

**В.Ю. НОВИКОВ, А.И. ИЛЬЯНКОВ**

# МАШИНА ЖАСАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

**ОҚУЛЫҚ**

**ЕКІ БӨЛІМДІ**

**2 бөлім**

*«Машина жасау технологиясы» мамандығы бойынша орта кәсіби білім бағдарламасын іске асыратын оқыту мекемелерінің оқыту барысында пайдалану үшін оқулық ретінде «Білімді дамытудың федералдық институты» Федералдық мемлекеттік мекемесімен ұсынылған*

*Рецензияның тіркеу нөмірі 439, 2010 ж. 28 қараша күні «*

4-ші басылым, стереотиптік



Мәскеу  
«Академия» баспа орталығы  
2014

ӘОЖ 621(075.32)  
КБЖ 34.4ші723  
Н731

Бұл кітап Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі және «Кәсіпқор» холдингі» КЕАҚ арасында жасалған шартқа сәйкес «ТЖКБ жүйесі үшін шетел әдебиетін сатып алуды және аударуды ұйымдастыру жөніндегі қызметтер» мемлекеттік тапсырмасын орындау аясында қазақ тіліне аударылды. Аталған кітаптың орыс тіліндегі нұсқасы Ресей Федерациясының білім беру үдерісіне қойылатын талаптардың ескерілуімен жасалды.

Қазақстан Республикасының техникалық және кәсіптік білім беру жүйесіндегі білім беру ұйымдарының осы жағдайды ескеруі және оқу үдерісінде мазмұнды бөлімді (технология, материалдар және қажетті ақпарат) қолдануы қажет.

Аударманы «Delta Consulting Group» ЖШС жүзеге асырды, заңды мекенжайы: Астана қ., Иманов көш., 19, «Алма-Ата» БО, 809С, телефоны: 8 (7172) 78 79 29, эл. поштасы: info@dcg.kz

Пікір беруші -

Мәскеу қаласының «Кеңес Одағының екі мәрте Батыры И.Ф.Павлов атындағы  
№8 политехникалық колледж» МБОМ оқытушысы,  
техникалық ғылымының кандидаты *Н.М. Твердынин*

**Новиков В. Ю.**

Н731 Машина жасау технологиясы: 2 б. - 2 Б.: орта кәсіби білім беру студ. ұйымдарына арналған оқулық / В.Ю. Новиков, А.И. Ильянков. - 4-ші басылым, стер. - М.: «Академия» баспа орталығы, 2014. - 432 б.

ISBN 978-601-333-037-2(каз.)

ISBN 978-5-4468-1527-2(рус.)

Машина бөлшектерін дайындау барысында дайындамаларды өңдеудің көптеген әдістері қаралады, бөлшектерді дайындаудың технологиялық процестерін құру принциптері мен тәсілдері, машина жинаудың және жинау бірліктерінің негізгі қазіргі заманғы технологиялары жазылған, ұсақ сериялы және жаппай өндіріс жағдайында іске асатын технологиялық процестерді автоматтандыру экономикалық тиімділігінің негіздемесі және ЖӨБ білдектердің әртүрлі типтерін, соның ішінде автоматтандырылған өндіріс жағдайында жөнге келтіру бойынша ұсынымдар көрсетілген.

Оқулықты «Машина жасау технологиясы» мамандығы үшін ОКО ФМОС сәйкес «Машина жасау технологиясы» жалпы кәсіби сабағын оқыту кезінде пайдалануға болады.

Орта кәсіби білім мекемелерінің студенттері үшін арналған. Жоғары оқу орындарының және өндірістік кәсіпорындардың мамандарына пайдалы болуы мүмкін.

ӘОЖ 621(075.32)  
КБЖ 34.4ші723

ISBN 978-601-333-037-2(каз.)  
ISBN 978.5.4468.1527.2 (2-б.)(рус.)  
ISBN 978-5-4468-1525-8(рус.)

© Новиков В.Ю., Ильянков А.И., 2012  
© «Академия» оқыту-баспа орталығы, 2012  
© Ресімдеу. «Академия» баспа орталығы, 2012

## Құрметті оқырман!

Осы оқулық «Машина жасау технологиясы» оқыту-әдістемелік жинағының бөлігі болып табылады.

«Машина жасау технологиясы» жалпы кәсіби пәнін оқытуға арналған оқулық.

Жаңа заманның оқыту-әдістемелік жинақтары жалпы білім және жалпы кәсіби пәндер мен кәсіби модульдерді оқытуды қамтамасыз етуге бағытталған дәстүрлі және жаңартылған оқыту материалдарынан тұрады. Әрбір жинақ жалпы және кәсіби құзыреттерді игеру үшін қажет, соның ішінде жұмыс берушілердің талаптарын есепке алатын оқулықтар мен оқу құралдарынан, оқыту мен бақылау құралдарынан тұрады.

Оқыту басылымдары электронды оқыту ресурстарымен толықтырылады. Электронды ресурстар интерактивті жаттығулары мен жаттығу құрылғылары бар теориялық және тәжірибелік модульдерден, мультимедиялық нысандардан, Интернеттегі қосымша материалдар мен ресурстарға сілтемелерден тұрады. Оларға оқыту барысының негізгі параметрлері: жұмыс уақыты, бақылау және тәжірибелік тапсырмаларды орындаудың нәтижелері жазылған терминологиялық сөздік және электронды журнал кіреді. Электронды ресурстар оқыту барысына жеңіл енгізіледі және әртүрлі оқыту бағдарламаларына бейімделген.

«Машина жасау технологиясы» пәні бойынша оқыту-әдістемелік жинағы «Машина жасау технологиясы. Машина жасаудағы технологиялық үдерістерді дайындаудың негізгі әдістері», «Машина жасау технологиясы. Машина жасау технологиялық үдерістерін жобалау принциптері» атты электронды оқыту ресурстарынан тұрады.

«Машина жасау технологиясы» оқулығының екінші бөлігінде бірінші бөлігінде көрсетілген машина жасау технологиялық үдерістерін дайындау әдістерін тәжірибелік есептерді орындау үшін түйіндерді құрастыру және бөлшектерді дайындаудың нақты мысалдарында пайдалану көрсетілген.

Бұл әдіс кез-келген машиналар мен бұйымдарды дайындау технологияларын әзірлеудің жалпы тәсілі болып табылады және мамандарды дайындауда технологияларды салалар бойынша бөлуден кетуге мүмкіндік береді, себебі бұйымдарды дайындау технологиясының мазмұны салалық қажеттілігіне қарай анықталмайды, бұйымдардың қызметтік міндетіне, дәлдігі мен сандық шығарылымына тәуелді.

Кез-келген машинаны дайындаудың технологиялық үдерісін әзірлеуді дәлдік нормалары мен техникалық талаптарын сараптаудан бастау қажет.

Одан кейін белгіленген жүйелілікпен және сандық шығарылымды есепке ала отырып, машина мен оның түйіндерін жинаудың технологиялық үдерісін дайындау қажет. Машинаның әрбір бөлшегін дайындау технологиясы жалпы ережелер мен тәртіптерді есепке ала отырып, қатаң белгіленген жүйелілігін көздейді, ол технологиялық үдерісті дайындаудың әртүрлі кезеңдерінде шешімдердің келісімділігін қамтамасыз етеді.

Корпус бөлшектерін, біліктерді, тісті берілістердің бөлшектерін жасаудағы технологиялық үдерістерді дайындауға арналған тараулар бөлшектерді дайындаудың технологиялық үдерістерін дайындау әдістеріне сәйкес бірыңғай жоспар бойынша жазылған және конструкция ерекшеліктері мен сандық шығарылымға қарай қолданылады.

Оқулықта икемді өндірістік жүйелерді (ИӨЖ) пайдалана отырып жаппай және ұсақ сериялы өндірістегі өндірістік үдерістерді автоматтандыру жолдары мен құралдары сипатталған, отандық және шетелдік машина жасайтын кәсіпорындардың үдемелі технологиялары көрсетілген.

«Машина жасау технологиясы» курсы бастау алдында студенттер металл кесетін білдектердің негізгі типтерінің, соның ішінде - сандық бағдарламалық басқарылатын (СББ) білдектердің құрылымы мен пайдалану сипаттамаларын, сонымен қатар материалдарды өндеудің әртүрлі әдістерінің технологиялық мүмкіндіктерін, типтері мен кесетін құралдардың пайдалану мүмкіндіктерін білу қажет.

# МАШИНА БӨЛШЕКТЕРІНІҢ НЕГІЗГІ БЕТТЕРІН ӨНДЕУ ӘДІСТЕРІ

### 1.1. АЙНАЛУ ДЕНЕЛЕРІНІҢ (БІЛКТЕРДІҢ) СЫРТҚЫ БЕТТЕРІН ӨНДЕУ

**Өңдеу әдісі** - бөлшекті дайындаудың технологиялық үдерісінде пайдаланылатын бетін өңдеу үдерісінің шартты атауы. Бұл атау өңдеу жүргізілетін нысанның ерекшелігін көздейді. Өңдеу әдісі туралы жалпы түсінікті өңдеу үшін пайдаланылатын білдек пен кесетін құрал береді. Өңдеудің әрбір әдістің белгіленген мүмкіндіктері мен шектеулері бар. Дайындаманың нақты бетін өңдеу әдісін таңдаған кезде алдымен дайын бөлшекке берілетін талаптар мен өндіріс жағдайларына көңіл бөлінеді:

- бетін өңдеу дәлдігі;
- беттің бұдырлығы;
- бетті өңдеу уақыты (өнімділік);
- өңдеуге қалдырылатын әдіп шамасы және т.б.

**Жалпы ережелер.** Айналу денелерінің беттері дайындамалардың беттерін өңдеудің ең көп таралған түрі болып табылады, олардың кесіктерін тегістейді немесе фрезермен өңдейді, ал егер технологиялық үдеріс бойынша дайындаманы одан әрі ортасынан өңдеу көзделген болса, ортаға дәл келтіреді.

**Жоңғыш білдекте өңдеу.** Жоңғыш білдекпен өңдеу кезінде дайындаманы:

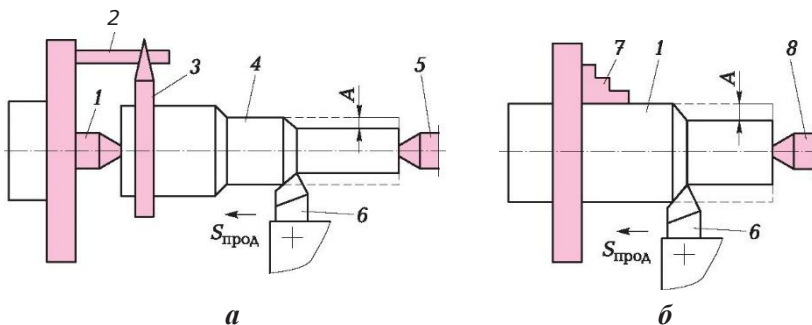
- ортасында;
- ортаға жылжитын оқтар мен цангаларға;

- артқы ортаны пайдаланатын ортаға жылжитын оқтарда;
- ортада орналастырылатын оправкаларда;
- арнайы қысатын құралдарда және т.б. орналастыруға болады.

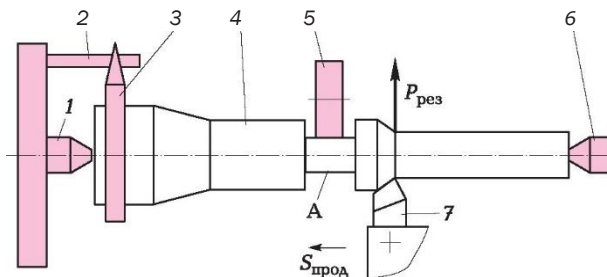
4 дайындаманы 1 және 5 ортасында орналастыру кезінде (1.1, а сурет) ортадағы саңылауды пайдаланады. Білдектің айналдырғысынан дайындамаға айналмалы сәтін жеткізу үшін дайындаманың шетіне бекітілген 2 жетегі мен 3 қамытынан тұратын жетектегіш құралды пайдаланады.

4 дайындаманы 7 өзін-өзі ортаға орналастаратын патронға (1.1, б сурет) құрған кезде, оның бос шетін 8 артқы ортасымен қолдан тұрған жөн. Бойлық беріс  $S_{\text{бой}}$  кезінде 6 кескісі А әдібін дайындаманың радиусына түсіреді.

1 және 6 ортасында орналастырылған ұзын 4 дайындаманы  $S_{\text{бой}}$  бойлық берісі бар 7 кескімен (1.2-сурет) өңдеу кезінде дайындаманың  $P_{\text{кес}}$  кесу күшінен майысуын азайту үшін, майысуын шектеп, дайындаманы қолдайтын 5 люнетін пайдаланады.



1.1-сурет. Жоңғыш білдекте дайындаманы қондыру схемасы:  
а - ортасында; б - өзін-өзі ортаға орналастаратын патронда



1.2-сурет. Жону кезінде люнетті пайдалану схемасы

Білдектің айналдырғысынан дайындамаға айналмалы сәтін жеткізу 2 жетегі мен 3 қамытының көмегімен іске асырылады. Жылжымалы люнеттің жұдырықтары дайындаманың осыған дейін өңделген (тегістелген) А бетімен орналастырылады, ал люнеттің корпусын білдектің суппортының белгіленген жеріне қозғалыссыз орнатады немесе люнет қозғалып тұрып, әдібін түсіру кезінде кескіштің алдына келеді.

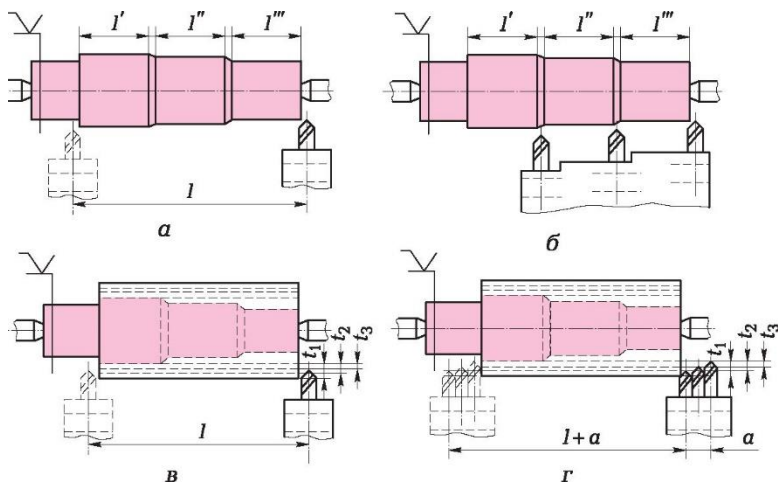
Сыртқы беттерді қаралтым өңдеуді кәдімгі және көпкескішті жону (өндіріс түріне қарай) білдектерінде орындайды.

Машина уақытын азайту үшін келесі үш негізгі технологиялық тәсілді пайдалануға болады:

- өңдеу ұзындығын бөлу;
- ең жоғарғы сатының ұзындығын бөлу;
- әдіп көлемін бөлу.

Үш сатылы біліктің сыртқы бетін әмбебап жону білдегінде өңдеу кезінде (1.3-сурет, а) жұмыс қадамының  $I$  есептік ұзындығы осы сатылардың ұзындықтарының қосындысын құрады ( $I' + I'' + I'''$ ), оған кескішті ойып орнату және асқынотуі үшін қажет ұзындықты қосу қажет.

Технологиялық жабдықпен тиісінші қамтылған көпкескішті жону білдегінде (көпкескішті ұстағыш және бірнеше кескіштер),



1.3-сурет. Сатылы біліктің сыртқы бетін жөндеу схемасы: а - әмбебап жону білдегінде; б - көпкескішті жону білдегінде; в - бірнеше жұмыс қадамымен; г - бірнеше кескішті пайдаланып



осы жұмысты жұмыс қадамының ұзындығын 3 есе азайтып жүргізуге болады, бұл жерде әрбір кескіш тек өзінің сатысын ғана өңдейтін болады (1.3, б сурет). Бұл негізгі өңдеу уақытын үш есе азайтуға мүмкіндік береді. Өңдеу ұзындығы көбірек бөлікке бөлінген болса (жұмыс барысында бір уақытта пайдаланылатын кескіштер санына байланысты), сонша уақытқа негізгі уақыт қысқарады. Негізгі уақыттың қысқаруымен қатар, бұл өңдеу әдіс қосалқы тәсілдердің уақытының қысқаруына мүмкіндік береді, себебі біліктің әрбір сатысын өңдеу кезінде кескішті икемдеуге (кескіштер білдектің көпкескішті ұстағышында жонылатын сатылардың цилиндрлік беттерінің радиустарының айырмасымен анықталған өзгерумен орналастырылады) қажеттілік болмайды.

Сатылы біліктің дайындамасын сыртқы бетімен үлкен әдіппен кескіштің беріктігі мен әмбебап жону білдегінің күштілігімен анықталатын жағдайлар бойынша бірнеше жұмыс қадамдары арқылы (1.3, в суретте көрсетілген жағдайда  $t_1$ ,  $t_2$  және  $t_3$  кесу тереңдіктерімен үш жұмыс қадам арқылы) өңдеуге болады.

Сол білдекте бірнеше кескіштерді пайдалана отырып өңдеу кезінде жұмыс қадамдарының санын бірге дейін азайтуға болады. Мысалы, үш кескішті орналастырғанда (1.3, г сурет) барлық әдіпті бір жұмыс қадамымен, ұзындығын шамалы ғана ( $l + a$ ) ұзарту арқылы шешуге мүмкіндік береді.

