталады:  $\xi_d = 1/(E_d F_d)$ . Күрделі құрылыстарда бөлшектердің сәйкестілігі жақын формулалармен анықталады, олар соңғы элементтер әдістерін қолданумен эмпирикалық формулалар немесе сандық есептер бойынша қысым конусы бөлшектерін алмастыру нәтижесінде алынады.

$$\alpha = \sum_{i=1}^n \xi_i / \left( \sum_{i=1}^n \xi_i \right), \quad (5.15)$$

мұнда  $j$  — ішкі күшті салған кезде жүктеменің артуына ұшырайтын қосылыстар бөлшектерінің саны;  $n - j$  — ішкі күшті салған кезде жүктеменің кемуіне ұшырайтын төсемелер бөлшектерінің саны;  $n$  — қосылатын бөлшектердің жалпы саны.

Ауыспалы кернеулердің амплитудасын азайту үшін  $\alpha$  коэффициентін кеміту қажет, себебі, мысалы,  $P$  (0-ден  $P$ -ға дейін) ішкі алынатын күштің пульсирленетін цикл өзгерісі кезінде  $P_{\max} = Q_3 + \alpha P$  циклындағы максималды күш,  $P_{\min} = Q_3$  минималды күш,  $P_a = (P_{\max} + P_{\min})/2 = (\alpha P)/2$  жүктеме амплитудасы. Алайда, сонымен қатар түйісулердің қымтаулылығын да қамтамасыз ету қажет. Қымтаулылық шартын келесі түрде жазуға болады

$$[P_c = Q_3 - (1 - \alpha)P] > 0 \text{ или } Q_3 > (1 - \alpha)P, \quad (5.16)$$

мұнда  $P_c$  —  $P$  күш салғаннан кейін түйісудегі қысым.

Әдетте,  $K_3$  тарту коэффициентімен анықталатын кейбір қор енгізіледі:

тарту коэффициентін шегінде таңдайды. 
$$Q_3 = K_3(1 - \alpha)P. \quad (5.17)$$

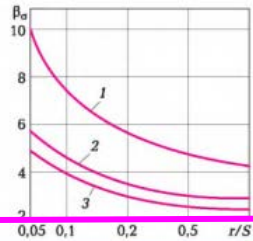
Өрнекке сәйкес (5.15),  $\alpha$  коэффициентінің азаюын төсемеінің бөлшектер сәйкестігін төмендету немесе доминатордағы сомаға кіретін бұран жүйесіндегі бөлшектер сәйкестігін арттыру арқылы қамтамасыз етілуі мүмкін. Әдетте,  $\alpha = 0,2,0,3$ .

Бұрама орамалары бойынша созылған бұрамалы қосылыстарда күш біркелкі таратылмаған, сонымен қатар, бұраманың ойымдарының түбіндегі шағын дөңгелектенген радиустардың себебінен кернеудің концентрациясы жоғары болып табылады. Стандартты түрдегі бұранның гайкамен қосылысында соңғысы қысу үшін жұмыс істейді (5.21, а-сурет). Гайка ұшында орналасқан бірінші бұрама орамында жүктеме жалпы салмағының 30% -нан астамын құрайтын максималды жүктеме болады. Сонымен қатар, гайкалардың бос шетіндегі бұрама орамалары аз жүктелген. Мысалы, егер гайка биіктігімен 10 бұрама орамасы болса, онда жүктеменің біркелкі таралуы кезінде олардың әрқайсысы  $0,1P_6$  болуы керек, мұнда  $P_6$ - бұрандағы осьтік жүктеме. Тегіс емес болғандықтан, бірінші орамаға шамамен 0,3  $P_6$  болады, яғни жүктеменің шоғырлану коэффициенті  $\beta_H = 0,3$ , бұл қосылыстың шаршау кедергісін айтарлықтай төмендеуіне әкеледі. Сонымен қатар, бұрама ойығының төменгі бөлігінде кернеулердің жоғары концентрациясы қалыптасады. Бұл қосылыстың шаршау кедергісінде қосымша айтарлықтай төмендеуіне әкеледі.

5.21-сурет. Күшті бұрама орамасы бойынша тарату:

**5.22-сурет. Бұрамалық қосылыстар үшін  $\beta_{\sigma}$  концентрацияның теориялық коэффициенті:**

1 — бірінші жұмысшы орамның ойысында (гайкамен байланыста орналасады); 2 — бос бұраманың ойысында; 3 — бұран бастигінде



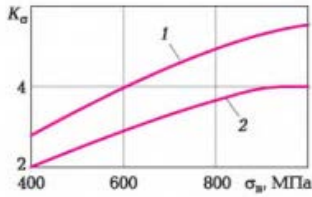
5.22 суретінде  $\beta_{\sigma}$  кернеуінің теориялық шоғырлану коэффициенттерінің  $S$  бұрамасының қадамында ойыс түбіндегі  $r$  дөңгелектену радиустары қатынасына тәуелділігін көрсетеді. Гайкамен байланыста болатын бірінші жұмысшы бұрама орамасының  $\beta_{\sigma}$  кернеу шоғырлануы орам бойынша күштердің біркелкі бөлінбеуіне байланысты жоғары және 4-диапазонында өзгереді (қисық 1). Гайкамен байланыста болмайтын бұран бұрамасының бос бөлігінде  $\beta_{\sigma}$  шамасы 2,5...5 (қисық 2) аралығында өзгереді.

Күштердің орамалары бойынша біркелкі таратылмауы салдарынан стандартты конструкциялардың бұрамалы қосылыстары алғашқы жұмыс орамасының  $\beta_{\sigma} \approx 4.10$  ойысында өте маңызды концентрациямен сипатталады, бірақ оны гайка құрылысын өзгерту арқылы азайтуға болады. Осылайша, созылуда жұмыс істейтін гайканы қолданғанда (5.21, в суретті қараңыз), орамдағы жүктеме біркелкірек таратылады. Бұл схеманы іске асырудағы үшін құрылымдық нұсқалар, сондай-ақ нәтижелі  $K_{\sigma}$  коэффициентімен сипатталатын сындарлы беріктендіру арқасында төзімділік шегін арттыру 5.23 суретте көрсетілген.

**5.23-сурет. Орам бойынша жүктемені біркелкірек таратумен бірге гайканың құрылымы:**

а —  $K_{\sigma} = 1,6$ ; б —  $K_{\sigma} = 1,65$ ; в —  $K_{\sigma} = 1,4$ ; г —  $K_{\sigma} = 1,2$





5.24-сурет. Сығуды созу кезіндегі созылған бұран қосылыстары үшін К коэффициенттерінің мағынасы:

1 — метрикалық бұрама; 2 — дюймдікбұрама

А және В нұсқалары күшейтілген бұран қосылыстың төзімділігін 60 ... 65% -ға арттырады.  $K_{\sigma}$  коэффициенттері бұранды созылған қосылыстар үшін стандартты түрде 5.24 суретінде көрсетілген.

Созылған бұрамалы қосылыстардың кернеулерінің шектік амплитудасы көптеген құрылыстық және технологиялық факторларға байланысты: бұрама ойысындағы дөңгелектенген радиус; бұрама профилінің бұрышы; саңылау шамасы; гайка материалы, биіктігі, және құрылымы; бұраманың дайындалу әдісі және нығайтылуы және т.б. Осылайша, 0...0,4 аралықта  $r/S$  арақатынасының артуы 45-тен 90 МПа-ға дейін шектеу амплитудасының өсуіне алып келеді (М10 x 0,75 бұрама, 38ХА болат). Бұрама профилінің бұрышы айтарлықтай әсер етеді.

Бұран бастиегінің жанында кернеу концентрациясын төмендету үшін олардың жақсартылған конструкцияларын қолдануға болады (5.25-сурет).

Егер түйіндер және агрегаттарды жөндеу барысында диаметрлері азайтылған бұрандар мен ақаларды талап ететін құрылымдық өзгерістер енгізілсе, онда екі жақты контуры бар құрылғылар (РК-3, мұндағы 3-профиль бетінің саны) пайдаланылуы мүмкін.