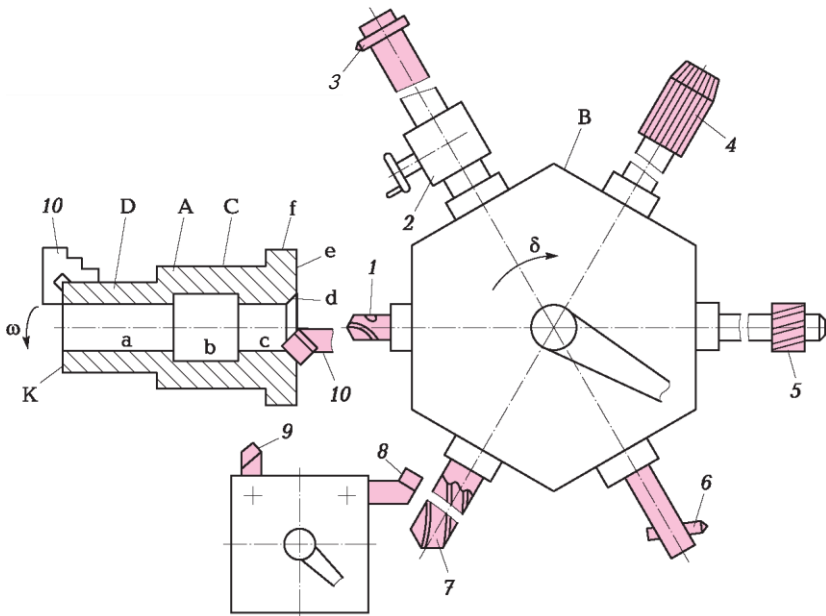
Кескішке барынша жүктеу кезінде бір өтіп әдібін шешу жағдайларында әдіпті бөлу әдісін пайдалану жұмыс істеп тұрған кескіштердің әрқайсысының жеңілдетуге, кесу режимдерін қайта қарауға және машина уақытын азайтуға мүмкіндік береді.

Айнарудың сыртқы беттерін өңдеуде ең көп үлес салмағын револьверлі жону тобындағы білдектерде өңдеу алады, олар машина жасау кәсіпорнының жалпы білдектер паркінің 25...50% құрайды.

**Револьверлі жону білдектерінде өңдеу** көбінесе шыбықты материалдардан бөлшектерде дайындау кезінде пайдаланылады. Бұл білдектер, қатаң белгіленген күйінде жөндеу амалдарын жасау кезінде әртүрлі құралдарды бекіту үшін 6 немесе 8 бағдары бар, тік және көлденең айналу осьтері бар револьверлі бастиектермен қамтылған.

Сонымен қатар, револьверлі білдектерінің көптеген түрлерінде суппорт бар, ол бөлек уақыт өткелдерін қиыстыруға мүмкіндік береді.

Револьверлі білдектерде қысқа біліктерді немесе төлке сияқты, біркелкі күрделі сипаты бар бөлшектерді өңдеген дұрыс, ол



1.4-сурет. Револьверлі жону білдегінде жөндеу схемасы

амалдарды барынша шоғырландыра отырып, револьверлі бастиектің барлық позицияларын іске қосуға мүмкіндік береді. Жонудан бөлек сыртқы бұранданы кесуді жүргізеді.

1.4 суретінде А дана дайындамасын В револьверлі бастиегі 5 бағытына тік осьпен айналған револьверлі білдекте өңдеу үшін жөндеу амалының мысалы көрсетілген. Осыған дейінгі амалда бір жағынан өңделген дайындама (С, D, К беттері),  $\omega$  бұрыштық жылдамдығымен айналып тұрған 10 тетігінде бекітілген. Амал келесі негізгі өтулерден тұрады:

1. е жазық бетін 8 кескішпен тегістеу.
2. f цилиндрлі бетін 9 кескішпен өңдеу.
3. 1 қысқа бұрғысымен бұрғылау үшін ортаға дәл келтіру.
4. 7 бұрғысымен с және а өтпелі тесігімен бұрғылау.
5. 6 кескішпен с және а тесіктерін тегістеу.
6. 5 ұңгімен цилиндрлі бетті ұңгілеу.
7. 4 жазбасымен цилиндрлі бетті жазу.
8. Қол қималы 2 суппортын пайдалана отырып, 3 кескішпен b бетін қашау
9. 10 кескішпен d жүзін өңдеу.

Саңылауларды бұрғылау, үңгілеу және жазу кезінде револьверлі білдекте өңдеу дәлдігі жонғыш білдекте өңдеумен салыстыруға болады, ал жөрмеу және кеулей жону кезінде жонғыш білдекпен салыстырғанда 1-2 квалитетке дәлдігі төмен.

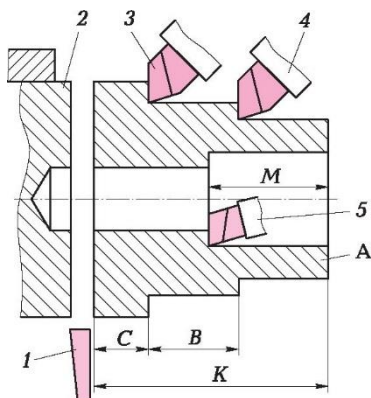
Шеткі беттердің өзара орындарының дәлдігі бойлық жылжуды автоматты түрде айырып тастайтын таяныштарды жөнге салудың дәлдігі мен кезектілігіне тәуелді. Таяныштарды жөнге салу кезінде негіздерді қиыстыру принциптерін сақтау қажет. Нақты өңделетін беттің орнын анықтайтын таянышты амал көлемімен байланысқан өңделетін беттен бастап жөндеу қажет.

1.5 суретінде негіздерді қиыстыру принциптерін сақтай отырып таяныштарды жөндеуді кезектеу мысалы көрсетілген, мұнда шеткі беттердің өзара орындарының қателіктері ең аз болады.

А (2 шыбығын келтіру шамасы) шеткі бетінің орнын анықтайтын таянышты жөнге келтірген соң, 1 (көлемі  $K$ ) және 5 (көлемі  $M$ ) кескіндері үшін таяныштарды жөнге келтіру қажет. 3 (көлемі  $C$ ) кескіні үшін таянышты 1 кескін үшін таянышты жөнге келтірген соң жөнге келтіреді, ал 4 (көлемі  $B$ ) кескін үшін таянышты 3 кескін үшін таянышты жөнге келтірген соң жөнге келтіреді. Негіздерді қиыстыру принципінен тайынса, көрсетілген көлемдерде негіздердің келіспеуі себебінен кемшіліктердің пайда болуына алып келеді.

Револьверлі білдек арнайы жөндеулерді: қайталанатын жөндеуді, қос немесе тұрақты жөндеуді пайдалана отырып, одан әрі ұтымды пайдалануға болады.

Қайталанатын жөндеу кезінде револьверлі бастиектердің бос ұяшықтарына кесетін құралдың екінші жинағын салады.



1.5-сурет. Таяныштарды жөндеу кезектілігінің схемасы

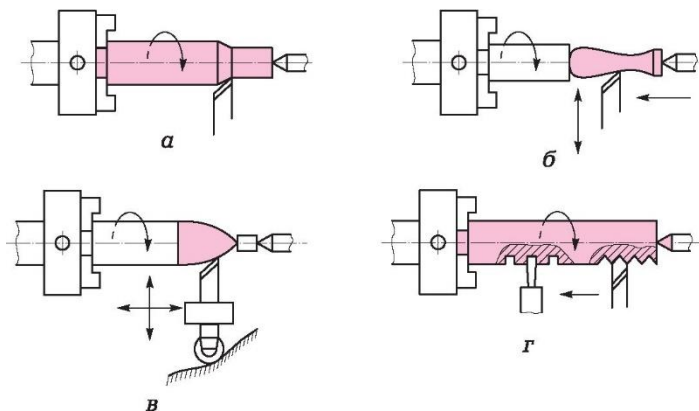
Бұл тәсіл жайғасымдар ауысымы үшін бастиектердің бос айналуын жояды және кесетін құралдың қайта қайрауға дейінгі уақытын екі есеге дейін ұзартады.

Қос жөндеу кезінде револьверлі бастиектердің ұяшықтарына кесетін құралды екі түрлі дайындаманы өңдейтін кесетін құралды орналастырады. Бұл нұсқа бөлшектерді азғантай партиямен дайындау кезінде қолданылған жөн.

Тұрақты жөндеу кезінде белдікке бірнеше ұқсас амалдарды бекітеді, сонда екінші дайындаманы өңдеуге көшкен кезде тек кейбір кескіштерді ғана ауыстырып, кескінді ұстағышты ауыстырмауға болады.

Жонғыш белдіктерінде айналу денелерінің сыртқы беттерін өңдеудің ең тараған түрі суппорттың кесуші құралмен бойлық орын ауыстыру кезінде жөрмеу болып табылады (1.6, *а* сурет).

Бір қалыпты жөрмеу, яғни күрделі (сфералық, сатылық, конустық және т.б.) кескіндемесі бар бөлшектердің беттерін өңдеу кесуші құралдың бір уақытта бойлық және көлденең орын ауыстыру арқылы (1.6, *б* сурет), сонымен қатар, бір қалыпты кескішпен өңдеу арқылы іске асырылады. Өңделетін дайындаманың контурына контуры сәйкес келетін көшіргішпен бір қалыпты жөрмеу (1.6, *в* сурет) дайындаманы өңдеуді бірнеше есе жеңілдетеді.



1.6-сурет. Жонғыш белдіктерінде айналу денелерінің сыртқы беттерін өңдеу схемасы:

*а* - жөрмеу; *б* - бір уақытта бойлық және көлденең орын ауыстыру арқылы бір қалыпты жөрмеу; *в* - көшіргішпен бір қалыпты жөрмеу; *г* - ойманы тілу

Ойманы тілу де (1.6, 2 сурет) кең тараған амалдардың бірі болып табылады. Қазіргі заманғы жонғыш белдіктерінде метрикалық, дюймдік және басқа да оюларды, сонымен қатар, әртүрлі пішінді көпкірмелі оюларды кесуге болады.

Жонып өңдеу қаралтым (сыдыру) және тазарту амалдарынан тұрады. Бірнеше жағдайларда жартылау тазалайтын және тазалай (жұқалай) өңдеуді пайдаланады. Қаралтым амалдарды орындау кезінде дайындамаға бөлшектің пішініне келетін пішін келтіру үшін көп бөлігінің әдібін шешеді. Осы кезде жететін беттің бұдырлығы **Ra** 2,5 мкм аспайды. Жартылай ұштау кезінде өңделетін беттің бұдырлығын **Ra** 2,5...1,25 мкм дейін көтеруге мүмкіндік береді және өңдеудің жоғары дәлдігіне жетеді. Тазалау амалдарында дайындаманы **Ra** 1,25...0,63 мкм бетінің бұдырлығы бар соңғы пішінге келтіреді. Жұқалай өңдеу тегістеуді ауыстыра алады және тазалай өңдеу болып табылып, өңделетін беттің **Ra** 1,25...0,63 мкм бұдырлығын алуға мүмкіндік береді.

Бір қалыпты жөрмеудің қарапайым түрі конустық бетті өңдеу болып табылады. Тар конустық беттерді, мысалы жүздерді белгіленген бұрышқа кескіштің тура сызықты кесетін шетімен орналастыру жолымен өңдейді. Конусты суппорттың жоғарғы жылжымалы бөлшегін конустың жоғарындағы бұрыштың жартысына тең бұрышқа айналдыру кезінде өңдеуге болады.

Конустың шыңындағы бұрыштың шамасы кішкентай болса, артқы қысқышты көлденең жылжыту әдісімен өңдеуге болады. Бірақ, бұл әдіс жақындатылған болып табылады, себебі артқы қысқышты жылжыту кезінде онымен бірге дайындама да жылжиды, нәтижесінде оның ұзындығы білдектің ортасындағы сызық арқылы жазықтыққа қате нұсқаланады.

Ірі сериялық және жаппай өндірісте әртүрлі жонғыш жартылай автоматтар мен автоматтар кеңінен пайдаланылады. Бұл білдектердегі өңдеудің негізгі технологиялық схемалары келесідей:

- **параллельді** - өнімді өңдеу кезінде әрбір позицияда бір уақытта жұмыс істейтін бірнеше құралдар қатыстырылады: кейбір құралдардың жұмысының басы мен аяғы келіспеуі мүмкін, бірақ бірнеше уақыт бойы барлық құралдар бір уақытта жұмыс істеу қажет;
- **жүйелі** - өнімді өңдеу кезінде қызмет барысына жүйемен кірісетін бірнеше құралдар қатыстырылады; алдыңғы құрал жұмысын бітірген соң келесі құрал жұмысқа кіріседі;

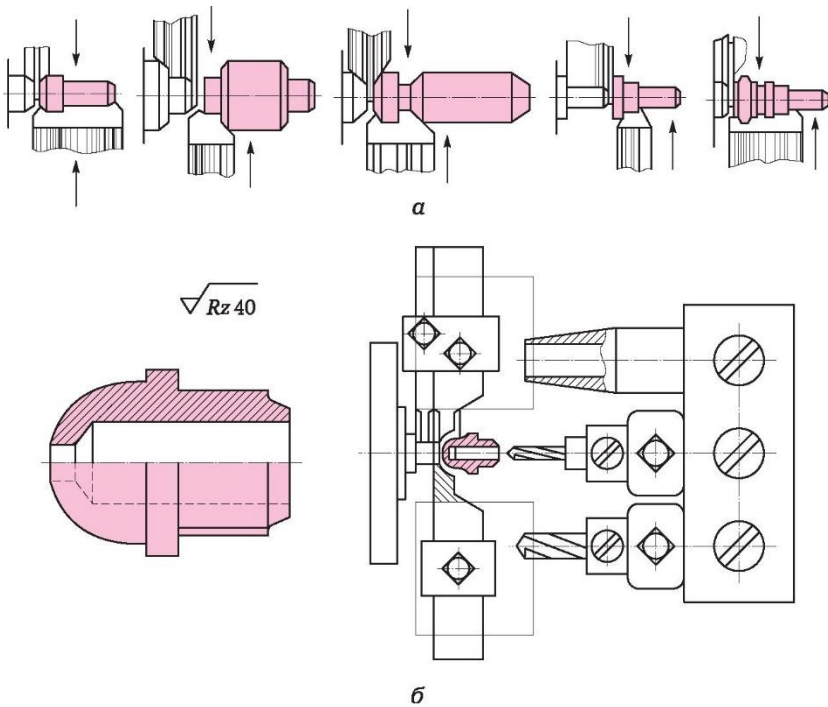
- **параллельді-жүйелі** - өнімді өңдеу кезінде бірнеше топ құралдар қатыстырылады; топтарда құралдар параллелді жұмыс істеп, ал топтардың өздері жүйелі жұмыс атқарады;
- **ротациялық** - өнімді өңдеу кезінде дайындамалар мен құралдардың бір уақытта ротациялық қозғалысы барысында бір құрал немесе құралдардың тобы қатысады; әрбір бөлшек басқа бөлшектерді өңдеуге қатыспайтын құралдармен өңделеді;
- **үзіліссіз** - өнімді өңдеу кезінде дайындамаларды үзіліссіз беріп тұру арқылы бір немесе бірнеше құралдар қатысады.

Ротациялық және үзіліссіз технологиялық өңдеу схемалары өзара бір бірінен көп өзгеше: ротациялық схемаларда құралдарды бұру және жеткізу (қайтымды ілгерілеме қозғалыс) орын алса, үзіліссіз қызмет істеу білдектерінде тасымалдау бағыты жеткізу бағытымен сәйкес келеді. Қолайлы жағдайларда үзіліссіз қызмет істейтін білдектерде құралдың өңделетін бөлшекпен байланысы үзіліссіз қолданады, ротациялық түрлерде ондай мүмкіндік жоқ.

Жоңғыш жартылай автоматтар мен автоматтар технологиялық белгілерінің негізінде келесі түрлерге бөлінеді:

- бір қалыпты-кеспелі және бір қалыпты-бойлап тіліп жөрмеу автоматтары;
- жоңғыш-револьверлі автоматтары;
- бір айналдырғысы бар жоңғыш автоматтар;
- көп айналдырғысы бар жоңғыш автоматтар және жартылай автоматтар;
- көшіргіш автоматтандырылған білдектер.

***Бір қалыпты-кеспелі жөрмеу автоматтарында өңдеуді*** қысқа бір қалыпты дайындамаларды, сыртқы оюларды жону үшін, сонымен қатар, орталық саңылауларды бұрғылау үшін пайдаланады. Бір қалыпты беттерді жонуды және дайындаманы шыбықтан кесуді саны екіден беске дейінгіні құрайтын көлденең суппорттарда бекітілген кесуші құралмен іске асырады. Көлденең суппорттан саңылау бұрғылайды және ою кеседі. 1.7, а суретте бір қалыпты-кеспелі жөрмеу автоматтарында өңделетін типтік бөлшектер көрсетілген, ал 1.7 б суретінде - ортаға дәл келтіруге, бұрғылауға және жазуға арналған қосымша құрылғылармен қамтылған белдікте бөлшектерді өңдеудің технологиялық схемасы.