5.25-сурет. Кернеудің азайтылған концентрациясымен бұран бастиектерінің құрылымы

Сығу кезінде бұран денесі  $F_0$  ось күшімен созылады. Бұраманың ішкі  $d_0$  диаметрі бойынша  $\tau_0$  қимасындағы қалыпты созылушы кернеулер

$$\sigma_0 = 4F_0 / (\pi d_1) = P_k L_k / (R_k d_H \pi d_b), \quad (5.18)$$

мұнда  $d_1$ —РК-3 профилінің диаметрі, мм;  $P_k$  — кілт тұтқасындағы күш, Н;  $L_k$  — кілт иініндегі ұзындық, мм;  $R_k$  — бұран бетінің жағдайына (жабын түрі) байланысты коэффициент, гайкалар мен тығындар;  $d_H$ — бұраманың сыртқы диаметрі, мм;  $d_b$ — бұраманың сыртқы диаметрі, мм.

Бұран және гайканың бұрама орамаларындағы түйіндердегі үйкелістің себебінен, сондай-ақ бұран (ақа) денесінің бұрамасын  $M_{кр}$  айналмалы сәтпен көтеру.  $d_b$  бұрамасының ішкі диаметрі бойынша көлденең қимадағы ең үлкен жанамалық кернеу:

$$\tau_0 = M_{кр} / (0,2 d_b). \quad (5.19)$$

$\tau_0$  шамасы  $(0,3 \dots 0,5)\sigma_0$  құрайды. Берілген (эквивалентті) кернеу формула бойынша анықталады

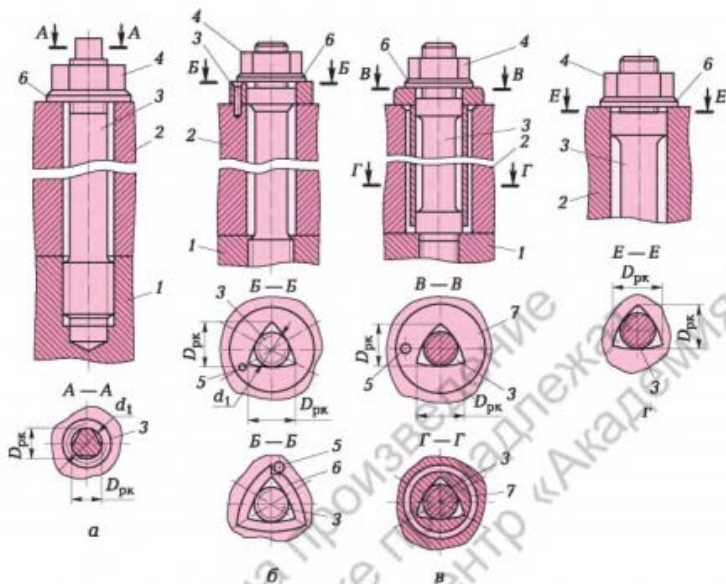
$$\sigma_{экрв} = \sqrt{s_0 + 3\tau_0} \approx (1,1 \dots 1,3)\sigma_0. \quad (5.20)$$

Бұрандалардың (ақалардың) бұралуын болдырмау үшін  $\sigma_{экрв} < 0,8\sigma_T$  шарты сақталынуы тиіс, мұнда  $\sigma_T$  — бұран материалының ағымдық шегі.

Бұран диаметрін (ақа) азайтқан кезде, оның сырғысын  $M_{кр}$  айналу сәтінен босатуға тура келеді, өйткені сығу кернеуі  $\sigma_0$  бұрандардың уақытша (ақа) қарсыласуынан алып келуі мүмкін. Бұған жол бермеу үшін бұрамалы қосылымдарды түсірудің әр түрлі жобалау әдістері қолданылады. РК-профильді құрылғыларын пайдалану ұтымды болып табылады.

1 және 2-бөліктердің бұрамалы қосылыстарында (5.26, а-сурет) ақа ұшындағы 3 ақа және 4 гайка арқылы РК-3 профильдік қадам ( $D_{рк}$  — профиль диаметрі) шпиндельдің көмегімен сипатталған шеңбердің диаметрі  $d_1 = d_b - (0,1 \dots 0,2)$  мм. Бұл саты гайканы бұраған кезде РК-3 профильді саңылау кілтімен ұстап тұру үшін қолданылады, осылайша  $M_{кр}$  әрекетін компенсациялайды.

Ақаны бұралудан қорғайтын құрылғы (5.26, б-сурет) РК-3 профильді саңылау бойынша РК-3-профильді сатысымен тығыннан тұрады, сондай-ақ, 3 тығыны мен 5 сұққышында орындалған тығынды бұрылудан қорғайды. Бұл жағдайда РК-3-профильінің жазылған шеңберінің диаметрі  $d_1 = d_b + (0,1 \dots 0,2)$  мм құрайды.



**5.26-сурет. Айналмалы сәт әрекетінен бұрама қосылыстарын тарататын РК-3-профильді құрылғылар:**

а — РК-3-профильді сатысымен бірге ақа; б — құрылғымен бұрылуынан сақтайтын сақтандырғышы бар ақа; в — бұрылуынан сақтайтын құрылғысы бар ақажәне РК- 3-профильді саңылау; г — РК-3-профильді қадамдар мен саңылаулармен ұштасқан ақа; 1 және 2 — бөлшектер; 3 — ақа (бұран); 4 — гайка; 5 және 6 — сұққыштар; 6 — тығын; 7 — төлке

6 тығын дөңгелек, профильді немесе басқа құрылымдық орындаумен болуы мүмкін.

Осындай құрылғы (5.26 суретті қараңыз) дөңгелек сыртқы беткі қабатымен 7 төлкені және 3 ақаның РК -3-профильдің екі қадамына сәйкес келетін РК -3 профильді саңылауды камтиды. РК-3 профилінің диаметрі  $d_1 = d_b + (0,1 \dots 0,2)$  мм. 7 төлке 2-бөлшегіне қатысты 8 сұққышпен бекітіледі. 3 ақаның бұралуын РК-3-сатының 3 ақа ұшында жасалған 2-бөліктің РК-3-профильдің саңылауымен жасалған тікелей байланысы арқылы алдын алуға болады (5.26, г-сурет).

Қарастырылған конструкцияларда гайдан 4 кілт алып тасталғаннан кейін, ақаның (бұранды) 3 сырғысы гайка ұшындағы үйкеліс күштерінің әрекеті салдарынан бұралған болады. Циклдік жүктемелердің бұрамалық қосылыстарының жұмысы кезінде әсер

етсе, қатысты кернеулер біртіндеп жоғалады.

Іс жүзінде шекті және динамометриялық кілтті қолданумен күштерді күшейту ең таралған тәсіл болып табылады.

Тартуды күшейту күшінің дәлдігі бойынша ең үлкен әсер бұрамалы байланысты және гайканың ұшы бетіндегі үйкеліс коэффициенті бар. Оның мәні үйкелісетін элементтердің беткі сапасымен, бұрама дәлдігінің класы, майлайтын материал және басқа да факторлармен анықталады. Осы факторлардың жиынтық әсеріне байланысты, үйкеліс коэффициенті кең аралықта өзгеріп отыруы мүмкін: 0,2...0,4 — бұрама үшін, 0,08...0,12 — гайка ұшының беті үшін. Мұндай жағдайда шекті және динамометриялық кілттер тарту күшінің дәлдігін қамтамасыз етпейді.

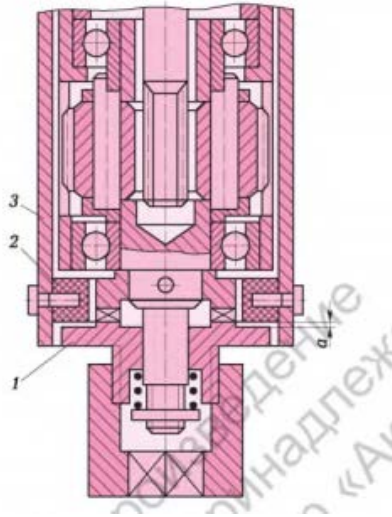
Бұрамалы қосылыс тартуын бұранды микрометр немесе индикатор ұзарту өлшемдері арқылы бақылауға болады. Микрометр көмегімен қосылыстың тартылғанға дейін және бұрама бөлшектің ұзындығын өлшейді: бұран (ақа) ұзартылуы арнайы саңылауда орындалған бұрандада орнатылған бақылау сұққыштың көмегімен өлшенеді.

Жөндеу өндірісінің әр түрлі гайка және іштей бұрғыланатын станоктар мен құрылғылармен (электрлі және пневматикалық жетектермен) жаюдықтау еңбек өнімділігін, сонымен қатар бұрама қосылыстарды тартудағы дәлдікті айтарлықтай арттыру (2-3 есеге) үшін мүмкіндік береді.

Соққы импульсінің муфталарға бар гайкалы бұрандалар айналмалы сәтті жартылай муфтаға хабарландырылатын соққы импульстары арқылы жібереді. Мұндай гайкалы бұрандалардың жұмысы кезінде іс жүзінде ешқандай реактивті сәт жоқ. Бұл үлкен мөлшердегі бұрандалы қосылыстарды жөндеуден кейін қолдануға арналған.

Шекті муфталарды (5.27-сурет) гайкалы бұрандаларда қолдану бұрамалы қосылысты тартуды беюілген күшпен жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Шекті муфта жұдырықшалы болып табылады, 1 жартылай муфталардың бірі якорь болып қызмет атқарады. 3 Гайкалы бұрандалардың корпусында 3 индуктивті датчик орнатылған. Датчик және якорь арасындағы саңылау шаманы корпусының ойығында бұру арқылы реттейді. Алдын ала орнатылған айналу сәтіне жеткеннен кейін жұдырықшалы муфтаның жартылай муфтасы осьтік жылжуды алады және а саңылауы ұлғаяды. Бұл жағдайда индуктивті датчик дабылды гайкалы бұранданы тоқтату үшін өңдейді.

Электрлімен бірге бар 12.16 мм диаметрлі бұрама қосылыстарын қатайту үшін аз габариттік өлшемдері мен салмағы бар пневматикалық гайка бұрандалар қолданылады, алайда олардың ПӘК төмен болады.

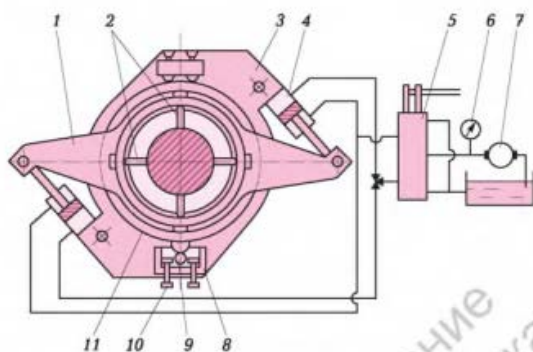


### 5.27-сурет. Гайкалы бұранданың шекті муфтасы:

1 — жартылай муфта; 2 — индуктивті датчик; 3 — корпус, а — датчик және якорь арасындағы саңылау

Дөңгелек гайкаларды тарту үшін арнайы құрылғы (5,28-сурет) жылжымалы 3 ұстаушыдан және 1 екі гидравликалық цилиндрлер 4 орнатылған қозғалысыз траверстерден тұрады. Құрылғы бұралған және алдын-ала қатайтылған 11 гайкаға орнатылады және 2 винттерімен орталықтандырылады. Тісті тіректің беті 8 (9 - тірек осі) бұранда 3 құрсамаға орнатылады, гайкаға 11 орнықтырылып және 10 винтпен бекітіледі. 20 МПа май қысымы 4 цилиндрдің шұңқыр қуысына 7 сорғы станциясынан беріледі. Соның нәтижесінде құрсама бұрылады. Сол кезде 8 тіректер ось айналасына бұрылып және 11 гайканы 3 құрсама айналысы бағытына қарама қарсы бағытта айналдырады. Гайканы қатайту күші манометр 6 бойынша басқарылады. Қатайтқаннан кейін цилиндр штогы реттығын 5 үлестіргіші арқылы түпнұсқалық күйге қайтады. Ол кезде 3 құрсамалар бұрылып және 8 тіректер босатылады.

Ақаулардың айтарлықтай санын орнату кезінде электрлік, пневматикалық немесе механикаландырылған қол аспаптары қолданылады (5.29-сурет). Ақаға ауыспалы гайка 1 бекітіледі.



**5.28-сурет. Дөңгелек гайкаларды қатайтуға арналған құрылғылар:**

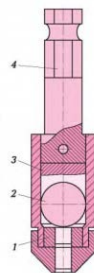
*I* — траверс; 2 және 10 — винттер; 3 — құрсама; 4 — гидроцилиндр; 5 — реттығынүлестіргіш; 6 — манометр; 7 — сорғы станциясы; 8 — тірек; 9 — тірек осі;

*II* — гайка

Гайкаға ақа бұрағыш 2 шаржанасып тұратындай етіп орналастырылады. Ақаны бұрау кезінде 2 шар 3 өкшелікке тірекке дейін жоғары көтеріледі және онымен байланыстырған кезде ол сырғып кете бастайды. Бұл жағдайда ақа бұрағыштың кері әрекеті орындалады. 4 табан ақа бұрағышты айналмалы сәтті құрайтын электр немесе пневматикалық механизммен байланыстыру үшін арналған. Ақа бұрағыштың табанында алты қырдың болуыақаның қолмен бұралуына мүмкіндік береді.

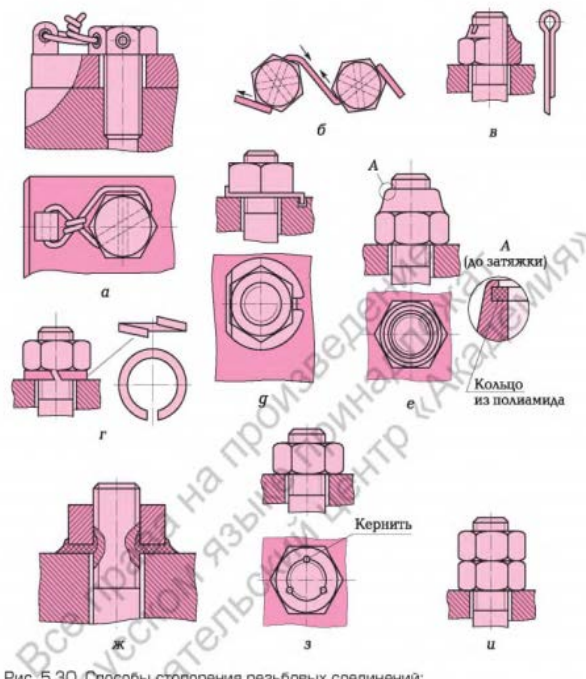
Бұрандалы қосылыстардың жөндеу жұмыстарынан кейінгі беріктігі мен сенімділігі олардың элементтерінің өзін-өзі азайтуға кедергі келтіретін дұрыс құлыптауына байланысты. Токтатудың келесі әдістері жиі қолданылады (5.30-сурет):

бұран және гайканың салыстырмалы орналасуының өзара реттелуі (сыммен, сіргелеумен, серіппелі және деформацияланған тығынмен)



**5.29. Сурет. Ақаларды бұрауға арналған құрал:**

1-гайка; 2 — шар; 3 — өкшелік; 4 — табан



Вис. 5.30. Әр түрлі тартылып қалатын бұрама тартқыштардың бекіту әдістері.

### 5.30-сурет. Бұрамалы қосылыстарды тоқтату әдістері:

а және б — сымды; в — сірге; г — гроверлі тығын; д — арнайы тығынмен; е — кейіннен баспақтау орындалатын полиамидтан жасалған сақина; ж — полиамидтан жасалған тығын; з — бәдіздеу; и — кідіртпесомын

- жершілікті пластикалық деформация (бәдіздеу және жаншу);
- радиалды немесе осьтік қысым арқылы қосымша үйкеліс күшін құру (винт, кідіртпесомын және өздігінен тоқтатылатын гайка).