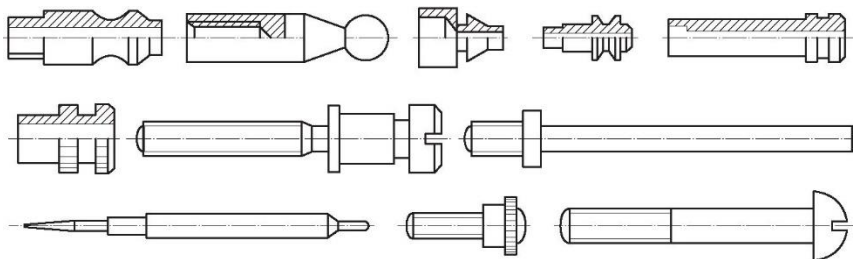


1.7-сурет. Бір қалыпты-кеспелі жөрмеу автоматтарында бір қалыпты беттерді жону схемасы:

*a* - типтік бөлшектерді өңдеу; *б* - ортаға дәл келтіруге, бұрғылауға және жазуға арналған қосымша құрылғылармен қамтылған белдікте бөлшектерді өңдеу

**Бойлап тіліп жөрмеуге арналған бір қалыпты** жонғыш автоматтарда өңдеудің бір қалыпты-кеспелі жөрмеу автоматтарынан айырмашылығы өңделетін шыбықты бойлап беру арқылы көлденең жылжып тұрған кескіштермен дайындаманы жонуды болып тұр. Бойлап жіберу айналдырғы қысқыштың жылжуымен іске асырылады. 1.8-суретте бір қалыпты-бойлап тілетін автоматтарда өңделетін типтік бөлшектер көрсетілген.

**Жонғыш-револьверлі автоматтарда өңдеудің** қарапайым жонғыш-револьверлі білдектерде өңдеуден айырмашылығы, олардың барлық жұмыс органдарының қызметтері толық автоматтандырылған болуда. Мұндай автоматтар айналдырғының айналу осіне тік орналасқан көлденең айналу осі бар алты позициялы револьверлі бастиекпен және алдыңғы, артқы, жоғарғы - үш тік суппортпен қамтылған.



1.8-сурет. Бір қалыпты-бойлап қайрау автоматтарда өңделетін типтік бөлшектер

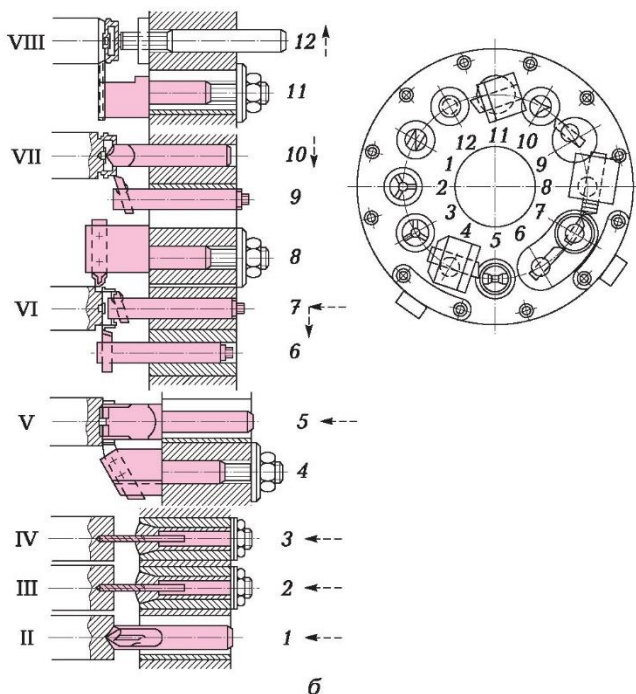
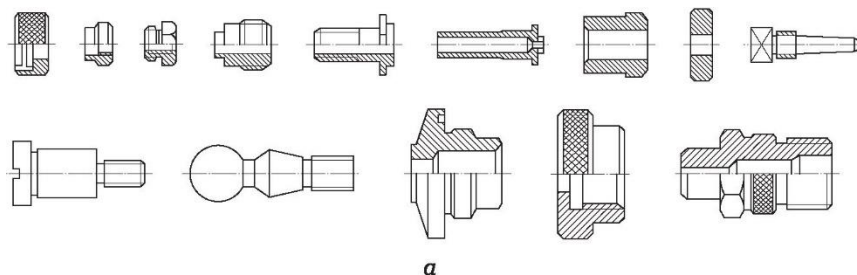
1.9, *а* суретінде жонғыш-револьверлі автоматтарда өңделетін типтік бөлшектер көрсетілген, ал 1.9, *б* суретінде - шыбықты материалдан жасалған бөлшекті (қалпақша) өңдеу үшін білдекті жөнге келтірудің технологиялық схемасы. Тиеуші I кезеңі суретте көрсетілмеген. Шыбықты тірелгенше жіберіп бірінші үш ұяшықта орналасқан құралдармен бекіткеннен кейін, дайындаманы бұрғылау жүргізледі, одан кейін **4** және **5** ұяларда бекітілген құралдармен дайындаманы жоғарыдан жону мен саңылауын жазу жүргізледі, ал **6-8** ұяларда да сол дайындаманы кесумен. Содан кейін, **9** және **10** ұяларында орналасқан құралдармен тесікті соңғы дайындалған көлеміне қарай жону жүргізледі, ал **11** ұяда - **12** ұяда орналасқан тірелуден қолдаумен кесу. Револьверлі автоматтарда револьверлі бастиектердің және көлденең суппорттардың қозғалысымен тұрақты және ауыстырмалы жұдырықшалары бар үлестіруші білік басқарады.

Револьверлі автоматтарда бойлап және көлденең жіберумен жонуды, ойып кесуді, тесіктерді бұрғылау және басқа да амалдарды жүргізуге болады.

Көп кескішті жонғыш біліктерді ауысуларды қосарлау есебінен, яғни амалдарды шоғырландыру есебінен өнімділігін көтеру үшін қолданады. Бұл білдектер бір бірінен тәуелсіз, әрқайсысы бірнеше кескіш таси алатын суппорттармен қамтылған. Алдыңғы суппорт тек тіке бере алады, ал артқы суппорт- тек көлденең.

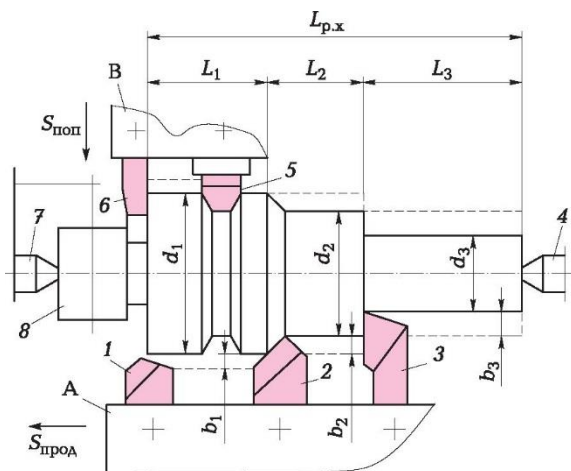
Әрбір суппортты әртүрлі тәсілдермен пайдалануға болады. Мысалы, А бойлық суппорты «әдіпті бөлу» әдісімен пайдаланылса, 1, 2 және 3 кескіштер (1.10-сурет) жұмысқа бірінен соң бірі кіріседі. Әрбір кескішті белгіленген диаметрге орналастырады ( $d_1, d_2, d_3$ ) және әрбір кескіш  $S_{өнім}$  тіке беріліс кезінде жалпы әдіптен өңдеуге белгіленген бөлігін ( $b_j, b_2, b_3$ ) алады.





1.9-сурет. Типтік бөлшектер (а) және (б) шыбықты материалдан жасалған бөлшекті өңдеу үшін жонғыш револьверлі автоматты жөнге келтірудің кезеңдері:  
 1 -12 - ұялар нөмірлері; II-VIII - жөнге келтіру кезеңдері

В көлденең суппортын тар жыраларды немесе жүздерді егеу үшін пайдаланады. Дайындаманы өндеуді 5 және 6 бір қалыпты кескіштермен үлгісі берілген беттің үлгісіне сәйкес келетін көлденең берілісті  $S_{\text{өнім}}$  пайдалана отырып жүргізеді.



1.10-сурет. Көп кескішті білдекте өңдеу схемасы

Амалдарды жөнге келтіру кезінде 8 дайындама 7 және 4 ортасында орналасқан, ал кескіштердің өзара орындары дайын бөлшектің геометриясымен анықталады. Бойлық суппортың жұмыс қадамының  $L_{p.x}$  ұзындығы өңделетін сатылардың ұзындықтарының қосындысына тең:

$$L_{p.x} = L_1 + L_2 + L_3.$$

Өңдеу схемасын сараптағанда, бұл тәсілді диаметрлері ортасындағы диаметрлерден үлкен, сатыларының диаметрлері бірте-бірте кемитін бөлшектерді дайындау кезінде пайдаланған жөн екені көрініп тұр.

**Жонғыш бір айналдырғы жартылай автоматтарды** патрондық және орталық шептегіге бөледі. Олардың арасында қатты құрылмалы айырмашылық жоқ, себебі орталық білдектер көп өзгеріссіз патрондыққа және керісінше өзгере алады. Барлық нысандарда бір айналдырғы жартылай автоматтар екі немесе үш суппорттан тұрады, бірақ ұзын бөлшектерді өңдеу кезінде суппорттардың саны көбеюі мүмкін. Суппорттардың көлденең, бойлық және күрделі түзусызықты немесе қисықсызықты жылжымалары болады.

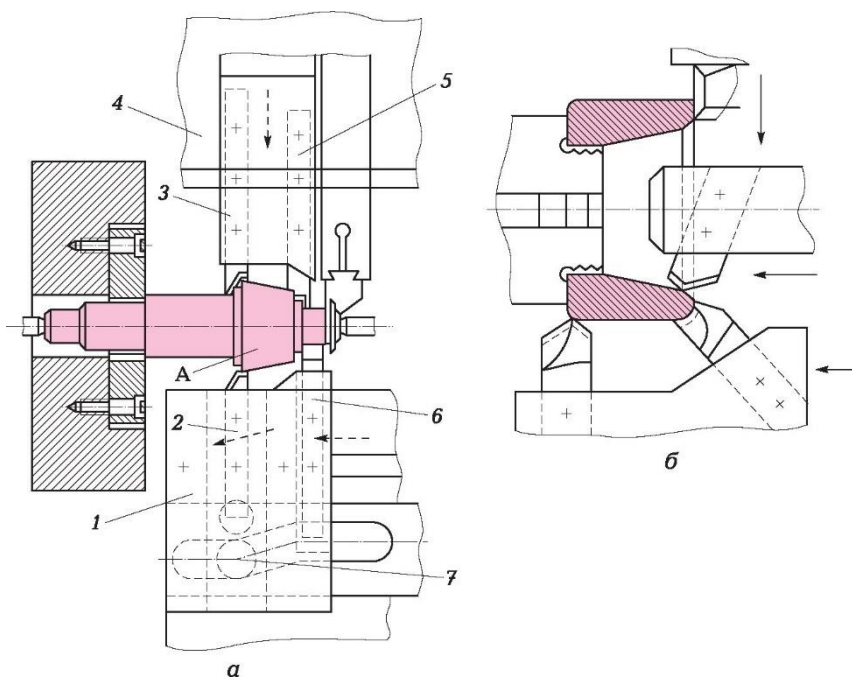
Патрондық жартылай автоматтарда кейде ішкі конустар мен қырнауларды өңдейді, оларды кесуші құралдың бір мезгілде немесе жүйелі бойлық және көлденең жылжып отыруы арқылы алады. Мұнай білдектерде 75-тен 1000 мм-ге дейін диаметрлі бөлшектерді өңдейді.

Ірі сериялы және жаппай өндірістерде бір айналдырғы көп кескішті орталық шептегі жартылай автоматтар ең көп тараған.

1.11, *а* суретінде бір айналдырғы орталық шептегі жартылай автоматта дайындаманы өңдеудің технологиялық схемасы көрсетілген. Бойлық (жоғарғы) суппорттың *1* ұстағышында екі *2* және *6* өткізгіш кескіштер орналастырылған; дайындаманың *A* конустық бетін жонитын *2* кескіші *7* көшіргішімен жұмыс атқарады. Көлденең *4* (төменгі) радиалды берлісі бар суппортта *3* және *5* бір қалыпты кескіштері орналастырылған.

1.11, *б* суретінде бір айналдырғы жартылай автоматта конустық аунақша мойынтіректің сыртқы сақинасын патронда өңдеудің технологиялық схемасы көрсетілген.

**Жонғыш көп айналдырғы автоматтар** және жартылай автоматтарды айналмалы немесе қозғалмайтын дайындамасы бар жазық және үзіліссіз немесе жүйелі қызметті деп бөледі.



1.11-сурет. Бір айналдырғы орталық шептегі (*а*) және патрондық (*б*) жартылай автоматта өңдеудің технологиялық схемалары

Дайындаманы айналмалы өңдейтін жазық көп айналдырғы жартылай автоматтар өндірісте кең тараған; қозғалтпай өңделетін дайындамасы бар және айналмалы кесуші құралдары бар жартылай автоматтар сирек кездеседі.

Үзіліссіз қызметтегі (ротациялық) тік көп айналдырғы жартылай автоматтар оталық шепте орналастырылған немесе патронда бекітілген дайындамаларды өңдеу үшін арналған. Бекітушіден басқа әрбір позицияда бір амалды орындайды. Барлық суппорттарда орналастырылған кесуші құралдар бірдей жөнге келтірілген. Осыдан, білдек бірнеше бір айналдырғы тік көпкескішті, айналдырғылары айналмалы айналмашақта орналасқан, жартылай автоматтарды құрайды. Суппорттардың айналдырғыларын жүктеу үзіліссіз айналып тұрған үстелде жүргізіледі, бұл кезде, жүктелген позицияда орналасқан айналдырғысы айналмайтын суппорттан басқа барлық суппорттар үзіліссіз жұмыс істей береді.

Жүйелі қызмет істейтін көп айналдырғылы тік жартылай автоматтар алты, сегіз және одан да көп айналдырғымен дайындалып, негізінен патрондық жұмыстар үшін арналған.

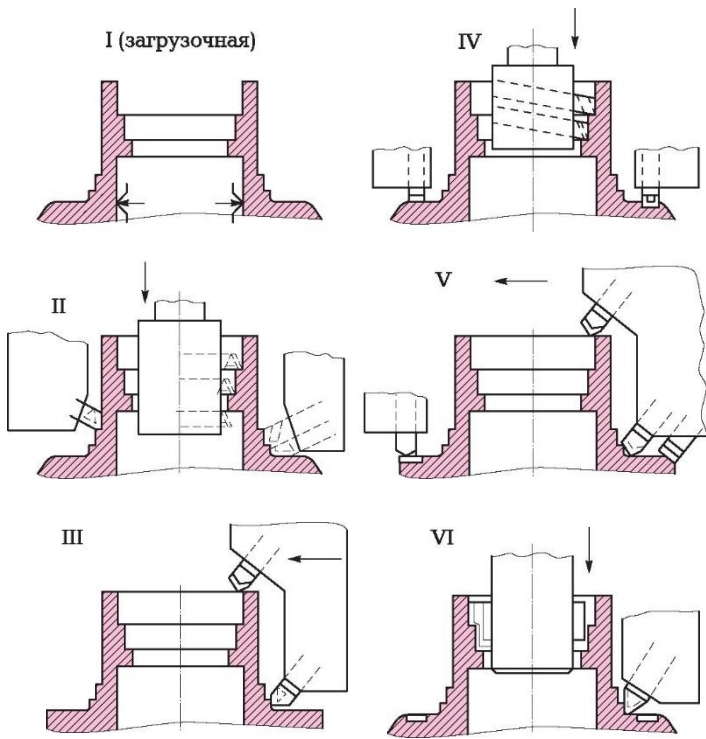
Дайындамаларды білдектің айналдырғыларының оқтарында бекітеді. Бес позицияда технологиялық өтпелерді жүйелі орындауда бір уақытта бес дайындама өңделеді, әрқайсысы бір позициядан екіншісіне жылжу барысында өңдеудің толық кезеңінен өтеді.

Өңдеу кезеңі аяқталған соң дайындама алтыншы позицияға келеді, яғни жүктемелі-жүк түсіретін аймаққа шығады, мұнда айналдырғының айналуы тоқтайды, өңделген дайындаманы шешіп, жаңа патрон орнатуға мүмкіндік береді.

Көп айналдырғы жартылай автоматтарда бір уақытта екі түрлі немесе бірдей дайындаманы екі жақтан өңдеуге болады. Бұл жағдайларда екі позиция да жүктемелі-жүк түсіретін болып табылады, ал айналдырғылар әрбір позиция сайын ауысып тұрады (айналдырғының қос индекстеуі).

1.12-суретте көп айналдырғы алты позициялы тік жартылай автоматта дайындаманы өңдеудің технологиялық схемасы көрсетілген. I позицияда дайын бөлшекті шешеді және жаңа дайындаманы орналастырады. Келесі позицияларда (II-VI) бөлшектің сыртқы және ішкі беттерін өңдейді.

Көп айналдырғы жону автоматтарында негізінен шыбықты бөлшектерді өңдейді. Автоматтар арнайы жүктемелі құрылғылармен қамтамасыз етілген болса, оларда даналы дайындамалардан бөлшектер дайындауға болады.



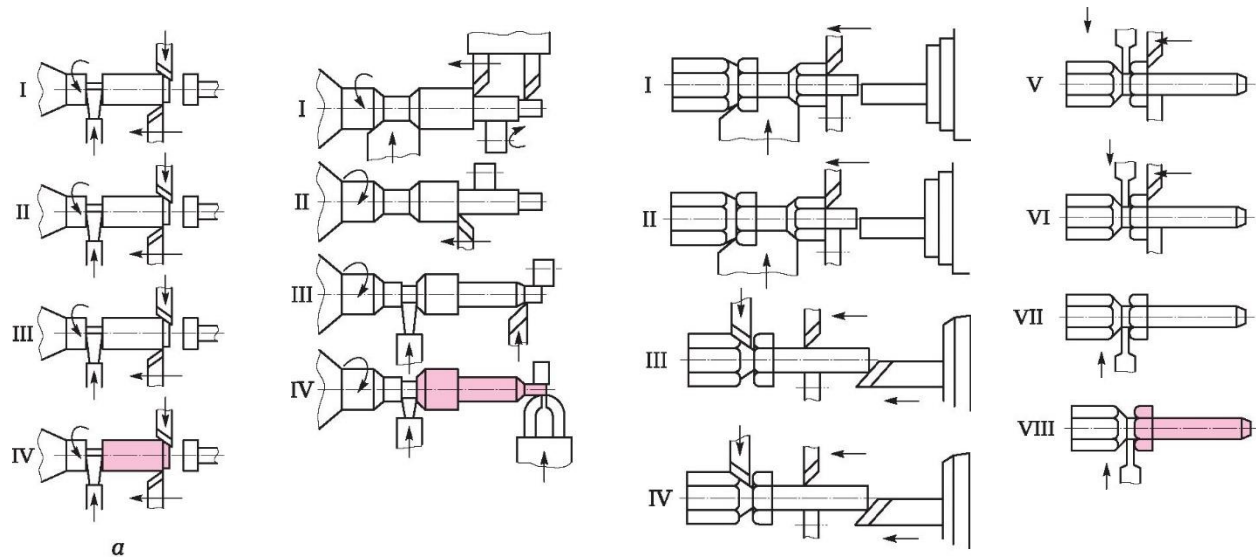
1.12-сурет. Көп айналдырғы алты позициялы тік жартылай автоматта дайындаманы өндеудің технологиялық схемасы

Көп айналдырғы жартылай автоматтарда төрт немесе алты айналдырғы болады, сирек - бес және сегіз.

1.13-суретте көп айналдырғы автоматта шыбықтан жасалған дайындаманы өндеудің мысалы көрсетілген. 1.13, а суретінде төрт айналдырғы автоматта дайындаманы параллельді әдіспен өндеу көрсетілген. Схемда көрсетілгендей, әрбір автоматта амалдардың ауысуы қайталанады және кезең аяқталғанда автомат бір уақытта төрт дайындама жасайды.

1.13, б суретінде төрт айналдырғы автоматта дайындаманы жүйелік әдіспен өндеу көрсетілген. Схемда көрсетілгендей, әрбір айналдырғыда бөлек ауысым орындалады және кезең бойы автомат бір дайындаманы өңдейді.

Сегіз айналдырғы автоматта дайындаманы параллельді-жүйелі әдіспен өндеу 1.13, в суретте көрсетілген. Схемдан екі параллель топтағы айналдырғының әрқайсысында бөлек ауысым орындалады



1.13-сурет. Көп айналдырғы автоматта шыбықтан жасалған дайындаманы өндеудің мысалдары (а) параллельді, (б) жүйелі және (в) параллельді-жүйелі әдістер:  
I-VIII - позиция нөмірлері

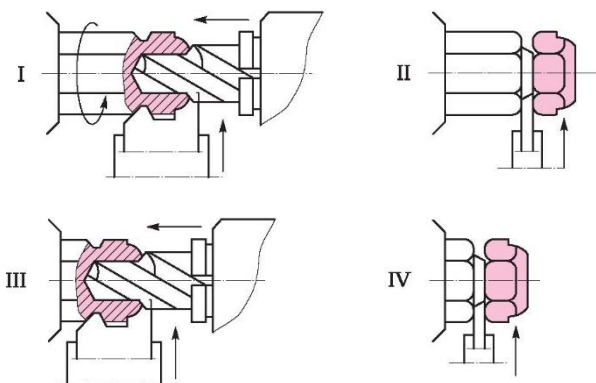
кезең аяғында автомат екі дайындаманы бір мезгілде жасайды.

Көп айналдырғы автоматтарда өңдеу кезінде ауысымдарды барынша қосарлауға және барлық позицияларды шашамен бірдей өңдеу ұзақтығына жетуге тырысады; оған ең ұзақ ауысымдарды бірнеше позицияларға сәйкес беріліс шамасын таңдай отырып, көп құралды жөнге келтіру, біріктірілген құралдарды және т.б. пайдалана отырып мүшелерге бөлу арқылы жеткізіледі.

1.14-суретте бір қалыпты сомынды жасау үшін төрт айналдырғы автоматты жөнге келтіру мысалы көрсетілген. Мұндай жөнге келтіруде материал таянышқа жеткенше екі сомынның ұзындығы бойымен беріледі. I және III позицияларда бір қалыпты кескіштер сомындарды үлгі бойынша егейді және бір уақытта бастапқы жырашықты кесілген кескіштің астымен ұштайды. II және IV позицияларда сомындарды кеседі. Бұрғылауды біріктірілген (сатылы) бұрғылармен іске асырады.

**Айналдырғы білдектерде өңдеу** диск және сақина типті ірі габаритті және ауыр бөлшектерді дайындау кезінде пайдаланылады. Дайындама жазық орында негізделеді, басқалай амал білдекте немесе үлкен револьверлі білдектегідей орындалады. Айналдырғы білдектің жоғары қаттылығы кескіштің бір өтімінде үлкен әдіп шешуге мүмкіндік береді.

Айналдырғы білдектерде бірнеше суппорттардың және револьверді бастиектің болуы жоғары дәрежеде (бірнеше негізгі ауысымдар) шоғырланатын амалдарды жобалауға мүмкіндік береді, бұл ауыр ірі габаритті дайындамалардың орын ауыстыруларын азайтады.



1.14-сурет. Бір қалыпты сомынды жасау үшін төрт айналдырғы автоматты жөнге келтіру мысалы

*Ажарлағыш білдекте өңдеу* дайындама материалының жоғары қаттылығы бар бөлшектерді дайындау кезінде қолданылады. Өңдеу қажакты, кесуші элементі түрпілі материалдардың уақ бөлшектері (түйіршіктер) болып табылатын құралмен жүргізіледі. Ажарлау кезінде өңделген беттердің жоғары дәлдігін және беттің жоғары класты тазалығын (аз бұдырлығын) алады. Бөлшектің геометриясына қарай (беттің ұзындығы, қаттылығы) әртүрлі ажарлау әдістерін қолданады.

Ажарлағыш қажакты шарықтастар қажакты материалдардың, бір бірімен байланыстырушы зат - біріктірмемен цементтелген ұсақ түйіршіктерінен тұрады. Түрпілі материалдардың қаттылығы шындалғаннан болаттың қаттылығынан жоғары.

Қажакты құралды дайындау үшін пайдаланылатын материалдарды табиғи және жасандыға бөледі. Табиғи қажактарға алмаз, корунд, зімпара, гранит, кварц, кремний, дала шпаты, кеуектас және т.б. жатады.

Ажарлағыш шарықтастарды дайындау үшін негізінен жасанды қажакты материалдарды қолданады, олар табиғимен салыстырғанда біртектілігі мен тазалығы жағынан жоғары сапалы және арзан.

Ажарлағыш шарықтастарды мына жасанды қажакты материалдар: нормалы және ақ электркорунд, қара және жасыл кремний карбидінен дайындайды.

*Электркорунд* - дегеніміз алюминийдің кристаллданған оксиді ( $Al_2O_3$ ), ол боксит кенінің электр пештерінен балқыту арқылы алынады. *Ақ электркорунд* құрамында алюминий оксиді көбірек, оның кесу қабілеті қалыпты электркорундтен жоғары. *Кремний карбиді* - дегеніміз кварц құмы мен көмір ұнтағының электр пештерінен қоспа қылып шығару жолымен алынатын кремний мен көміртектінің химиялық қосылысы. *Жасыл кремний карбидінің* қаттылығы жоғары және жалпы қара кремний карбидімен салыстырғанда жоғары сапалы қажак болып табылады. Қатты қоспалы құралдарды егеу үшін негізінен жасыл кремний карбидін пайдаланады.

Айтылған қажактар қазіргі уақытта машина жасауда кең тараған.

Стандартты ажарлағыш шарықтастар үшін алты түрлі: керамикалық, бакелитті, вулканисті, силикатты, глифталды және металлды біріктірмелерді пайдаланады. Машина жасауда ең көп тарағаны *керамикалық біріктірме*, оны отқа берік саздан, дала шпатынан және кварцтан жасайды. Керамикалық біріктірменің құндылығы - отқа және суға беріктігі, жоғары өнімділігі.



**Бакелитті (органикалық) біріктіріме** - синтетикалық шайыр. Бакелитті біріктірімедегі шарықтастар мықты және иілгіш, бірақ майлап суыту сұйықтығының (МСС) әсерін шамалы көтереді.

Органикалық біріктіріменің екінші түрі - **вулканитті біріктіріме**, ол каучук пен күкірттен тұрады. Вулканитті біріктірімегі шарықтастар мықты және суға берік, жоғары жылдамдықты айналымда жұмыс істеуге мүмкіндік береді, бірақ салыстырмалы шапшаң майланып қалады.

**Силикатты біріктіріме** салқындатусыз жұмыс істейтін, шарықтастар үшін арналған, яғни өңделетін бет қызбау керек. Бұл шарықтастар суға және сілтiге берік.

**Глифталды біріктіріме** шыңдалған болаттан жасалған бөлшектерді жіңішкелеп және әрлеп ажарлау кезінде талшықты иілгіш шарықтастар үшін пайдаланылады.

**Металлды біріктіріме** вольфрамкобальтты, темірникельді, мыс-қалайылы болады және алмаз жасалған шарықтастар үшін пайдаланылады. Шарықтастар тозыққа берік және жоғары өнімді болады және жоғары температурада жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Ажарлағыш шарықтастың кесуші қасиеттерін анықтайтын маңызды параметр **түйіршіктілік** (нөмірмен белгіленеді) болып табылады, яғни шарықтасты құрайтын қажакты материалдардың түйіршіктерінің көлемі (басқаша айтқанда, түйіршіктің ірілігі).

Ажарлағыш шарықтастың қаттылығы біріктірімедегі түйіршікті жұлып алу үшін, оған түсірілетін күшпен сипатталады. Күш көп болған сайын шарықтас қатты болады. Өте жұмсақ шарықтастар тез тозады, егер шарықтас тым қатты болса, алынатын жоңқамен бітеліп қалады да нәтижесінде өңделетін бет қатты қызып кетеді. Сондықтан, қатты болаттарды ажарлау үшін жұмсақ шарықтасты пайдаланады, себебі мұқалып қалған түйіршіктер біріктірімеден жеңіл жұлып алынады да, астындағы өткір ұштары ба түйіршіктерді ашады - шарықтас өзі қайралғандай болады; керісінше, жұмсақ болатты ажарлау кезінде қатты шарықтастарды пайдаланады, себебі олардың беріктігі жоғары. Мыс пен жезді ажарлау үшін жұмсақ ірі түйіршікті шарықтасты пайдаланады, өйткені ұсақ түйіршікті шарықтастар тез майланып қалады. Р 52587-2006 «Қажакты құрал. Қаттылықтың белгілері және өлшеу әдістері» МемСТ бойынша ажарлағыш шарықтастардың сегіз класы көзделген және әрбір класс қаттылық дәрежесіне қарай бөлінеді (1.1 кесте).

Пішіні бойынша ажарлағыш шарықтастар шарықтасты (1.15, *а* суреті), тостаған конустық шарықтас (1.15, *б* сурет), тостаған цилиндрлі (1.15, *в* сурет), табақшалы (1.15, *г* сурет), конустық бір

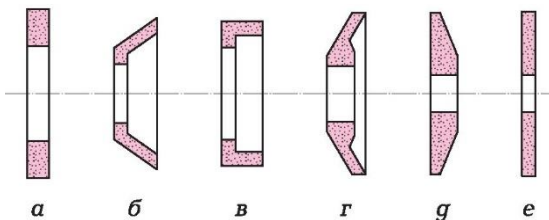
1.1. кесте. Өртүрлі қаттылықты шарықтастардың атаулары

Шарықтастың қаттылық класы	Қаттылық кластарының атаулары
Өте жұмсақ	F, G
Жұмсақ	H, I, J
Орташа жұмсақ	K, L
Орташа	M, N
Орташа қатты	O, P, Q
Қатты	R, S
Өте қатты	T, U
Тым қатты	V, W, X, Y, Z

қалыптымен (1.15, *д* сурет) және тіке бір қалыпты (1.15, *е* сурет). Бұрандаларды ажарлау үшін арнайы бір қалыпты шарықтастарды қолданады. Р 52781-2007 «Ажалауыш және қайрағыш шарықтары. Техникалық шарттар» МемСТ бойынша қажақты шарықтастардың 22 түрі көзделген.

Тозған шарықтасты геометриялық пішінін түзету және ажарлау білдегінде орнатқаннан кейін айналу осіне қатысты жұмыс бетіне дұрыс орналастыруды қамтамасыз ету үшін майланудың және мұқалудың нәтижесінде жойылған кесуші қасиеттерін қайта қалпына келтіру үшін ажарлаушы шарықтастар түзетілуге ұшырайды.

Шарықтасты *түзету* дегенді оның бетінен тозған қажақты түйіршіктердің қабатын алып тастау үдерісін түсінеді. Қажақты шарықтастарды түзетуді техникалық алмаздармен: болат жиектемемен дәнекерленген алмазды-металлды қарындаштармен немесе алмаз кристалдарымен жүргізеді; сонымен қатар, алмазды ауыстырғыштар: қатты қорытпалы дискілер, арнайы қажақты дискілер, металлды дискілер және жұлдызшалар пайдаланылады.



1.15-сурет. Ажарлағыш шарықтастардың пішіндері (*а-е*)

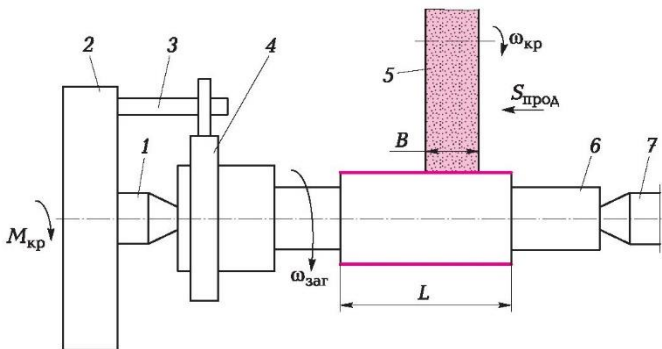
Сыртқы беттерді сыртқы шарық ажарлау кезінде өңдеудің әртүрлі әдістерін қолданады:

- бойлап беру әдісімен ажарлау;
- тереңнен ажарлау;
- кірекесу әдісімен ажарлау;
- центрсіз ажарлау және басқалары.

Ажарлау кезінде металлдың азғантай қабаты алынатындықтан, беттерді тазалап жонғаннан кейін ажарлайды. Ажарлауға бөлінетін әдіптің көлемі оған дейінгі механикалық өңдеудің сапасына, мысалы ажарлауға дейінгі жонуға және бөлшектің ажарлауға дейінгі жылумен өңдеуден өңін айналдыруына тәуелді. 1-қосымшада әдіптердің ұсынылған нормалары мен шарық ажарлау білдектерінде өңдеу кезіндегі дәлдік параметрлері көрсетілген.

Ажарлаудың барлық түрлерінде қажактастың ең көп жылдамдығына (кесу жылдамдығы) жетуге тырысады, бірақ оны қажактастың өзінің беріктігі шектейді. Қарапайым ажарлау кезінде шарық жылдамдығы 30...35 м/с болса, жеделде (аса берік шырақ) - 75м/с дейін.

**Сыртқы цилиндрлі беттерді бойлап беру әдісімен ажарлау.** Бұл ажарлау әдісінде 6 дайындаманы көбінесе 1 және 7 ортасында орналастырады (негіздейді) (1.16 сурет). Айналу сәті  $M_{кр}$  2 білдектен дайындамаға 4 қамытша және 3 жетектеме арқылы берілуі мүмкін. Дайындама  $\omega_{дайын}$  айналмалы берілісімен айналады. Бұрыштық  $\omega_{дайын}$  жылдадығымен айналып тұрған ажарлау 5 шырағының  $B$  енін өңделу бетінің  $L$  ұзындығынан кем алады.



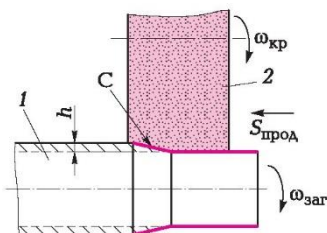
1.16-сурет. Бойлап беру әдісімен ажарлау схемасы

Ажарлауды кесудің аз тереңдігімен (0,05...0,2 мм) жүргізеді, ал ажарлауға әдіпті жұмысшы және бос (тегістеу) жүрістерден тұратын бірнеше өтпеден шешеді. Бойлық берісті  $S_{өнім}$  ажарлау шырағының  $B$  енінің үлестерімен ( $S_{өнім} = (0,3...0,8)B$ ) дайындаманың бір айналымына береді.