Кейбір жағдайларда жанша гайкалар буылтықпен бірге қолданылады, олар бекітуден кейін гайканың бұрамады бөлшегі металлы бұран бұрамасын тығыз қамтуы үшін арнайы кілтпен жаншиды.

Сондай-ақ анаэробты желімдерді қолдану арқылы бұрандалы қосылыстарды тоқтату және тығыздау әдістері қолданылады. Арнайы сұйықтығы бар шағын капсула бұрамаға орнатылған. Бұрамалы бөлшектерді бұрап алу барысында ол бұзылады, ал одан ағатын сұйықтық атмосферамен байланысқан кезде желімге айналады (ол 18 ... 20 ° C-та қатады), бұл бұрама бөліктердің берік байланысын қамтамасыз етеді. Желім сондай-ақ, қосылысты коррозиядан қорғау үшін қамтамасыз етеді. Жөндеу кезінде мұндай қосылуларды бөлшектеу әдеттегі жолмен жүзеге асырылады. Бөлшектер бөлшектелгеннен кейін жойылмайды және оларды қайтадан пайдалануға болады.

### **5.3. ШПИНДЕЛЬДІК ТҮЙІНДЕРДІҢ КІЛТЕКТІК ҚОСЫЛЫСТАРЫНЫҢ БӨЛШЕКТЕРІН ЖӨНДЕУ**

Кілтек қосылыстар айналмалы сәтті білікшеден жөнделген бөлшектердің тісті сақинаның күшшегіне, тегершікке, төлкеге және сондай сияқты басқаларына беру үшін қорабына, тіреуішке, бұтақшаға және басқа да ұқсас бөліктерге, және керісінше, осы бөліктерден білікке беру үшін пайдаланылады. Қосушыбөлшек кілтек болып табылады. Кілтектер сонымен қатар білікте бөлшектерді осьтік позицияда бекітеді. Кілтекрдің негізгі түрлері және олардың өлшемдері стандартталған. Кілтек қосылыстары (5.31-сурет) қарапайым, оңай құрастырылған, бөлшектелген және жөнделетін болып сипатталады. Олардың негізгі кемшілігі бөлшектердің кілтекті қималарының болуы салдарынан әлсіздігі және бұру кезіндегі қаттылығының азаюы болып табылады. Бұл жиі бірлескен бөлшектердің бұзылуына әкеледі. Кілтектер мен кілтекті ойықтардың қимасы түйісетін бөлшектерде біліктің диаметрлі өлшеміне және түйісудің сипатына байланысты таңдалады.

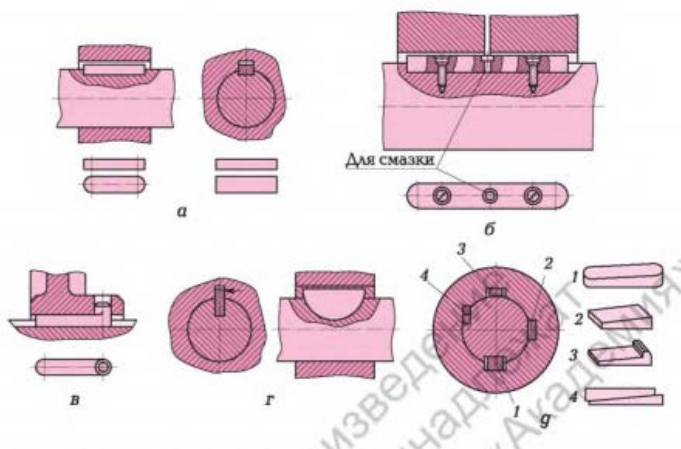
Қолдану жағдайларына сәйкес, кілтек қосылыстар кернеулі қосылыстарға бөлінеді, онда сыртқы күштер мен сәттер болмаған кезде алдын-ала қатандату және кернеулі еместіктен туындайтын ішкі серпімді күштер үздіксіз жұмыс істейді. Соңғылары үшін бүйірлік қырлармен жұмыс істейтін призмалық және сегменттелген кілтектер қолданылады.

**Призмалық кілтектер** (5.31, а суретті қараңыз) қарапайым, дөңгеленген немесе жалпақ биік ұштармен жасалады. Олар білікті күшпен қозғалыссыз қосылуы үшін қызмет етеді.

**Бағыттаушы кілтектер** (5.31, б-сурет) білікше бойымен күшпен қозғалуы тиіс кезде қолданылады. Бұл кілтектер біліктерге бұрандалармен бекітіледі.

**Сырғымалы кілтектер** (5.31, с-сурет) білік бойымен күшпен бірге қозғалады. Бұл білік бойымен күштің айтарлықтай жылжытылуын қамтамасыз ету керек болған





**5.31-сурет. Кілтектердің конструкциясы:**

а — призматикалық; б — бағыттаушы; в — сырғушы; г — сегментті; д — сыналы: 1 — ойылған; 2 — қасқалшада; 3 — фрикционды; 4 — тангенциалды (Для смазки - Майлау үшін)

кезде кілтектер бағыттаушы кілтектердің орнына пайдаланылады (5.31, б суретті қараңыз). Кілтектің сырғуы цилиндрлік шығыңқының көмегімен күпшекке бекітіледі.

**Сегменттелген кілтектер** (5.31, г-сурет) тек кішкене айналмалы сәттерді беру үшін ғана қолданылады. Қажет болған жағдайда біліктің ұзындығы бойымен екі, кейде осындай үш кілтек орнатылуы мүмкін. Сегменттелген кілтектердің артықшылығы - оларды өздігінен жеңіл жасалуы, сондай-ақ оларда ойықтардың болуы, ал енді кемшіліктері - олардың беріктігін азайтатын біліктерде терең ойықтарды жасау қажеттілігі.

**Сыналы кілтектер** 1: 100 (сурет 5.31, d) көлбеуімен кілттерді білікпен және төлкемен тығыз бекітілген қосылымдарды байланыстырады. Бұл топқа кілтектердің төрт түрі кіреді: ойылған, қасқалша, үйкеліс және тангенстік.

**Ойылған кілтектер** тік бұрышты көлденең қимасы бар. Бұл кілтектер білік пен күпшекте орындалған ойықтарға орнатылады. Ойылған кілтектер айналмалы сәттің шамасына қарай маңызды сәттердің сенімді қосылуын және берілуін қамтамасыз етеді, бірақ ойық біліктің беріктігін 6 ... 10% -ға азайтады.

**Қасқалшадағы кілтектер** білікке жасалған арнайы платформада орнатылады. Қасқалша біліктің беріктігін аздап әлсіретеді. Дегенмен, мұндай кілтектер ойықтарға қарағанда бөлшектегі білекпен нашар қосады.

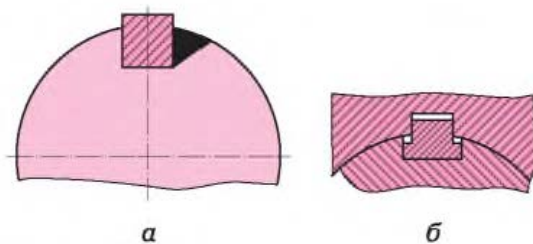
**Үйкелісті кілтектер** білік диаметріне сәйкес келетін тірек бетінде сфералық ойыққа ие болады. Мұндай кілтектерді пайдаланған кезде біліктің беріктігі төмендемейді. Дегенмен, бұл кілтектер маңызды шамалардың айналмалы сәттерін жібере алмайды, сондықтан олар негізінен аспаптарды жасауда қолданылады.

**Тангенциалды кілтектер** екі сынадан тұрады, олар бір-біріне өздерінің құрастырушысының бойымен біліктің ойығында орнатылады. Мұндай кілтектер айналмалы сәтті бір бағытта ғана беруді қамтамасыз ете алады. Кері қимылдау қажет болған жағдайда айналмалы сәттің шамасы бойынша маңыздыларды беретін, бірақ біліктің беріктігін азайтатын бұрышы 120 градус болатын екі кілтек пайдаланылады.