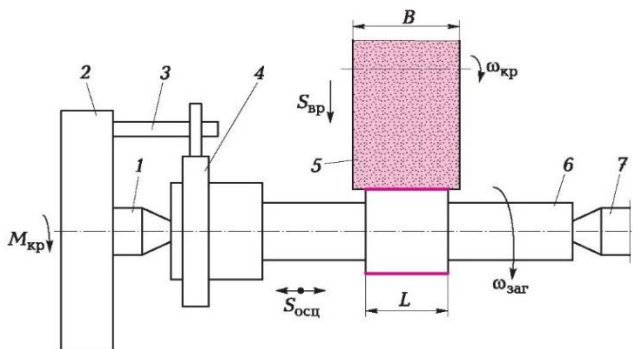
Бір уақыт бірлігінде шешілетін материалдың көлемі ең үлкен шамасы ажарлау шарығының майлануымен шектелетін дайындаманың айналу жылдамдығына да тәуелді. Әдетте, дайындаманың айналу жылдамдығын кіру және беру тереңдігін есепке ала отырып, 15...60 м/мин шегінде таңдайды. Ажарлау кезінде металдан алынатын қабаттың қалыңдығы дайындаманың өзгеру (иілу) шамасымен өлшенеді, ол кесу күшімен ажарлау шарығынан алынады. Сондықтан, ажарлау кезінде жұмысшы және тереңге бермей дайындаманы ажарлайтын бос жүрістерді бөледі. Ажарлауға есептелген уақытты, жалпы жүріс санының жұмысшы жүрістер санына қатынасымен анықталатын жетілдіру коэффициентіне көбейтеді (1,2...1,5).

**Тереңнен ажарлау әдісі** бойлап беріп ажарлаудың түрі болып табылады. Тереңнен ажарлау кезінде **1** дайындама ортада да орналастырыла алады (1.17-сурет). Кесу тереңдігін  $h$ , ажарлауға әдіпті бір өтпемен шешу жағдайында 0,3 мм-ге дейін бөледі. Азғантай бойлап беруді  $S_{өнім}$  **2** қажақтастың  $B$  енінің үлесімен береді ( $S_{өнім} = (0,1...0,15)B$ ). Дайындама  $\omega_{дайын}$  айналмалы берілісімен айналады, ал шырақ  $\omega_{дайын}$  бұрыштық жылдамдықпен айналады. Ажарлаудың бұл әдісінде қажақтас қатты тозады, сондықтан ажарлау шарығының алдыңғы  $C$  шетін, шарықтың тозуын кеміту үшін арнайы үлгімен түзейді.

**Сыртқы цилиндрлі беттерді кірекесі әдісімен ажарлау (көлденең беру).** Бұл әдіспен ажарлау кезінде **6** дайындаманы **1** және **7** ортасында орналастыруға болады (1.18-сурет). Қажақтастың  $B$  енін өңделетін беттің  $L$  ұзындығынан үлкенірек таңдайды.



1.17-сурет. Тереңнен ажарлау схемасы



1.18-сурет. Кірекесу әдісімен ажарлау схемасы

Дайындама  $\omega_{\text{дайын}}$  айналмалы берілісімен айналады, қажақтас  $\omega_{\text{дайын}}$  бұрыштық жылдамдықпен айналады. Көлденең беріліс  $S_{\text{кр}}$  (кірекесу)  $\delta$  дайындаманың бір айналымына 0,001...0,005 мм құрайды. Әдіп тереңдігіне металл қабатын алу кезінде көлденең беріліс тоқтатылады.

Бөлшектің бетінің, ажарлау шарығының кейбір ұсақ кемшіліктерін көшіріп алуын алып тастау үшін, дайындаманың және ажарлау шарығының кішкентай бойлық қайтпалы- ілгерілмелі салыстырмалы орын ауыстыруын  $S_{\text{терб}}$  (тербелуші қозғалыс) іске асырады. Бұл қозғалыс бөлшектің өңделген бетінде көлденең сызықтардың пайда болуын жоққа шығарады және өңделген беттің сапасын арттырады.

Бойлап беретін сыртқы шарықты ажарлауды өте ұзын дайындаманы өңдеу үшін қолданады, көлденең беріліс ажарлаумен өңделетін беттің ұзындығы шарықтың енін жабатындай, кішкентай бөлшектерді өңдейді, тереңнен беріліспен ажарлаумен қысқа, бірақ қатты бөлшектерді өңдейді.

Шарықты ажарлау білдектерінде конустық беті бар дайындамаларды өңдеу мүмкіндігі бар. Еңкіш конусты өңдеу кезінде білдек үстелінің жоғарғы бөлігі шарықты ажарлау айналдырғысының осіне қажетті бұрышқа бұралған болуы мүмкін. Үлкен бұрышты конусты дайындамаларды шарықты ажарлаудың қысқышы белгіленген шамасына бұрылған жағдайда ажарлайды.

Шырақты бұрыштық орнастыруды білік пен қапталдың мойнын бір уақытта ажарлау кезінде ұсынылады. Мұндай технологиялық схемада дайындаманың қапталы шарықтың шетімен ажарланады,

ол кезде дайындаманың шарықпен байланысын азаяды, өңделетін беттің сапасының жақсаруын қамтамасыз етеді және күйік мүмкіндігін жояды.

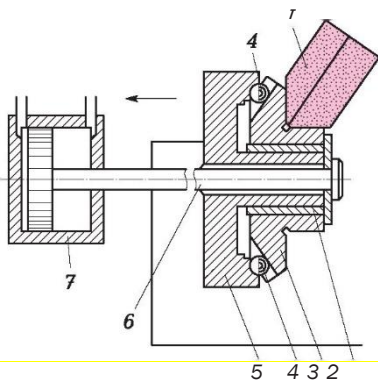
1.19-суретте 3 дайындамасын 1 ажарлау шарығын бұрыштық орналастыру арқылы өңдеу схемасы көрсетілген. Тісті дөңгелектің өңделетін дайындамасын 2 жақтауға 5 жетектемелі патронына орналастырады және тістердің тесіктері мен ойымдары бойымен негіздейді. Тістерді 4 кішкене шарларына қапталдық қысу 7 пневматикалық цилиндрінің 6 соташығымен қамтамасыз етіледі.

Бағыттайтын пышақта жатқан, өңделетін дайындаманы сыртқы центрсіз ажарлау кезінде екі қажақтастың: ажарлаушы (жұмысшы) және жетекшінің ортасынан өткізеді. Жетекші шарықтың осінің тік жазықтықта белгіленген бұрышқа айналымы өңделетін дайындаманың ажарлаушы шырақтың осінің бойымен жылжуымен бір уақытта дайындаманың өз осінен айналдыруды қамтамасыз етеді.

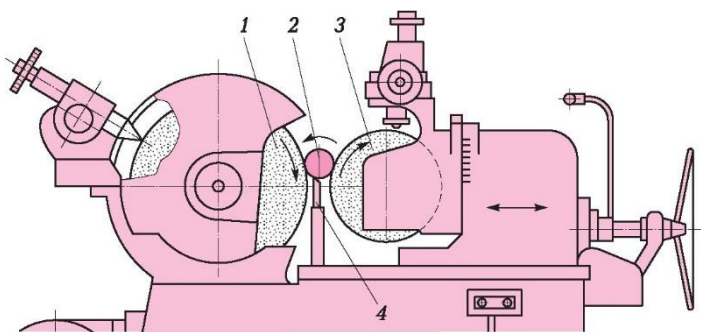
Сонымен қатар, ажарлаушы шырақтың көлденең берілісінде центрсіз ажарлау әдісін қолданады. Бұл жағдайда ажарлаушы және жетекші шырақтың осьтері қатаң жазық.

Центрсіз ажарлаудың бағалылығы, орталық шептегі ажарлаудың өнімділігін бірнеше есе асыратын, жоғары өнімділігі болып табылады. Дегенмен, осымен қатар басқа көлемді бөлшектерді ажарлау үшін центрсіз білдекті жөнге келтіруге көп уақыт кетеді, сондықтан, центрсіз ажарлауды ірі сериялық өндіріс жағдайында пайдаланған жөн. Бұдан басқа, өңделген тесіктері бар бөлшектерді сыртқы центрсіз ажарлау кезінде сыртқы беттің ішкіге центрлестігіне жетуге болмайды.

1.20-суретте центрсіз ажарлау білдегінің жалпы түрі берілген.



1.19-сурет. Дайындаманы ажарлау шарығын бұрыштық орналастыру арқылы өңдеу схемасы



1.20-сурет. Центрсіз ажарлау білдегінің жалпы түрі

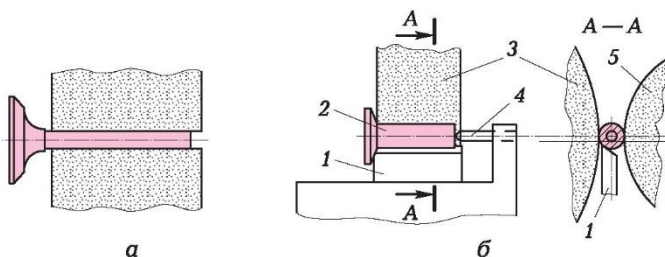
Центрсіз ажарлау кезінде 2 өңделетін дайындаманы 4 тіреу пышағында, бір бағытта айналып тұрған, бірақ әртүрлі айналу жиілігі бар, екі - 1 ажарлаушы және 3 жетекші шарықтардың ортасында орналастырылады. Өңделетін дайындаманың айналу жылдамдығы жетекші шарықтың айналу жылдамдығына жақын. Ажарлаушы шырақтың айналу жылдамдығы 30...40 м/с құрайды. Жетекші шырақ пен ажарланатын дайындаманың арасындағы ( $\alpha = 1...7^\circ$  бұрышына айналады) қажалу дайындама мен ажарлаушы шырақтың арасынан үлкен болғандықтан, дайындама жетекші шырақпен өңделеді.

Центрсіз ажарлау білдектерінде цилиндрлі және бір қалыпты, сонымен қатар қысқа конустық беттері бар дайындамаларды ажарлайды.

1.21-суретте белдемелері бар жазық цилиндрлі бөлшектерді: қақпақ өзегін (1.21, *a* сурет) және қақпақ итергішін (1.21, *b* сурет) центрсіз ажарлау білдектерінде өңдеу схемасы көрсетілген. Белгіленгендей, буылтықтары бар цилиндрлі бөлшектерді өңделетін 2 дайындаманың ортасына қарай қыса отырып, 4 таянышқа дейін ажарлайды. Дайындаманың тірек шеті таза және жапырылусыз болу керек.

Егер дайындаманы (бір қалыпты немесе сатылы) шарықтастардың ортасымен қозғауға болмайтын болса, кірекесу әдісі бойынша ажарлауды пайдаланады. Өңделетін дайындаманы жетекші шарықтасты ажарлаушыдан бұрғаннан кейін тірек пышағына қояды. Содан соң, жетекші шарықтасты дайындамаға жылжыта отырып, оны ажарлаушы шарықтасқа қысады. Ажарлағаннан кейін жетекші шарықтасты дайындаман бұрып, оны шығарып жібереді.

Егер ажарланатын дайындама жетекші және ажарлаушы шарықтастардың арасымен толық өткізілетін (яғни, оның кемершігі



1.21-сурет. Белдемесі бар центрсіз-ажарлау білдегінде жазық цилиндрлі бөлшектерді өңдеу схемалары:

а) қақпақ өзегін; б) қақпақ итергішін; 1 - колдаушы конус; 2 - дайындама; 3, 5 - ажарлаушы шарықтастар; 4 - таяныш

мен ойықтар) болса, оны бойлап беру арқылы ажарлайды (өткізу). Мұндай жағдайларда, білдекке автоматты жүктемелі құрылғыны орналастырып, оны автоматтандыру жеңіл іске асады.

Қажакты өндірісте жоғары берікті кеуек, керамикалық біріктірілген, ажарлау барысында шарықтастың 50 м/с және одан да көп айналу жылдамдығына жеткізетін шарықтастарды жасап шығаруы, өндіріске жоғары өнімді *жедел ажарлауды* енгізуге мүмкіндік берді. Шарықтастың мұндай айналу жылдамдығында бір түйіршікке кесу тереңдігі азаяды, сондықтан, шарықтастың тозуы да азаяды, оның беріктігі жоғарылайды және өңделген беттің бұдырлығы бір-екі сыныпқа жақсарады. Жедел ажарлау кезінде дайындаманың айналу жылдамдығы 50 м/с дейін өсіп қоймай, бойлап және көлденең берілісі де күшейеді.

Жедел ажарлау үшін жазық тіке бір қалыпты, қарапайым ажарлау кезіндегідей қаттылығы бар шарықтастарды пайдаланады. Бір бөлшекке шарықтастың шығындалуы шамамен 40%-ға азаю кезінде бір уақытта өнімділігі 1,5-2 есеге өседі.

Ажарлаумен өңдеу кезінде, тікелей амалдау барысында өңделіп жатқан бөлшектің диаметрлік шамасын өлшей алатын құрылғыларды пайдалану мүмкіндігі бар.

1.22-суретте ажарлау барысында біліктің диаметрін бақылайтын құрылғының схемасы көрсетілген. Өлшеу құрылғысы үш негізгі бөліктен: майлы амортизатор 1, индикаторлы ұстауыш 4 және 4 ұстағышта орналастырылған 7 ауыстырмалы тоғыннан тұрады. Ауыстырмалы тоғынның 6 және 8 ұштары тіреуші болып табылады; жылжымалы 5 ұшы 9 бұйымның ажарланатын мойнының кемшіліктерін қабылдайды да 3 индикаторға жібереді. Төменгі тіреуіш 8 ұшы бұйымның 5 ұштығының диаметрды жазығында



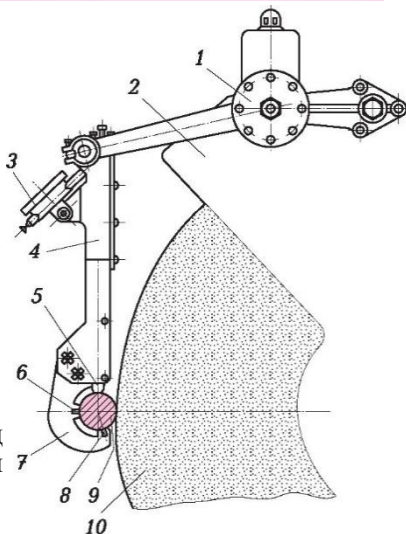
тимей, ажарланатын біліктің айналу бағытынан шамамен  $15^\circ$  ауысып тиеді, бұл барлық индикаторлы тоғынды бұйымға отыруын берік және тиянақты етеді. Өлшеуіш құрал **10** ажарлаушы шарықтасының **2** қаптамасында орналастырылады.

Егер **3** индикаторының орнына немесе оған қосымша электр түйіспелі сезгішін бекітсе, білдекті басқаруды автоматтандыруға болады.

Соңғы кезде көбінесе беттерді **қажакты таспалармен ажарлап** өңдеу қолданылуда.

Қажакты таспалармен ажарлаудың құндылығы мынада:

- қажакты таспаның беріктігін күшейтетін және өңделетін бөлшектің шалыстануын толық жоятын жылу шығаруды азайтуында;
- электрстатикалық өріске тұндыру әдісімен түйіршіктерді таспа бетіне тік орналасуымен біркелкі түсіру нәтижесінде ажарлаушы шарықтасың бетімен салыстырғанда қажакты таспа бетінің көбірек біртектілігінде;
- ажарлаушы шарықтасымен салыстырғанда бет бірлігіне кесуші түйіршіктердің көптігі, нәтижесінде өнімділіктің күшейю;
- тербелу мен соққы жүктемесінің жоқтығы өңделетін беттің жоғары сапалығын қамтамасыз етеді.



1.22-сурет. Ажарлау кезінде біліктің диаметрін бақылайтын құрылғының схемасы

Қажакты таспалармен қара және түрлі-түсті металлдарды, және де металл емес материалдарды өңдеуге болады.

Қажакты таспаларды матадан (мысалы, саржадан) немесе бетіне қажакты: бола өңдеу үшін нормалы және ақ электркорунд, сұр шойынды, жезді және алюминий қорытпаларын өңдеу үшін кремний карбидін және қола мен қақталған шойын түйіршіктерін желіммен (шел желімі және т.б.) жағылған қағаздан дайындайды.

Көп қабатты таспаларды, дайындалуының күрделілігі мен жоғары құндылығына қарай сирек қолданады.

Таспаның қалыңдығы (қажактың қабатымен бірге) 21 мм-ден аспайды. Таспаның енін өңделетін беттің ұзындығына қарай, соның ішінде айналу денелерінің (біліктердің) бетін ажарлау кезінде, соның ұзындығына тең енімен тандайды. Қажакты таспаның ұзындығы өңделетін дайындаманың көлеміне және ажарлау процесінің өнімділігіне берілетін талаптарға тәуелді, себебі қажакты таспаның ұзындығы мен еніне қаншалықты үлкен болса, таспаның бір айналымында кесу үдерісіне соншалықты көп түйіршік саны қатысады. Өндіріс тәжірибесінде ені 10-нан 3 000 мм-ге дейін және ұзындығы 500-ден 7000 мм-ге дейін қажакты таспалар қолданады.

Қажакты таспамен ажарлау тәсілдерін, оның өңделетін бетке бастырылуына байланысты бөледі.

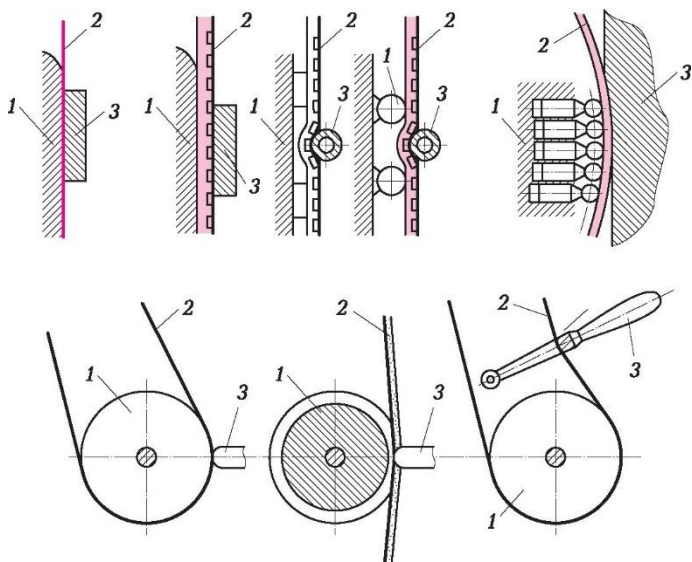
1.23-суретте қажакты таспамен ажарлау әр түрлі тәсілдерінің схемасы көрсетілген.

Өңделетін беттің пішініне қарай, таспаның бос бөлігімен жетекші түйіспелік шарықтаста немесе үлгісінің қажаты таспа көшіріп ала алатын, өтпелі түйіспелік шарықтаста ажарлауға болады.

Таспаның бос бөлігімен өңдеу көбірек өнімді болып табылады, себебі бұл жағдайда қажакты таспа түйісудің үлкен бетін алып, өңделетін дайындаманың көп бөлігін қамтиды, нәтижесінде цилиндрлік және аз радиуста қисайған қисық сызықтыдан басқа барлық беттерді ажарлауға мүмкіндік береді.

Түйіспелі шарықтаста өңдеу кезінде сондай өнімділікті қамтамасыз ету үшін көбірек жұмыс жасау керек. Мұндай жағдайда ажарлаудағы өнімділік түйіспелі шарықтастың диаметріне кері пропорционалды, бірақ диаметрі 150 мм кем шарықтастар қолданылмайды.

Кейде түйіспелі шарықтастың орнына, өңделетін дайындаманың екі жағына орналастырылған екі тірек пайдаланады, бұл жағдайда, дайындаманы қажакты таспамен орау бұрышы, содан түйіспенің



1.23-сурет. Қажакты таспамен ажарлау схемалары:  
 1 - қысу; 2 - қажакты таспа; 3 - өңделетін дайындама

ауданы да үлкейеді. Қажакты таспаның созылуы созатын аунақшалармен реттеледі.

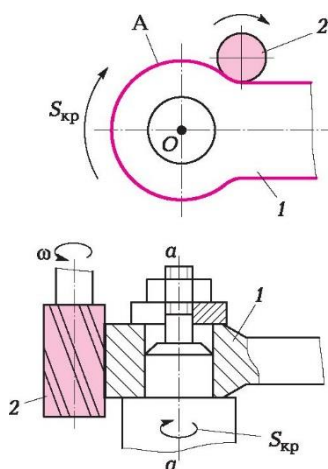
Қажакты таспаға өңделетін беттің қысымын болат пен шойыннан дайындамаларды өңдеу кезінде 0,05...0,2 МПа шегінде, ал түрлі-түсті қоспалар мен алюминийден - 0,04 МПа артық емес.

Қажакты таспамен беттерді өңдеу кезінде кесу жылдамдығын өңдеу материалына, өңдеу сипатына (қаралтым және таза) және басқа да факторларға байланысты таңдайды. Болаттан жасалатын дайындаманың айналу денелерінің сыртқы беттерін қаралтым ажарлау барысында созу кезіндегі беріктігінің  $\sigma_b \leq 800$  МПа шегінде 25...30 м/с кесу жылдамдығын ұсынады, шойын мен қоладан дайындамада сәйкесінше -  $\sigma_b > 800$  МПа - 15...20 м/с, алюминийден - 45...50 м/с.

#### ***Тұйықталмаған цилиндрлік беттерді өңдеу.***

Жонумен өңдеуге келмейтін тұйықталмаған цилиндрлік беттерді фрезермен немесе тартумен өңдейді. Нұсқалардың бірі, айналмалы үстелде немесе құрылғымен тік-фрезерлік білдекпен өңдеу болып табылады. 1 дайындаманың А цилиндрлік бетінің О

1.24-сурет. Тұйықталмаған цилиндрлік бетті өңдеу схемасы



ортасына бекіту кезінде (1.24-сурет) үстелдің немесе құрылғының айналуын **а-а** осімен қиыстырады. Шеткі 2 фреза ю кесу жылдамдығымен айналады және тұйықталмаған шеңбердің бетімен материалдың қабатын ала отырып,  $S_{айн.}$  айналмалы беріліс жылдамдығымен аунайды және цилиндрлік беттің бөлігін құрайды.

**Сыртқы цилиндрлік беттерді өңдеу.** Машинаның сенімділігі мен төзімділігі көптеген технологиялық факторлардан, соның ішінде, дайын бөлшектердің беттерінің дәлдігі мен бұдырлығына, соның ішінде, дайын бөлшектердің беттерінің қажетті параметрлерін қамтамасыз ететін, беттерді өңдеу әдістеріне (финишті амалдар) тәуелді екені белгілі. Сыртқы цилиндрлі беттерді өңдеудің өңдеу әдістері өңдеудің жоғары дәлдікті әдістері болып табылады. Оларға:

- жұқалай жону;
- ысқылау;
- аса ажарлау;
- тегістеу;
- әрлеу жатады.

Саналған өңдеу әдістерінің ортағы деп келесіні атауға болады:

- бұл амалдарда өте аз, соңғы шамаға әдіппен есептелетін әдіп шешеді;
- барлық амалдарда (жұқалай жонудан басқа) тек сол беттің дәлдігі (өлшемнің дәлдігі) қамтамасыз етіледі.

Саналған өңдеу әдістерінің айырмашылығы мынада:

- қажетті жабдықтар;
- өңдеуге арналған құрал;
- бетті өңдеуден алынатын нәтиже.

**Жұқалап жону.** Жұқалап жону кезінде алмаз (қатты қорытпалы) кескіштермен жай бойлап, жоғары жылдамдықты кесумен және азғантай кесу тереңдігімен жүргізеді. Кесу жылдамдығы тек кескіштердің беріктігімен, айналдырғының айналу санымен және айналдырғының ең жоғары айналу айналымынан пайда болатын дірілдеумен шектеледі. Жұқалап жонуды түрлі-түсті материалдардан және қоспалардан, шойыннан, көміртекті болаттардан жасалатын бөлшектерді өңдеу үшін пайдаланады.

Тек белгіленген қолданыстағы білдектерді ғана емес, қажетті кинематикалық параметрлері мен дәлдігі бар жонғыш білдектерді де пайдаланады. Дайындаманы бекіту және орналастыру кәдімгі қайраудағыдай, бірақ жоғары дәлдікпен. Алмаз кескішпен жұқалап жону келесі дәлдікті алуға мүмкіндік береді:

- диаметрі бойынша - 5-ші квалитет деңгейінде;
- пішіні бойынша - 0,003...0,005 мм кем емес сопақтығы және конустығы;
- бұдырлығы бойынша -  $Ra$  0,25 мкм.

2-қосымшада жұқалап жону режимдері көрсетілген.

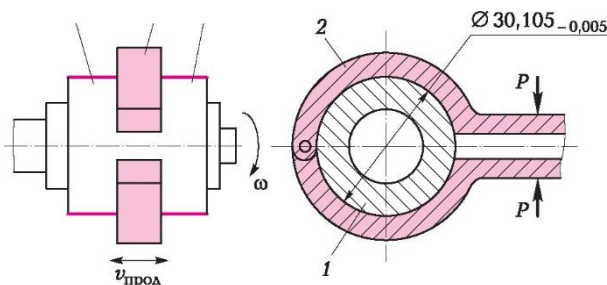
**Ысқылау.** Ысқылау - бұл дөңгелектігі бойынша жақсы көрсеткіштері бар дәл беттерді алу үшін қолданылатын жұқа және дәл қажақты өңдеу. Ысқылау амалдарын ысқыштар, қажақты ұнтақ және майлау көмегімен орындайды. Үдерістің механикалауына байланысты ысқыштар қолды және машиналық болу керек.

Ысқылау үшін жұмсақ материалдар: шойын, түрлі-түсті металл және қоспалар, пластмасса, айналы әйнек және басқалардан дайындалатын ысқыштарды пайдаланады.

Негізгі **ысқылау** материалдарына қарапайым корунд, қалыпты және ақ электркорунды, кремний карбиді, хром тотығы, алмаз ұнтағы және бор карбиді жатады. Қажақты түйіршіктердің шамалары немесе микроұнтақтар металл орымына және ысқылау және жетілдіру үдерісіндегі беттің бұдырлығына әсер етеді, сондықтан ысқылау материалдарын таңдау берілген талаптарға тәуелді.

Ысқылауды келесідей жүргізеді:

- ысқыш беті және өңделетін беттің кейбір қысымына қажалу нәтижесінде ысқыш бетіне өңдеу үдерісінде енгізілетін бос қажақпен;
- ысқыш бетіне алдын ала енгізілген қажақпен;



1.25. сурет Сыртқы цилиндрлі бетті ысқылау схемасы

- жұмсақ қажаушы материалдарды (мысалы, веналық әктас (кальций мен магний тотықтарының қоспасы), хром тотығы т.б.) пайдалану кезінде бос енгізілмейтін қажақпен;
- өңделетін беттен оксидтерді алу үшін керосин ортасында химиялық пасталармен (мысалы, ГОИ).

АӨС орнына керосинді, бензинді және машина майын пайдаланады.

Машиналықпен қатар қолды ысқышты (мысалы, қос беттестірілген бөлшектерді бір мезгілде өңдеу) пайдаланады. Бұл жағдайда, екі бөлшектің беттестірілген беттері өзара бір бірімен ысылып, ысқыштардың функциясын орындайды.

Сыртқы цилиндрлі бетті ысқылау үшін ысқышты ысқыланатын бетті түгел жабатын екі жартылай цилиндр түрінде (оларды жақындату мүмкіндігімен) жасауға болады. Сыртқы цилиндрлі А бетін (1.25-сурет) машиналық-қолдан ысқылау кезінде кішкентай айналмалы  $\omega$  жылдамдығымен 1 дайындаманы айналдыруды механикалық іске асырады, ал 2 ысқышты қолдан  $P$  күшімен қысады, айналымнан тоқтатады және дайындаманың осінің бойымен  $v_{\text{өнім}}$  жылдамдығымен жылжытады.

Ысқылаудың дәлдігі мен өнімділігі көбінесе түйіршіктілігі мен қажақтың, майлаудың және өңдеу режимінің түріне байланысты. Пішін бойынша кемшіліктері 0,001 мм болып шығады, бұдырлығы - 14 сыныпты. Өңдеуге жіберілген әдіп 0,01 мм-ден артық болмау керек, өйткені ысқылау үдерісі уақыты бойынша өте ұзақ болуы мүмкін.

**Аса ажарлау.** Бұл соңғы ажарлаудан кейін алынатын, беттің бұдырлығын көбірек азайтуға бағытталған өңдеу үдерісі.

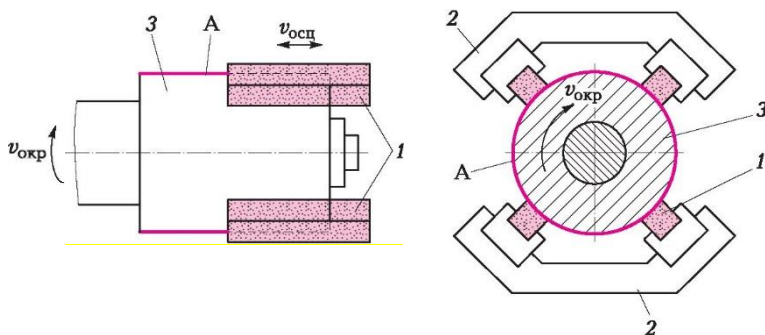
Кейбір жағдайларда бетті өңдеуді қажақты қайрақпен жүргізеді, олар азғантай күшпен өңделетін бетке тақалады. Басқа жағдайларда өңдеуді, 2,5 м/с дейін айналмалы жылдамдықтағы қажақты шарықтастармен жүргізеді. Қажақты 1 қайрақтарды (1.26-сурет), олардың азғантай күшпен өңделетін А бетке тақалуын қатамасыз ететін 2 бастиегіне бекітеді. Дайындама 3 және 1 кесуші құрал бұл жерде кемінде үш салыстырмалы қозғалыс алады:

- $v_{айн.} = 0,05...2,5$  м/с айналмалы жылдамдығы бар 3 дайындаманың жай айналмалы қозғалысы;
- қажақты қайрақ пен бастиектің дайындаманың осі бойымен  $v_{терб.}$  болар болмас тербелмелі қозғалысы, амплитудасы 2...6 мм және жиілігі минутына тербелістердің 200...1 000.
- қажақты құрал мен бастиектің  $v_{өнім.}$  болар болмас жылдамдығымен дайындаманың осі бойымен бетімен жылжуы.

Өңдеу арнайы қолдану білдектерінде немесе арнайы бастиекті пайдалана отырып, жонғыш білдектерде жүргізіледі. Майлау міндетті (керосин мен май). Өңдеу барысында металлдың өте аз бетін (0,005...0,0075 мм) алады.

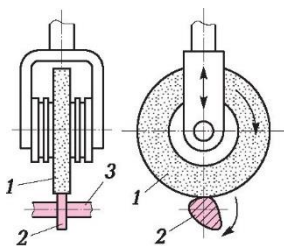
**Дайындаманы** жеткізуді қажақты қайрақпен немесе қажақты шарықтаспен іске асырады.

1.27-суретте тарату білігінің жұдырықшаларын жеткізу схемасы көрсетілген. Бұл жағдайда, өңдейтін құрал 1 ажарлаушы шарықтас, ол жұмыс барысында 3 тарату білігінің 2 жұдырықшасының бетімен түйісіп тұрады.



1.26-сурет. Аса ажарлау схемасы

1.27-сурет. Жұдырықшаларды жеткізу схемасы



Тарату білігі бір мезгілде айналатын және тербелетін қозғалыс, сонымен қатар, жасаушының бойымен ілгерілмелі қозғалыс жасайды, соның арқасында, өңделетін бетті жұқа жеткізу іске асырылады.

**Тегістеу** - бұл өте аз бұдырлығы бар құралмен, жоңқасын алмай бетті өңдеу үдерісі. Өңдеу, құрал мен өңделетін беттің арасында сырғанау үйкелісі немесе домалау үйкелісі болған жағдайында іске асады. Бұл жерде, беттің тек геометриялық параметрлері ғана емес, оның сыртқы бетінің көрсеткіштері де өзгереді. Алға қойған мақсатына байланысты тегістеуді үш түрге бөледі:

- калибрлеу - беттің дәл көлемін күшейту және оның бұдырлығын азайту негізгі мақсатын көздейтін тегістеу түрі болып табылады;
- әрлеу - беттің бұдырлығын азайту мақсатында тегістеу;
- беріктендіру - материалдың беткі қабатын беріктендіру мақсатында тегістеу.

Калибрлеп тегістеуді қатты тегістеу деп атайды. 2 дайындаманың сыртқы цилиндрлі В бетін тегістеудегі құрал 1 құралбілігінде бекітілген 6 кішкене шар (1.28, а сурет) болып табылады, ол өңделетін бетке үлкен қысым түсіреді және өңделетін беттің осінің бойымен кішкене  $v_{prod}$  жылдамдығымен жылжып отырады.

Берік тегістеу кезінде 3 шығыршығы (1.28, б) В өңделетін бетке, 4 серпілмелі элементімен (серіппе) тудырылған шектелген күшпен әсер етеді. Шығыршық 3 құралбілікпен 5 өңделетін беттің осінің бойымен кішкене  $v_{өнім}$  жылдамдығымен жылжып отырады.

Тербелмелі тегістеуді де қолданады, бұл кезде кішкене шарға жиілігі 1000 тербелістен жоғары және 2 мм-ден аса амплитудасы бар қосымша тербелу қозғалысын жібереді.

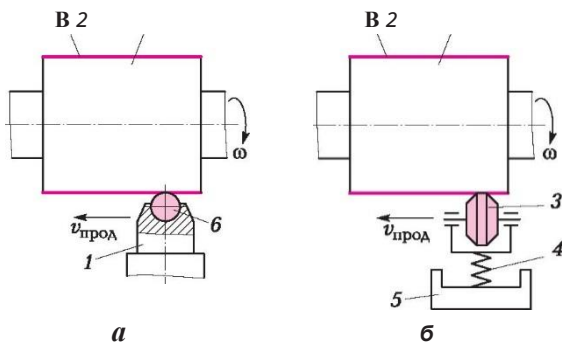


Әрлеп тегістеу кезінде беткі беттің пішінін өзгерту тереңдігі беттің бұдырлығының шегінде орналасады. Цилиндрлі беттің диаметрі бетінің қисықтығының  $Ra$  биіктігінен тегістеуге дейін 10...30% азаяды. Тегістеудің бұл түрі нақты жағдайларда ажарлауды немесе ысып жылтыратуды ауыстыра алады.

Беріктеп тегістеу міндетті бөлшектердің беріктігін күшейту үшін пайдаланылады. Көбінесе, домалау үйкелісі жағдайында құралбілікпен жаймалау немесе жазу үшін пайдаланады. Тегістеудің бұл түрінде материалдың пішінін өзгерту тереңдігі беттің бұдырлығының биіктігінен асатын аса тереңдікте жүреді. Бұл жерде дәлдікті күшейту және бұдырлығын азайту туралы мақсат қойылмайды, себебі ол беріктелу үдерісімен жүреді.