Призматикалық кілтектер айналмалы сәтті бүйірлік қырларға береді, осылайша олар ойықтың екі жағында кепілді тартумен бірге басылады. Бағыттаушы (призмалық) кілтектер айтарлықтай бос орынға орнатылады. Сыналы кілтектер түйісетін бөлшектердің арасында басылады. Осындай кілтектерді орнатудың қиындықтары, бұл бөлшектердің білігіне бекітілген ойықтың бұрылу бұрышы кілтектің бейімдеу бұрышымен сәйкес келуі керек. Сәйкестендіру «бояуға» сынағымен бірге аралау және қырғыштаумен орындалады.

Эксплуатация процесінде динамикалық жүктемелердің әсерінен кілтекті қосылыстардың бөліктері тозады. Жүктемелердің дұрыс таратылуының бұзылуының негізгі себептерінің бірі және кілтектің жаншылу себебі – бұл қосылыстағы саңылаудың артуы болып табылады. Білектегі кілтекті ойықтың дұрыс орналаспауы жаншудың себебі болады. Ойықтар осьтерінің қиғаштығы біліктегі алынатын бөлшектердің қиғаштығын және қосылған бөлшектердің тозуына әкеледі.

Кілтекті ойықтарды қалпына келтіру үшін әр түрлі әдістер қолданылады. Айтарлықтай тозу кезінде кілтекті ойықтар ары қарай үйкеліспен бірге қырларды балқыту арқылы түзетіледі (5.32, а-сурет). Осы өңдеу кезінде стандарт бойынша реттелетін ойықтың өлшемдерін сақтау керек. Кілтекті қосылыстардың бөлшектерін жөндеу үшін вибро-доғалық балқыту қолданылуы мүмкін, оның негізгі артықшылығы бөлшектерді қыздыру температурасының төмендігі (90 ... 100 ° C жоғары емес) болып табылады. Мұндай қыздыру жөнделетін бөлшектердің іргелес жатқан қатайған бөліктердің деформациялануын және беріктігінің төмендеуін тудырмайды.



**5.32-сурет. Кілтекті ойықтарды жөндеу:**

а — қырларды балқыту; б — баспалдақты кілтекті орнату

Қалыңдығы 4 мм болатын металл қабатын құрастыруға болады. Балқыту процесінде электродқа 50... 100 Гц жиілігі бар тербеліс және 4 мм-ге дейін амплитуда хабарландырылады, ал доға аймағына салқындату сұйықтығы (5% кальцийленген сода ерітіндісі) беріледі. Ол доғаның жылу әсерін жөндеу бөлшегіне азайтады және негіздің және балқытылған металдың салқындату жылдамдығын арттырады. Бұл кезде деформация азайтылып және бөлшектің жөнделетін бөліктерімен іргелес өздігінен босатылатын әсер жұмсарады. Салқындату сұйықтығы, сондай-ақ оттегі және азоттың зиянды әсерінен балқытылған металды қорғау ретінде қызмет етеді.

Кілтекті қосылыстардың бөлшектерін жөндеу жонғыш станокта жүзеге асырылады, оның құралкүймешігіне бойлық немесе көлденең арнаны алатын вибрациалы бастиек орнатылады (5.33-сурет). Электр тогы барабан роликтері арқылы берілетін электродқа және жөндеу бөлшегіне жеткізіледі. Бөлшек орталықта немесе патронда бекітіледі. Электрод вибрациясы нәтижесінде, серіппелі-электромагнит арқылы тұйықталу орындалып және бөлшек бетімен электрод контактісінің аймағында электр тізбегінің ажыратылуы орын алады. Жоғары ток тығыздығына байланысты ( $400 \text{ A} / \text{мм}^2$  дейін) электрод бөлшек аймағының контактісіне тиіп жатқан кезде балқиды, ал электрод бөлшектің бетінде балқытылған металдың бір бөлігін қалдырады. Процесс дірілдің берілген жиілігімен қайталаынады. Балқыту кезінде электрод вибрациясы негізгі металдың тереңдігін азайтады және балқытылған электродтың коэффициентін арттырады. Соның нәтижесінде металдық шығындар және электр энергиясын тұтыну азаяды. Вибро-доғалы балқыма процессінде жөнделетін бөлшектер магниттеледі, сондықтан оларды қалпына келтіргеннен кейін оларды демагнетизациялау керек. Дірілдердің арқасында балқыту процесі төмен кернеумен (12...18 В) жүргізілуі мүмкін. Дайындауға арналған электродты сымның бұрышы  $15...30^\circ$  құрайды. Электродтың берілу жылдамдығы 1,65 м / мин аспауы тиіс, ал тұндыру жылдамдығы - 0,5...0,65 м / мин.

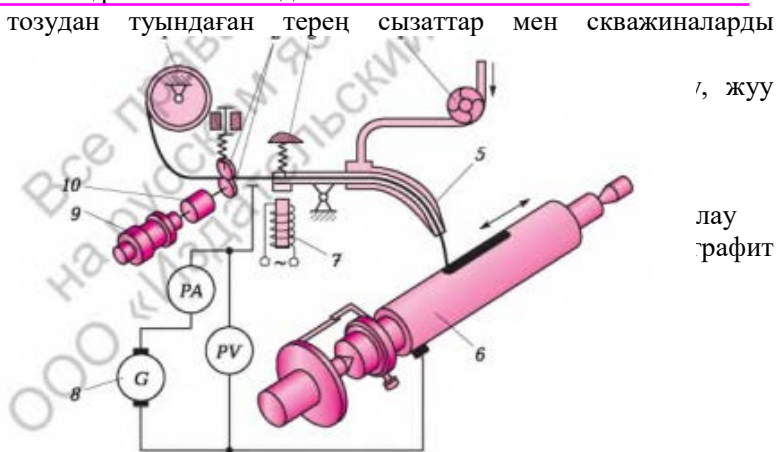
Балқытылған қабаттың құрылымы мен қаттылығы электродтық сымның химиялық құрамына және салқындатқыш сұйықтықтың мөлшеріне байланысты болады. Нп-80 маркалысымен балқыту кезінде қаптастыру кезде (0,75 көміртегі мазмұнмен ... 0,85%) моншақ жоғары қаттылық үшін салқындату сұйықтарын шыңдалған және ішінара босатылған. Бұл жағдайда мартенсит сөндіруден 25,55 HRC<sub>3</sub> қаттылығы бар тропосорбитит шығаратын біркелкі құрылым пайда болады. Төменгі көміртекті сым бренді Св-08 маркасының бетінде, бетінің қаттылығы 14,19 HRC<sub>3</sub> алынады.

Кілттік жолдың тозған бетінің вибро-доға төсенішінің технологиялық реттілігі келесідей:

■ тозудан туындаған терең сызаттар мен скважиналарды меха

және

С;  
немес



5.33-сурет. Діріл доғалық балқыма каптамасының схемасы:

1 — электродты сым бар барабан; 2 — жылжытатын роликтер; 3 — серіппе; 4 — сорғы; 5 — бағыттаушышы; 6 — жөнделетінбелшек; 7 — электромагнит; 8 — генератор; 9 — қозғалтқыш; 10 — бәсеңдеткіш

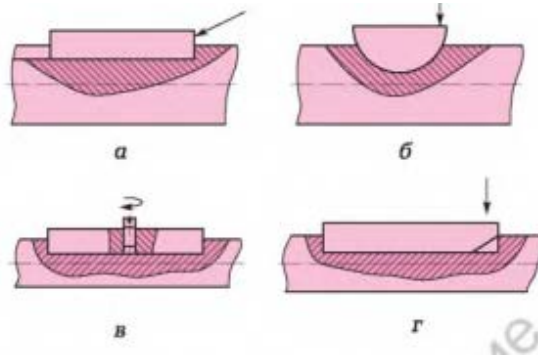
олар бет үстінен балқытылған қалыңдықтан асатын шамамен бетіне шығады. Бұл оларды балқудан кейін оларды оңай алынуына мүмкіндік береді. Балқытуға болмайтын беттер дымқыл асбестмен жабылған.