Тегістеудің ерекше түрі алмазбен тегістеу болып табылады, бұл кезде алмаздың жұмыс бөлігіне радиусы 1,5...4 мм сфералық форма береді. Алмаздың әртүрлі металлдардың үстімен сырғанау үйкелісінің аз коэффициенті және жоғары беріктігі жоғары қаттылығы бар ( $HRC \geq 60$ ) дайындамаларды тегістеу кезінде жақсы нәтижелер алуға мүмкіндік береді. Бұл кездегі өңдеу режимдері келесідей болады: бойлап беріліс - дайындаманың 0,04...0,1 мм/об, өңдеу жылдамдығы - 40...50 м/мин.

**Әрлеу.** Құрамында қажағы бар жылтыратқыш паста бетіне жағылған киізден, теріден немесе матадан дайындалған иілгек шарықтастың көмегімен бетті өңдеуді айтады. Әрлеуді ұсақ қажақты түрпі қағазбен жүргізуге болады.



1.28-сурет. Сыртқы цилиндрлік бетін тегістей схемалары:  
*a* - шарикпен қатты тегістеу; *б* - роликпен берік тегістеу

Егер әрлеуді, оған дейінгі өңдеудің іздерін кетіру мақсатында және бетті жылтырату үшін қолданатын болса, беттің өзінің дәлдігіне аса мән берілмейді. Егер жоғары дәлдікті бөлшекті әрлейтін болса, өңдеуге белгілі бір әдіп беліглейді және әрлеуге дейінгі және соңғы шамасын бақылайды.

## 1.2. АЙНАЛУ ДЕНЕЛЕРІНІҢ ІШКІ БЕТТЕРІН (ТЕСІКТЕРДІ) ӨНДЕУ

**Тесік түрлері.** Тесіктерді өңдеу механикалық өңдеудің жалпы көлемінде көп орын алады және құралдың немесе дайындаманың айналмалы және ілгерілемелі қозғалысы кезінде іске асырылады.

Тесіктерді келесідей бөлуге болады:

- әртүрлі бөлшектердегі бекіту тесіктері (бекітуші бұрандама, винт, шпилька, заклепка және т.б. үшін тесіктер). Мұндай тесіктерді дайындау дәлдігі үлкен емес (11-ші, 12-ші квалитет және одан да қаттырақ). Мұндай тесіктерді көбінесе бір немесе көпайналдырғылы бұрғылайтын білдектерде бұрғылайды;
- әртүрлі конфигурациялы және дәлдікті сатылы немесе жазық тесіктер, айналу денелері болып табылатын бөлшектерде болады; оларды бұрғымен өңдейді (кейбір жағдайларда үңгіштеу немесе жазумен жалғастырылады) немесе бір мезгілде сыртқы цилиндрлі беттерді жонғышпен өңдей отырып, кескішпен өңдейді;
- корпусты бөлшектердегі міндетті тесіктер, оларды өңдеу дәлдігі жұмыстың дәлдігі мен машинаның түйіндерінің ұзақ төзімділігі (мысалы, редуктор) немесе машинаның жұмыс істеу сапасы (білдектердің корпусты бөлшектерінің айналдырғылары үшін тесіктер) анықтайды. Мұндай тесіктерді дайындау дәлдігі көбінесе 7-ші, 8-ші және одан да көп квалитеттеріне сәйкес. Мұндай тесіктерді әртүрлі әмбебап немесе арнайы белгіленген білдектерде дайындайды;
- $L$  ұзындығы  $d$  диаметріне ( $L/d > 5$ ) қатынасы бар бестен көп терең тесіктер, мысалы, білдектердің айналдырғыларының тесіктері, бос денелі біліктер және т.б. Мұндай тесіктерді арнайы белгіленген білдектерде өңдейді;

- конустық және бір қалыпты (қисық сызықты негізбен) тесіктер, олар конустық немесе қисық сызықты кесішу шеті бар өңдеуші құралмен өңдейді немесе көшіргіш құралмен жону;
- бір қалыпты (дөңгелек емес қимамен) тесіктерді созу, тесу немесе қашау арқылы өңделеді.

Тесіктерге, белгілеріне байланысты келесі талаптар қойылады:

- берілген дәлдікпен диаметрі бойынша тесіктің көлемінің келтірілуі;
- тесіктің осі мен оны жасаушы беттің түзу сызықтылығы;
- тесіктің дұрыс цилиндрлі формасы (конустықтың, сопақтықтың және бедерлеудің жоқтығы).
- бөлшектің шеткі беттеріне көлденеңдігі.

Дөңгелек қималы тесіктерді өңдеуді бұрандамалы, жонушы, жонғышты, айнымалы, револьверлі білдектерде, жонғышты-револьверлі жартылай автоматтар мен автоматтарда, созбалы және ажарлаушы білдектерде жүргізеді.

Тесіктерді өңдеу кезінде дәлдікке жету үшін жұмыс жүрістерінің санын өсіруді пайдаланады, сол себепті алғашқы өңдеудің кемшіліктерін жол берілетін шамаға дейін бірітіндеп жеткізу қажет. Осыдан, 8-ші, 9-шы дәлдік қалыпты бойынша жазық білікті жөрмеу үшін екі жұмыс жүрісі жарайтын болса, тап сондай диаметрлі және тап сондай дәлдікті тесікті өңдеу үшін төрттен кем емес амалдар: екі бұрғымен бұрғылау, үнгіштеу және бір немесе екіретті жазу және ауысымдар қажет.

Күнделікті жағдайда, көп санды ауысымдары бар тесіктерді өңдеу кезінде өңделетін тесік пен өңделетін дайындаманың қандай да болса сыртқы цилиндрлік бетімен жоғары дәлдікті остестігіне жету мүмкін болмайды. Сол себепті, тесіктің басқа беттермен жоғары дәлдікті остестігін қамтамасыз ету үшін, алдымен тесікті толықтай өңдеу қажет, содан кейін дайындаманы осы тесікпен дәл түзеткішке орнатып, дайындаманың бетін толық өңдейді.

Тұтас металлдағы 80 мм-ге дейінгі диаметрлі тесіктерді шиыршық бұрғымен бұрғылайтын білдектерде, және де әртүрлі жонғыш тобындағы білдектерде бұрғылайды. Диаметрі 80 мм-ден үлкен тесіктерді бұрғылау үшін арнайы құрылғылардың бұрғылау бастиектерін пайдаланады; бұл амалды дұрысында кеулей жону білдектерінде орындайды.

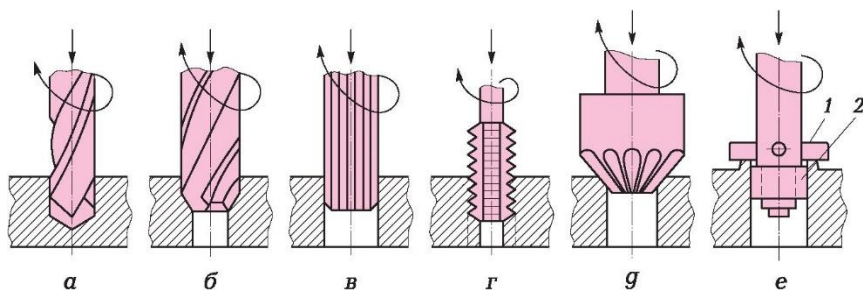
**Цилиндрлі тесіктерді бұрғылаумен өңдеу.** Дайындаманың тұтас материалында цилиндрлі тесікті алудың кең тараған әдісі бұрғылау болып табылады. Кесуші құрал бұрғы болып табылады. Дайындамаға қатысты бұрғының қозғалысын қозғалмай тұрған дайындама бұрғыны айналдыру немесе қозғалмай тұрған бұрғыға дайындаманы айналдыру арқылы қамтамасыз етеді.

Бөлшекке арналған құрылғыны пайдаланбай бұрғылаудың бастапқы моментінде бұрғының жанына қозғалып кетуін азайту үшін алдымен, жоғарғы жағында аз бұрышпен ұшталған қатты қысқа бұрғымен бұрғылайды, немесе болашақ тесіктің ортасына накерлейді.

Бұрғылау білдектерінде бұрғылауды негізінен бөлшекке арналған, кондуктор деп аталатын құрылғыны пайдалана отырып жүргізеді. Кондукторда, дайындаманың басқа беттеріне қатысты тесіктің орнының дәлдігін қамтамасыз ететін, дайындаманың дәл жеріне бұрғыны бағыттайтын кезеулеткіш төлке болады. Жонғыш тобының білдектерінде бұрғылауды, жонғыш білдектің артқы бөлігінде бекітілген бұрғыны қолмен беру арқылы жүргізеді.

Бұрғылаудан кейін алынған тесіктің диаметрінің дәлдігі негізінен бұрғының диаметрінің дәлдігіне байланысты. Алынған тесіктің осінің орнының дайындаманың негізгі бетіне қатысты дәлдігі негізінен құрылғыға дайындаманы негіздеу дәлдігіне, соның ішінде кондуктордың дәлдігіне байланысты. 3-қосымшада бұрғылаудан алынатын тесіктердің дәлдік параметрлері көрсетілген.

Бұрғылау білдектерінде орындалатын негізгі өңдеу түрлері 1.29-суретте көрсетілген.



1.29-сурет. Бұрғылау білдектерінде орындалатын өңдеудің негізгі түрлерінің схемасы (а-е)

Тесіктерді бұрғылау бұрғының айналымы мен оның оське берілісі кезінде жүзеге асады (1.29, а сурет). Құрал қызметін кәдімгі шиыршықты бұрғы немесе басқа конструкциялы бұрғы атқарады.

Бұрғылау білдегінде көбінесе бұрғылап кеңейтуді орындайды, яғни бұрын бұрғыланған тесікті диаметрі үлкен бұрғымен қайтадан өңдейді. Бұл жағдайда, үлкен диаметрлі тесіктерді бұрғылау кезінде центрлер арасындағы ара қашықтық сақталады, себебі үлкен диаметрлі бір бұрғы бұрғылау осінен көп ауытқу беруі мүмкін. Кәдімгі бұрғылау кезінде тесіктің 8-11 квалитеті бойынша дәлдігіне жеткізіледі.

**Тесіктерді үңгілеу** (1.29, б сурет) үңгімен жүргізіледі және бұрын бұрғыланған цилиндрлі тесіктің геометриялық формасын жақсарту үшін қызмет етеді. Үңгілеу, бұрғылаудан кейін тесіктің өңдеудің бір сыныпқа жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді.

**Тесіктерді күшейтуді** (1.29, в сурет) үңгілеуден кейін, осыған дейінгі өңдеудің шала іздерін кетіру үшін орындайды. Күшейтуді бір немесе бірнеше рет жүргізеді. Бір реттік күшейтуде тесікті өңдеудің 7-9 квалитет бойынша дәлдігіне, ал екі-үш рет күшейту кезінде 7-ші, 8-ші квалитет бойынша дәлдіктерге жетуге болады. Күшейту кезінде тесіктің бетінің бұдырлығын  $Ra$  1,25...0,63 мкм жеткізуге болады.

Бұранда кесуді (1.29, г сурет) тесікті бұрғылаудан кейін, кесілетін бұранданың өлшеміне қарай, әртүрлі конструкциялы белгі салушылармен жүргізеді. Бұл жерде, бұранданы кескеннен кейін дайындамадан белгі салушыны шығару үшін айналдырғының кері жүрісі (кері қимылдауы) қажет. Ерекше жағдайлары, түсуші деп аталатын белгі салушылар (айналдырғының ұясынан түсіп қалатындар) және арнайы сомын белгі салушылар, оларда кесілген сомындар белгі салушының сабағының жазық бөлігіне бірітіндеп жылжиды.

**Үңгіштеуді** (1.29, д сурет) жүзді шығару үшін тесікті бұрғылағаннан кейін, мысалы бұранданың жасырын бастиегін жасау үшін қолданады.

**Шенжоңғылау** (1.29, е сурет) дайындаманың дөңесшенің шет жағын кесу үшін немесе сатылы тесік алу үшін көзделген. Бұл амал арнайы құрал - шенжоңғымен орындалады, оның өңделетін беттің диаметрінің көлемімен орналастырылған 1 жылжымалы кескіші және сатылы тесіктің беттерінің остестігін қамтамасыз ету үшін 2 бағыттаушы бөлігі бар.

Бұрғылау білдектерінде, саналған негізгі жұмыстардан бөлек, арнайы құралмен, тесікке басқа түрлі өңдеулер орындауға болады, мысалы, тесіктердің цилиндрлі және шеткі беттеріне фасонды қырнау жасалады.

Кәдімгі бұрғылау білдектерінде *терең тесіктерді бұрғылау* кезінде шиыршық бұрғылар тесіктің осінің дұрыс бағыты мен түзу сызықтылығын қамтамасыз ете алмайды. Кесуші жиектердің осьтік қозғалысының бағытының түзу сызықтылығын шиыршық бұрғылар қажетті мөлшерде шығара алмауына байланысты, айналдырғының белгіленген айналу осінің бағытынан басқа жаққа кетіп қалуы орын алады. Тесіктің осінің түзу сызықтылығы бұл жағдайда, бұрғының қаттылығы мен тесіктің бұрғыланған бөлігімен жылжитын және бұрғының жырасының бойымен орналасқан таспалардың бағытталған қозғалысымен қамтамасыз етіледі.

Бұрғының екі кесуші жиегін әртүрлі ұштаған кезде немесе олардың әртүрлі мұқалуы кезінде, бұрғы тесіктің осін айналдырғының айналу осінен басқа жаққа қапталға кетеді. Бұрғының қапталға кетуіне, бұрғылаудың бастапқы сәтіндегі бұрғының жұмыс істеуі әсер етеді, себебі, сол кезде кесуді бұрғының осіне көлденең орналасқан тек көлденең жиекпен жүргізеді. Сонымен қатар, жұмыс барысында бұрғыда үлкен иілгіш кемшіліктердің (бойлап иілуі) болуы, айналдырғының подшипниктерінде оймалардың болуы, бұрғының бас және қосалқы кесуші жиектеріне қиықтардың тегістелмей жабысуы айналдырғының осіне бұрғыға қапталға кету жағдайын тұғызады.

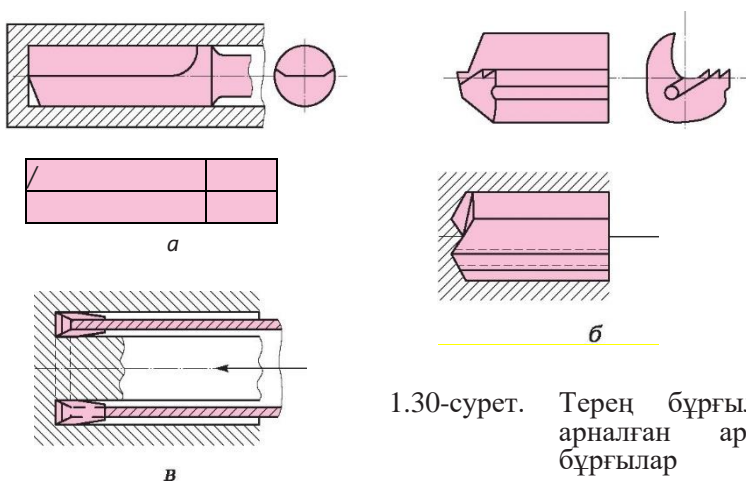
Бұрғының қапталға кетудің немесе тесіктің осінің қисайып кетуінің алдын алу үшін келесі әдістер мен жұмыс тәсілдерін қолданады:

- аздан беру, сонымен қатар екі кесуші жиектің біркелкі еңкеюін сақтай отырып, бұрғыны мұқият ұштау, бұрғының тозуын және кесуші және қосалқы жиектеріне металлдың жабысуын бақылау, бұрғыны қажетіне қарай салқындату;
- алдын ала үлкен диаметрлі қысқа бұрғының көмегімен ( $2\phi=90^\circ$  биіктігіндегі бұрышы) бұрғылау, ол револьверлі білдектер мен автоматтарда кішкентай диаметрлі бұрғылармен тесіктерді бұрғылау кезінде аса қажет;
- тесіктің ұзындығының диаметріне салыстырмалы азғантай қатынасы кезінде кондукторлы төлкенің көмегімен шиыршық бұрғының бағытымен бұрғылау;
- айналып тұрған дайындаманың кезінде бұрғылау; бұл жағдайда, бұрғының әншейінде ығысуына бейімділігіне қарсы өзі центрлеу орын алады.

Өңделетін дайындама айналып тұрған кезінде терең тесіктерді айналып тұрған немесе айналып тұрмаған бұрғымен бұрғылауға болады. Құралдың айналуы бұл жағдайда кесу жылдамдығын өсіру құралы ретінде пайдаланылады.

Дайындаманың айналуы кезінде тесіктерді бұрғылау әдісін жону білдектерінде және терең бұрғылау білдектерінде де (зеңбірек оқпанында, білдектердің айналдырығыларында, бос біліктерде тесіктер бұрғылау) қолданылады.

**Терең бұрғылауға арналған арнайы бұрғылар** конструкциялар тесіктің бұрғыланған бөлігінің бетімен бұрғының кесуші бөлігінің остік қозғалысының мұқият бағытталуын құруды көздейді. Мұндай бұрғыларды бір немесе бірнеше кесуші жиектермен дайындайды. Мұндай бұрғының қарапайым түрі зеңбірек бұрғы (1.30, а сурет). Бұл бұрғының тек бір ғана кесуші жиегі және ұзын бағыттаушы бөлігі бар. Бағыттталатын бөліктің және тесіктің бұрғыланған бөлігінің бетімен шектесуі  $180^\circ$  аз көп доғамен жүргізіледі. Тесіктің бетімен түйісетін бұрғының жұмысшы бөлігінің бағыттаушы бетін, бұрғы тесікке тіреліп қалмау үшін кесетін жиегінен бұрғының өзегіне еңкейтіп бағыттап орындайды.