Кілтекті ойықтарды қалпына келтіру үшін жөндеу түрін қолдануға болады: тозған ойық үйкеліс әсерінен толығымен тозу нәтижесін жойып, арнайы үйкеліс арқылы кеңейтіліп және тереңдетіледі; арнайы қадамдық кілтек жасалады (5.32, б суретін қараңыз). Дегенмен, бұл жөндеу жоғары дәлдік пен байланыс сапасын қамтамасыз етпейді, сондықтан ерекше жағдайларда (техникалық тексерулер мен ағымдағы жөндеу кезінде) қолданылады. Егер бөлшектің сызбасында кілтек ойықтың бекітілген позициясы туралы нұсқаулықтар болмаса, онда қайтадан басқа жерде (көлденең қимада біреуден көп емес) тозғанойығы жоқ оның жасалуына рұқсат беріледі. Жаңа ойық диаметрлі жазықтықтағы соңғы ойыққа параллель, 90-ға; 135 немесе 180 °тең тозған ойық бұрышында орындалады.

Кілтекті қосылыстардың бөлшектерін жөндеу кезінде тозғанілтектер жөндеуден өтпейді, бірақ жаңалары жасалады. Ерекшелерге сыналы кілтектер жатады: олар жұмсақ төсеме арқылы балға соққысы арқылы ойықта биіктік бойынша сыналатындай тығыздалады. Бұған қоса, олар әлсіреген кезде, олардытоктатуға мүмкін болатындай сыналы кілтектерді орнату керек. Кілтектің бастиегімен бөлшек ұшы арасында кілтек биіктігіне тең қашықтық қалуы керек.

Жөндеу кезінде кілтектердіойықтардан алу, әдетте, жұмсақ түйреуіштермен жүзеге асырылады (5.34-сурет). Призматикалық кілтектер зақымдалмай, ойықтардан алынады. Кілтектің ортаңғы бөлігінде винт бұрамасының көмегімен бұрандалы саңылау жасалады. Винт бұралған кезде оның ұшы ойықтың түбіне тіреліп, оның кілтегін шығарады. Сыналы кілтектер арнайы құрылғы арқылы шығарылады, кілтектің басына кигізіліп, сақина немесевинттің көмегімен бекітіледі. Жүктеме сырғы бойымен еркін қозғала алады, оның соңында тірек орналасқан. Жүктеме тірекке соғылған кезде, осьтік күштер туындайды, олкілтектен ойықтың шығарылуын қамтамасыз етеді.

Сыналы кілтектерді алу үшін иінтіректі құралдар қолданылады. Егер төселетін сыналы кілтекке оның бас жағына қарама-қарсы жақтан қол жетімді болса, онда кілтек арнайы құралмен итеріледі. Сыналы кілтектерді шығару кезінде балға және кескішті пайдалануға тыйым салынады. Кілтек пен күпшек бастиектері арасында кескішті кіргізу кілтектің қисаюына, күпшек беті ұшының бұзылуына, ал кейбір жағдайларда біліктің деформациясына себеп болады.



### 5.34-сурет. Кілтектерді ойықтардан алу әдістері:

ажәнеб —призматикалық және сегменттіккілтектерді шығару кезінде сокқы жіберу (көрсеткіштер арқылы сокқы бағыттары көрсетілген); в —винт көмегімен; г — сыналы кілтектерді шығаруға арналған құрылғының көмегімен; д — кілтеkte қиғаштықты орындау арқылы

жөндеуден кейін призматикалық қосылыстары бар кілтектерді жинауды келесі тізбектілікпен орындау қажет:

- Қылауларды алып және кілтектер мен ойықтардың өткір жиектерін алып тастаңыз;
- кілтекті біліктің ойығы бойыншабөлшектің сызбасында көрсетілген тіркемеге сәйкес жүргізіңіз;
- күпшектің кілтекті ойығын сызбада көрсетілген төсемеге сәйкес жүргізу;
- кілтекті біліктің ойығына мыс балғамен, қысқышпен немесе басу арқылы орнатыңыз;
- кілтек пен ойық арасында бүйірліксаңылаудыңболмауынқуыс бұрғы арқылы тексеріңіз;
- кілтек пен күпшек арасындағы радиалды саңылаудың болуын қуыс бұрғы арқылы тексеріңіз (бұл бос орын өлшемі стандартталған).

Призматикалық кілтектердің жөндеу кезіндегішақтау және жинау кезінде арнайы қиғаштықты жасау ұсынылады, ал кері жағында сәйкес таңбалауды орындау ұсынылады. Бұл қаққы пен балға арқылы кілтекті ойықтан шығару мүмкіндігін береді: қаққыны қиғаш жағынан кілтек ұшында белгіленген жеріне тіреп және сол жерді балғамен сокқылайды; осы жағынан кілтектің соңыннегізге тіреп, ал керісінше жағынан жоғары көтереді.

Кілтекті қосылымды келесі тәртіппен орнатыңыз:

■ білік плиталарда орналасқан призмалар бойынша көлденең күйде орнатылады;

■ біліктің ойығының бүйір қабырғалары қиғашталады, сол арқылы оның параллельдігін қамтамасыз етеді (параллелизмнен рұқсат етілген ауытқу ұзындығы 0,01/200 мм аспайды);

■ ойық қабырғаларының параллельдігі индикатормен тексеріледі және оның ені калибрленеді;

■ Кілтекті ойыққа орнатқаннан кейін, оның шығыңқы бөліктерінің биіктігін тексеріңіз;

■ Индикатор көмегімен білікке арналған кілтектердің салыстырмалы жайы бақыланады.

## ҚОРЫТЫНДЫ СҰРАҚТАР

1. Бұрама дегеніміз не және ол қалай қалыптасады?
2. Бұраманың негізгі параметрлері мен элементтері қандай?
3. Бұраманың сүйірленуі дегеніміз не?
4. Бұрама қадамы мен жүрісі арасындағы айырмашылық қандай?
5. Сырғы мен саңылаудағы қиықжиектің мақсаты қандай?
6. Сырғы мен саңылауда бұраманышартты түрде қалай бейнелейді?
7. Суретте бұраманы стандартты емес бейіндегі қалай бейнелейді?
8. Стандартты бұраманың дизайны неден тұрады?
9. Метрикалық, құбырлы, цилиндрлік, трапециалды және тіректі бұрама дегеніміз не?
10. Бұрамалы қосылыстарды жинауға қойылатын талаптар қандай?
11. Бұрамалы қосылыстардың тозуы дегеніміз не?
12. Осыған байланысты стационарлық қосылатын қосылымдарды құрастыру кезінде қаттылық ненің есебімен қамтамасыз етіледі?
13. Бұрамалы қосылымды нығайту кезінде құралдың ерекшеліктері қандай?
14. Кілтекті қосылымдарда пайдаланылатын кілтек түрлерін атаңыз.
15. Кілтекті ойықтарды жөндеу жұмыстары қалай жүргізіледі?
16. Кілтекті байланыс орнату кезінде әрекеттердің тізбектілігі қандай?

**Бахарев В. П.** Проектирование и конструирование в машиностроении / В. П. Бахарев, А. П. Дубинин, А. Г. Схиртладзе. — Старый Оскол : ТНТ, 2009.

**Гаврилин А. М.** Металлорежущие станки : в 2 т. / [А. М. Гаврилин, В. И. Сотников, А. Г. Схиртладзе и др.]. — М. : Издательский центр «Академия», 2012.

**Гельберг Б. Т.** Ремонт промышленного оборудования / Б.Т. Гельберг, Г.Д. Пекелис. — М. : Высш. шк., 1988.

**Горохов В. А.** Технология, оснащение и организация ремонтно-восстановительного производства / В. А. Горохов, А. П. Иванов, А. Г. Схиртладзе. — Старый Оскол : ТНТ, 2013.

**Гречишников В. А.** Режущие инструменты / [В.А. Гречишников, С. Н. Григорьев, А. Г. Схиртладзе и др.]. — Старый Оскол : ТНТ, 2009.

**Гречишников В. А.** Режущий инструмент / [В. А. Гречишников, А. Г. Схиртладзе, В.А.Иванов и др.]. — Пермь : Изд-во Перм. ГТУ, 2007.

**Гречишников В. А.** Формообразующие инструменты машиностроительных производств / В. А. Гречишников, А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. — Старый Оскол : ТНТ, 2008.

**Григорьев С. Н.** Виды обработки и наладки металлообрабатывающих станков машиностроительных производств : учеб. пособие / С. Н. Григорьев, В. В. Морозов, А. Г. Схиртладзе. — М. : Изд-во МГТУ «Станкин», 2007.

**Григорьев С. Н.** Технология обработки концентрированными потоками энергии / С. Н. Григорьев, Е. В. Смоленцев, М. А. Волосова. — Старый Оскол : ТНТ, 2010.

**Гуревич Ю. Е.** Детали машин и основы конструирования / Ю. Е. Гуревич, М. Г. Косов, А. Г. Схиртладзе. — М. : Издательский центр «Академия», 2012.

**Ефремов В. Д.** Металлорежущие станки / В. Д. Ефремов, В.А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. — Старый Оскол : ТНТ, 2007.

**Железнов Г. С.** Процессы механической и физико-химической обработки / Г. С. Железнов, А. Г. Схиртладзе. — Старый Оскол : ТНТ, 2013.

**Мухин А. В.** Производство деталей металлорежущих станков / [А. В. Мухин, О. В. Спиридонов, А. Г. Схиртладзе и др.]. — М. : Машиностроение, 2003.

**Рахимьянов Х. М.** Технология сборки и монтажа / Х. М. Рахимьянов, Б.А.Красильников, Э. З. Маргьнов. — Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2009.

**Сердобинцев Ю. П.** Повышение качества функционирования технологического оборудования / Ю. П. Сердобинцев, О. В. Бурлаченко, А.Г. Схиртладзе. — Старый Оскол : ТНТ, 2013.

**Серебrenицкий П. П.** Краткий справочник станочника / П. П. Серебrenицкий, А. Г. Схиртладзе. — М. : Дрофа, 2008.



**Серебrenицкий П. П.** Краткий справочник станочника / П. П. Серебrenицкий, А. Г. Схиртладзе. — М. : Дрофа, 2008.

**Скворцов А. В.** Основы технологии автоматизированных машиностроительных производств / А.В. Скворцов, А. Г. Схиртладзе. — М. : Высш. шк., 2010.

**Ступин А. В.** Детали машин / А.В. Ступин, Б. Я. Мекрицкий, А. Г. Схиртладзе. — М. : Спектр, 2014.

**Схиртладзе А. Г.** Предремонтное изнашивание зубчатых передач // Технология металлов. — 2002. — № 6.

**Схиртладзе А. Г.** Ремонт деталей шпоночных соединений // Ремонт, восстановление, модернизация. — 2002. — № 9.

**Схиртладзе А. Г.** Ремонт деталей передач винт—гайка // Ремонт, восстановление, модернизация. — 2003. — № 4.

**Схиртладзе А. Г.** Ремонт деталей ременных передач промышленного оборудования // Ремонт, восстановление, модернизация. — 2002. — № 11.

**Схиртладзе А. Г.** Ремонт фрикционных передач // Ремонт, восстановление, модернизация. — 2003. — № 3.

**Схиртладзе А. Г.** Ремонт поршневых и винтовых насосов // Ремонт, восстановление, модернизация. — 2003. — № 7.

**Схиртладзе А. Г.** Ремонт цепных передач // Ремонт, восстановление, модернизация. — 2003. — № 6.

**Схиртладзе А. Г.** Ремонт пластинчатых насосов // Технология металлов. — 2004. — № 1.

**Схиртладзе А. Г.** Ремонт гидравлических приводов // Ремонт, восстановление, модернизация. — 2004. — № 1.

**Схиртладзе А. Г.** Ремонт подъемных кранов / А. Г. Схиртладзе, В. А. Скрыбин, В. П. Борискин. — Старый Оскол : ТНТ, 2010.

**Схиртладзе А. Г.** Технология восстановления корпусных деталей / А. Г. Схиртладзе // Технология металлов. — 2001. — № 12.

**Схиртладзе А. Г.** Технология восстановления станин технологического оборудования // Ремонт, восстановление, модернизация. — 2002. — № 2.

**Схиртладзе А. Г.** Технология ремонта шпинделей // Ремонт, восстановление, модернизация. — 2002.

**Схиртладзе А. Г.** Ремонт зубчатых колес // Технология металлов. — 2002. — № 5.

**Схиртладзе А. Г.** Технология восстановления гладких и шлицевых валов // Ремонт, восстановление, модернизация. — 2002. — № 5.

**Схиртладзе А. Г.** Ремонт деталей резьбовых соединений // Ремонт, восстановление, модернизация. — 2002. — № 7.

**Схиртладзе А. Г.** Технологические процессы в машиностроении / А. Г. Схиртладзе. — М. : Высш. шк., 2007.

**Схиртладзе А. Г.** Технологические основы ремонта и восстановления производственных машин и оборудования / [А. Г. Схиртладзе, С.Н.Григорьев, В.А.Скрыбин и др.]. — Старый Оскол : ТНТ, 2012.

**Схиртладзе А. Г.** Технологические процессы автоматизированного производства / А. Г. Схиртладзе, А. В. Скворцов. — М. : Издательский центр «Академия», 2011.

**Схиртладзе А. Г.** Ремонт технологических машин и оборудования / А. Г. Схиртладзе, В. А. Скрабин, В.П.Борискин. — Старый Оскол : ТНТ, 2010.

**Схиртладзе А. Г.** Формообразующие инструменты в машиностроении / [А. Г. Схиртладзе, Л.А. Чушина, А. И. Пульбере и др.]. — М. : Новое знание, 2006.

**Схиртладзе А. Г.** Технологические процессы в машиностроении / [А. Г. Схиртладзе, О. Г. Ярушин, Г. А.Мелетьев, Е. Н. Трембач]. — Йошкар- Ола: Изд-во МарГТУ, 2007.

**Схиртладзе А. Г.** Технологические процессы в машиностроении / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. — Старый Оскол : ТНТ, 2008.

**Тилипалов В. Н.** Основы квалиметрии технологических процессов механической обработки / В. Н. Тилипалов, А. Г. Схиртладзе. — Старый Оскол : ТНТ, 2013.

**Тимиразев В. А.** Технологии машиностроительных производств / [В. А. Тимиразев, А. Г. Схиртладзе, В. У Мнацаканян и др.]. — Йошкар-Ола : Поволжский UNE, 2013.

**Феофанов А. Н.** Гибкие автоматические линии в машиностроении / А. Н. Феофанов. — М. : Янус-К, 2002.

**Феофанов А. Н.** Основы машиностроительного черчения / А. Н. Феофанов. — М. : Издательский центр «Академия», 2012.

**Феофанов А. Н.** Чтение рабочих чертежей / А. Н. Феофанов. — М. : Издательский центр Академия», 2015.

**Феофанов А. Н.** Технологическое оборудование автоматизированных машиностроительных производств / А. Н. Феофанов. — М. : Изд-во МГТУ «Станкин», 2012.

**Феофанов А. Н.** Комплексная автоматизация в машиностроении : учеб. пособие / А.Н.Феофанов. — М. : Из-д-во МГТУ «Станкин», 2008.

**Хвастунов Р. М.** Квалиметрия в машиностроении / [Р. М. Хвастунов, А. Н. Феофанов, В. М.Корнеева, Е. Г. Нахапетян]. — М. : Экзамен, 2009.

**Царев А. М.** Системы машин переменной компоновки и структуры в машиностроении (Теоретические основы создания) / А. М. Царев. — Тольятти : Изд-во ТолПИ, 2000.

**Чернянский П. М.** Проектирование и ремонт шпиндельных узлов / П. М. Чернянский, А.Г. Схиртладзе. — М. : ИНФРА-М, 2014.

**Черпаков Б. И.** Автоматизация и механизация производства / Б. И. Черпаков, Л. И.Вереина. — М. : Издательский центр «Академия», 2004.

**ЧупинаЛ.А.** Проектирование технологических операций металлообработки / [Л.А.Чупина, С.Н.Григорьев, А. Г. Схиртладзе и др.]. — Старый Оскол : ТНТ, 2013.

**Юркевич В. В.** Надежность и диагностика технологических систем / В. В.Юркевич, А. Г. Схиртладзе. — М. : Издательский центр «Академия», 2011.

**Юркевич В. В.** Жизненный цикл металлорежущих станков : мониторинг состояний / В.В.Юркевич, А. Г. Схиртладзе, В.П.Борискин. — Старый Оскол : ТНТ, 2014.

## МАЗМУНЫ

Алғы сөз.....	5
<b>1 Тарау. Машиналар, машиналардың бөлшектері мен механизмдері туралы ұғым.....</b>	<b>5</b>
1.1. Негізгі мәліметтер.....	5
1.2. Белдікті берілістер.....	7
1.3. Тізбекті берілістер.....	11
1.4. Фрикциялық берілістер.....	14
1.5. Тісті берілістер.....	18
1.5.1. Бұзылудың негізгі ұғымы, классификациясы және түрлері.....	18
1.5.2. Тісті дөңгелектердің конструкциясы.....	26
1.5.3. Цилиндрлік тісті берілістер.....	27
1.6. Қиғаш тісті цилиндрлік берілістер.....	33
1.6.1. Жалпы мәліметтер.....	35
1.6.2. Эвольвенталы қиғаш тісті цилиндрлік берілістерді геометриялық есептеу.....	36
1.6.3. Шевронды берілістер.....	39
1.7. Бұрамдық берілістер.....	40
<b>2 Тарау. Металл кесуші станоктардың классификациясы.....</b>	<b>45</b>
2.1. Металл кесуші станоктар .....	45
2.1.1. Металл кесуші станоктардың жалпы классификациясы.....	45
2.1.2. Металл кесуші станоктар туралы жалпы Мәліметтер.....	45
2.1.3. Заманауи бұрғылау-фрезерлеу-кеңейжону тобы станоктарының классификациясы.....	52
2.2. Токарлық винт кескіш станоктар.....	59
2.3. Револьверлі токарлық станоктар.....	63
2.4. Бұрғылау-кеңейжону станоктары.....	65
2.5. Көлденең бұрғылау-кеңейжону станоктары.....	70
2.6. Фрезерлеу станоктары.....	73
2.6.1. Консольды және консольсыз көлденең және тік фрезерлеу станоктары.....	73

2.6.2.	Бойлық	фрезерлеу
станоктары.....	77	
2.6.3.	Үздіксіз фрезерлеу әдісімен жұмыс істейтін	
фрезерлеу станоктары.....	78	
2.7.	Сүргілеу	тобының
станоктары.....	80	
2.7.1.	Көлденең	сүргілеу
станоктары.....	80	
2.7.2.	Бойлық	сүргілеу
станоктары.....	81	
2.8.	Ажарлау	тобының
станоктары.....	82	
2.8.1.		Жалпы
мәліметтер.....	82	
2.8.2.	Центрлік	дөңгелете
станоктары.....	83	ажарлау
2.8.3.	Центрлік	емес
станоктары.....	85	дөңгелете
2.8.4.	Ішкі	ажарлау
станоктары.....	86	
2.8.5.	Жазық	ажарлау
станоктары.....	88	
2.8.6.	Үздіксіз ажарлайтын және бабына жеткізетін	
станоктар.....	90	
2.9.	Сандық	бағдарламалық
станоктар.....	93	басқаруы бар
2.9.1.	Көп мақсатты станоктар және сандық	
бағдарламалық	басқаруы бар	токарлық
станоктар.....	93	
2.9.2.	Сандық	бағдарламалық
фрезерлеу	басқаруы бар	
станоктары.....	104	
2.9.3.	Корпустық және жазық бөлшектерді өндеуге	
арналған көп мақсатты станоктар.....	109	
<b>3</b>	<b>Тарау. Өнеркәсіптік жабдық бөлшектерінің</b>	
<b>тозуы.....</b>	<b>123</b>	
3.1.	Тозу	құбылысының
мәні.....	123	
3.2.	Бөлшектердің	тозуының
сипаты.....	126	
3.3.		Тозудың
белгілері.....	130	

3.4.	Шектік тозулар.....	132
<b>4</b>	<b>Тарау. Пісіру және балқытып қаптастыру арқылы бөлшектердің шыдаммерзімін қалпына келтіру және арттыру әдістері.....</b>	<b>134</b>
4.1.	Пісіру және балқытып қаптастыру түрлері.....	134
4.1.1.	Жалпы мәліметтер.....	134
4.1.2.	Доғалық пісіру мен балқытып қаптастыру.....	134
4.1.3.	Газбен пісіру мен балқытып қаптастыру.....	139
4.2.	Қоспа материалдар.....	142
4.3.	Механизация деңгейі бойынша пісіру-балқытып қаптастыру процесерінің түрлері.....	148
4.3.1.	Пісіру және балқытып қаптастырудың қол әдістері.....	148
4.3.2.	Пісіру және балқытып қаптастырудың механикаланған әдістері.....	161
4.4.	Доғалық пісіруге арналған электродтар.....	175
4.5.	Қолмен электрдоғалық пісіру және болат бөлшектерді балқытып қаптастыру.....	183
4.6.	Бөлшектерді газбен пісіру.....	186
4.7.	Автоматтық электрдоғалық пісіру және флюс қабатының астында балқытып қаптастыру.....	188
4.8.	Балқытып қаптастыру режимдерін есептеу бірізділігі.....	194
4.9.	Тозаңдатумен металлдау.....	196
4.10.	Электролиттік және химиялық жабындар.....	203
4.10.1.	Жабындарды салудың технологиялық процесі.....	203
4.10.2.	Хромдау.....	205
4.10.3.	Негіз бен жабындарды механикалық өндеудің олардың физика-механикалық қасиеттеріне әсері.....	210

4.10.4. Бөлшектердің беттерін оларды хромдауға дейін және кейін механикалық өңдеу.....	215
4.10.5. Болаттандыру.....	224
<b>5 Тарау. Жылжымайтын қосылыстарды жөндеу.....</b>	<b>227</b>
5.1. Бұрамалар.....	227
5.2. Бұрамалық қосылыстардың бөлшектерін жөндеу.....	237
5.3. Шпиндельдік түйіндердің кілтектік қосылыстарының бөлшектерін жөндеу.....	259
<b>Әдебиеттер тізімі .....</b>	<b>267</b>

## **Оқу басылымы**

Схиртладзе Александр Георгиевич,  
 Феофанов Александр Николаевич,  
 Митрофанов Владимир Георгиевич,  
 Капитанов Алексей Вячеславович,  
 Гришина Татьяна Геннадьевна,  
 Негримовская Наталья Петровна,  
 Искра Дмитрий Евгеньевич

**Өндірістік жабдықты монтаждау мен жөндеуді ұйымдастыру және жүргізу**

I бөлім

## **Оқулық**

**Редакторы: Ж.Ж. Сыдықова**  
**Компьютерлік беттеуі: Р. Ю. Волкова**  
**Түзетушілер: С.Ю. Свиридова, О.В. Попова**

Баспа № 101116958. Баспаға қол қойылған күні 29.04.2016. Форматы 60 x 90/16.

«Балтика» гарнитурасы. Офсеттік қағаз. Офсеттік баспа. Шартты баспа беттері 17,0.

Тираж 1500 дана. (1-зауыт — 800 дана). Тапсырыс № ««Академия» ЖШС баспа орталығы. [www.academia-moscow.ru](http://www.academia-moscow.ru)129085, Мәскеу, Бейбітшілік даңғылы, 101В, бет 1.

Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.