1.30-сурет. Терең бұрғылауға арналған арнайы бұрғылар конструкциялары (а-в)

Бұрғыны дұрыс бағыттау үшін бұрғылаудың бастапқы сәтінде бұрғының жұмысшы бөлігінің диаметрі бойынша бұрғылаудың диаметрінің жартысынан көп тереңдігіне алдын ала ұштау қажет. Зеңбіректі және соған ұқсайтын бұрғыларды тұтас металлдрда бұрғылауға және алдын ала аз диаметрлі бұрғылармен бұрғыланған тесіктерді одан әрі үлкейту үшін қолдануға болады.

Терең бұрғылау үшін ең жақсы түрлі бұрғы қарулы бұрғы болып табылады (1.30, б сурет). Мұндай бұрғының бағытталған бөлігі кесуші бөліктің дұрыс бағытталуын қамтамасыз етеді, себебі тесіктің шамамен  $250...260^\circ$  градусты шеңберлі доғасын қамтиды. Мұндай бұрғылардың, зеңбірекілі сияқты жұмысшы бөлігін кесуші жиегінен өзегіне дейін конустықпен дайындайды. Бұрғының үйкелуін азайтып, салқындауын жақсарту үшін, оның бағыттайтын бөлігімен қасқалшаларын алады. Қарулы бұрғылардың кесуші жиегін көбінесе жаңқаларды жақсырақ үгу үшін кесілген сызық түрінде дайындайды.

Арнайы бұрғылардың көптеген конструкцияларында терең бұрғылау үшін өзек пен тесіктің бетінің арасындағы тесікке және қатты қысыммен бұрғының кесуші жиегіне түседі. Одан соң, сұйықтық үгілген жоңқаларды қамтып алып, бастиектің жазық орталық бөлігі мен бұрғының өзегімен тесіктен төгіледі.

Қарулы бұрғылар тек бұрғыланған тесікпен емес, тұтас металлда да жұмыс істей алады.

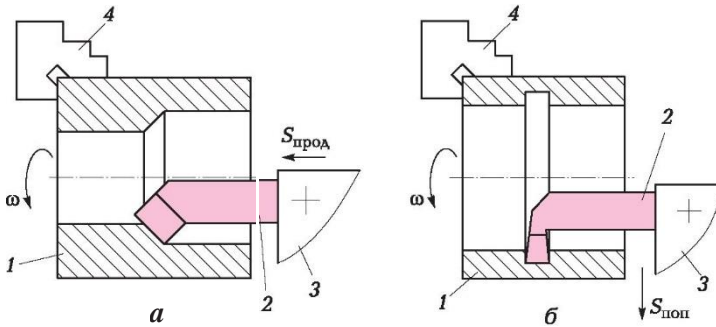
Арнайы бұрғылармен жұмыс кезінде, өңделетін материалдың тесігінің диаметріне, қажеті бұдырлығына және өңделетін беттің дәлдігіне байланысты  $0,02...0,05$  мм/айн. берілісті пайдаланады.

Үлкен диаметрлі тесіктерді терең бұрғылау үшін ең тиімді бұрғының түрі бос денелі бұрғы болып табылады. Мұндай бұрғыны пайдалану кезінде жойылатын металлдың сақиналы бөлігі ғана жаңқаға айналады да, ішкі бөлігі тұтас болып қалады және бұрғылау аяқталғаннан кейін оны цилиндрлі өзек ретінде жояды.

Арнайы бұрғылардың бұл түрі (1.30, в сурет) тұтас металлда сақиналы пазды кесу үшін салынбалы пышақтары бар бастиектен тұрады, ол кескішпен көмегімен бұрғымен бастиегімен қосылған. Мұндай арнайы бұрғылар үлкен бос денелі біліктерді, ұзын білдектердің айналдырғыларын және т.б. терең бұрғылау үшін пайдаланады.

Үңгілеу мен күшейтуге амалдау әдіптері 5 және 6-қосымшаларда көрсетілген.





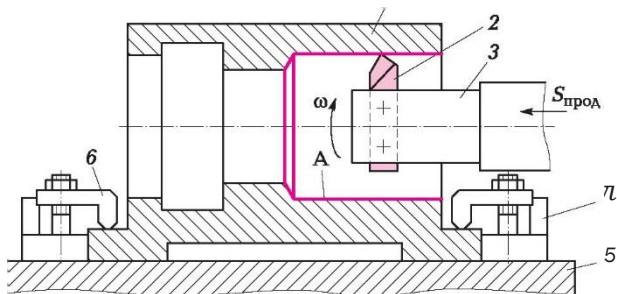
1.31-сурет. Тесіктерді үлкейту схемалары:  
*a* - бойлап беріліс; *б* - көлденең беріліс

**Цилиндрлі тесіктерді жонғыш білдектерде өңдеу.** Жонғыш топтағы білдектерді тесіктерді күшейту кезінде 4 құрылғысында бекітілген 1 дайындамасы  $\omega$  бұрыштық жылдамдығымен айналады, ал 2 кескіш  $S_{\text{өнім}}$  бойлық немесе  $S_{\text{бер}}$  көлденең беріліспен қозғалады (1.31, б). Күшейту үшін стандартты және арнайы кескіштерді пайдаланады, олар 3 кескіш ұстағышта немесе арнайы ұстағыштар арқылы бекітіледі. Арнайы кескіштердің пішіні өңделетін тесіктің бетінің бір қалпына тәуелді.

Жонғыш білдектерде күшейту әдістерінің технологиялық мүмкіндіктері өте көп. Өңделетін дайындаманы әмбебап құрылғыда (патрон, планшайба, цанга) немесе жонғыш білдектің айналдырғысымен байланысты арнайы құрылғыда орнатады және бекітеді. Бұл жерде формасы, орналасуы және дәлдігіне байланысты әртүрлі тесіктерді өңдеуге болады. Ұзын дайындамаларды өңдеу үшін люнетті пайдаланады, ол дайындаманы кесу күшінен иілуі жағдайында қолдап тұрады, бұдан дайын бұйымның пішінінің дәлдігі күшейеді.

4-қосымшада күшейтуден кейін алынатын тесіктерді күшейтуге және дәлдеуге қажет әдістер көрсетілген.

**Тесіктерді күшейту білдектерінде өңдеу.** Тесіктерді күшейту білдектерінде күшейту кейінде 1 дайындаманы (1.32-сурет) 4 құрылғыға негіздейді және бекітеді (6 қысқыштармен), ол күшейту білдегінің 5 үстелімен мықты және дәл байланысқан. А бетін күшейту кезінде 1 дайындама қозғалыссыз, ал 2 кескіш 3 арнайы штангиге бекітіліп,  $\omega$  бұрыштық жылдамдығымен айналып қозғала, және  $S_{\text{өнім}}$  беріліспен баспалы қозғалыс жасайды.



1.32-сурет. Күшейту білдегінде тесікті күшейту схемасы

Күшейту білдектерін бастысы дайындамалардың корпустық бөлшектерінің дәл координацияланған осьтері бар (қозғағыш блоктары, беріліс қораптары, т.б.) тесіктерді өңдеу үшін қолданады.

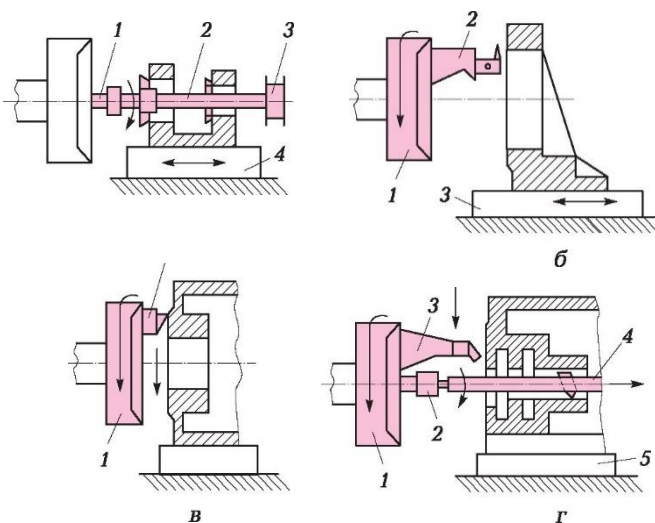
1.33-сурет білдектің негізгі жинау бірліктерінің қозғалысын көрсете отырып, көлденең күшейту білдектерінде орындалатын негізгі жұмыс түрлерінің схемасы көрсетілген. 1.33, а суретте 2 борштангасында бекітілген кескіштермен екі концентрленген тесіктерді бір мезгілде күшейту көрсетілген, олар 1 айналдырғыны айналдырады және 3 артқы стойкасының люнетін қолдайды. Дайындаманы өңеу кезінде 4 үстел айналдырғы осінен параллельді (бойлап беріліс) жылжиды. Үстелдің бойлап берілісімен күшейтудің бұл әдісі остелген күшейтілетін тесіктердің үлкен ұзындығы бар болса және 2 борштанганың иілуі мүмкін болған жағдайда қолданады.

1.33, б суретінде 1 планшайбасында орнатылған 2 кескіш ұстағышта бекітілген кескіштің көмегімен үлкен диаметрлі тесікті күшейту көрсетілген. Дайындаманың бойлап берілуі 3 үстелдің қозғалысымен іске асады, ал кескіштің радиалды берілісі - планшайбада кескіш ұстағыштың радиалды жылжуымен. Бұл әдіспен үлкен диаметрлі, бірақ салыстырмалы кіші ұзындықты тесіктерді күшейтуге болады.

1.33, в суретте дайындаманың шеткі бетін тесікті күшейткеннен кейін «ұшқыш» суппортпен өңделуі көрсетілген. Бұл жағдайда дайындама қозғалмайды және үстел де қозғалмайды. 1 планшайба 2 кескіш ұстағышты бекітілген кескішімен айналдырады, ол дайындаманың шеткі бетін өңдей отырып, радиалды қозғалады. Бұл амал үлкен симметриялық емес беттерді өңдеу кезінде кездеседі.

1.33, *з* суретінде 2 айналдырғы мен 1 планшаның бірлесіп жұмыс ісеуі көрсетілген. Бір уақытта 4 борштангада орнатылған кесікшпен тесік күшейтіледі және 3 кескіш ұстағышында бекітілген дайындаманың шеткі беті өңделеді. Дайындама 5 үстелмен бірге қозғалыссыз қалады.

Координатты күшейту кезінде күшейтілетін тесіктердің осьтерінің орыны екі мөлшермен (координаттармен) беріліп, олар базисті бекітуші жазықтықтардан бөлшектерді есептеп тұрады. Берілген координаттарға кескіш білдегінің айналдырғысының осьтерін орнату градуирленген сызғыштардың және ілдекте бар қосымша көрсеткілердің көмегімен іске асады, немесе сәйкесінше координаттардың мөлшерлерімен реттелетін арнайы қыстырмалардың көмегімен іске асырылады. Күшейту алдында, білдектің үстеліне бөлшектің дұрыс орналасуын айналдырғыда бекітілген индикатормен тексереді, содан соң, нөлдік орнындағы айналдырғының бекітілуін білдектің айналдырғысының аяғына қолмен тексеру арқылы енгізілген ұстауышпен тексереді. Одан соң, алдын ала айналдырғының осі мен күшейтілетін тесіктің осін сәйкестендіре отырып, күшейтуді бастау керек. Координатты күшейту орта арасындағы дәлдікті және остестікті күшейтеді, өндеп жеңілдетеді және өнімділікті көбейтеді.



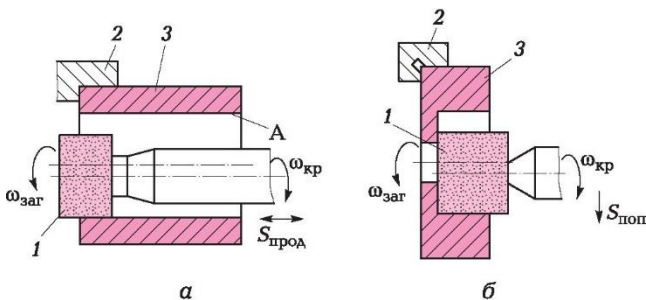
1.33-сурет. Көлденең кесуші білдегінде негізгі жұмыс түрлерінің схемасы (а-г)

**Ажарлау білдектерінде өңдеу.** Егер дәл тесікті алу үшін күшейту немесе хонингілеуді қолдану әртүрлі жағдайлармен мүмкін емес болса, тесіктерді ажарлауды пайдаланады. Тесіктерді ішкі ажарлау білдектерінде ажарлайды. А диаметрлі абразивті шарықтасы (тесіктің 0,6...0,7 диаметрі) жылдам тозады, сондықтан жиі түзеу мен ауыстыруды қажет етеді. Сонымен қатар, ажарлау аз жылдамдықты кесумен іске асады, ажарлаушы шарықтастың айналасының көп шығып кетуі дірілдеуге алып келіп, салдарынан өңдеу дәлдігі азаяды.

1.34, *a* суретте ішкі ажарлау білдегінде А өтпелі тесігін өңдеу схемасы көрсетілген. 1 абразивті шарықтасы  $\omega_{\text{бұр.}}$  бұрыштық жылдамдығымен айналады және  $S_{\text{өнім}}$  бойлық берілісімен қайтпалы үдемелі қозғалыс жасайды, ал дайындама  $\omega_{\text{дайын.}}$  бұрыштық жылдамдықпен айналады. Қысқа тесіктері кіресу әдісімен ажарлайды, бұл кезде 1 ажарлаушы шарықтасы  $\omega_{\text{бұр.}}$  бұрыштық жылдамдығымен айналып қана қоймай (1.34, б суреті),  $S_{\text{көлд.}}$  көлденең беріліспен айналады. Дайындама 3 құрылғы 2 бекітіліп,  $\omega_{\text{дайын.}}$  бұрыштық жылдамдықпен айналады.

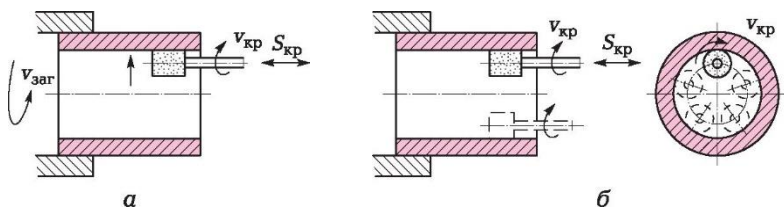
5-қосымшада ішкі ажарлауға ұсынылатын жедел әдіптер мен сол кездегі өңдеу дәлдігі көрсетілген.

Ішкі ажарлауды негізінен шындалған бөлшектердің тесіктерін дәлдеп өңдеу кезінде пайдаланады.



1.34-сурет. Тесіктерді ажарлау схемасы:

*a* - өтпелі; *б* - бітеу



1.35-сурет. Айналып тұрған (а) және айнамайтын (б) дайындамаларда тесіктерді ішкі ажарлау схемалары

Ішкі ажарлаудың екі әдісі болады: айналып тұрған дайындамада тесікті ажарлау және қозғалмай тұрған дайындамада тесікті ажарлау. Бірінші әдісті өлшемдері кішкентай, көп бөлігінде айналу денелері болып табылатын дайындамаларда, мысалы, тісті дөңгелектердегі, бытыра және роликті мойынтіректерді дөңгелектердегі тесіктерді ажарлау кезінде қолданады, ал екіншісін - білдектің патронында бекітуге ыңғайсыз немесе мүмкін емес корпусты бөлшектердің дайындамаларының тесіктерін ажарлау кезінде қолданады.

Бірінші жағдайда, өңделетін дайындаманы патронда қысады және жонғыш білдектегідей айналу қозғалысына жеткізеді (1,35, а сурет). Екінші жағдайда, дайындаманы білдектің үстеліне орнатады, ал ажарлау шарықтасының айналдырғысы айналу қозғалысынан бөлек орнатады, оның жылдамдығы ажарлау шарықтасының  $v_{доп.}$  айналмалы жылдамдығына сәйкес және дайындаманы ажарлаудың айналу жылдамдығына сәйкес келетін планетарлық жылдамдығы да бар (1.35, б сурет).

Екі жағдайда да, ажарлау шарықтасының  $S_{доп.}$  ажарланатын тесіктің осінің бойымен бойлап берілуі іске асады: бірінші жағдайда - айналдырғының бастиегінің қозғалысымен, екінші жағдайда - үстелдің қозғалысымен.

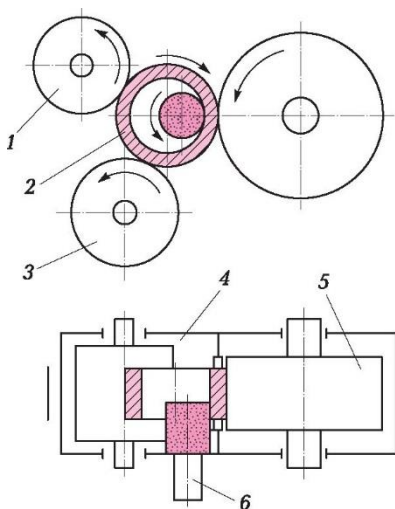
Айналдырғылы бастиектің кәдімгі конструкциясында, аз диаметрлі тесікті ажарлау кезіндегі шарықтастың айналмалы жылдамдығы көбінесе 10 м/с-тан аспайды және ажарланатын тесіктердің диаметрлерінің өсуіне сәйкес бастиектердің өлшемдерінің өсуіне қарай, тесіктердің диаметрлері 30 мм-ден асқанда 30 м/с-тен асады. Ажарлау шарықтасының аз қаттылығы кесудің тереңдігін (көлденең беріліспен) шектейді, ол бір қосалқы жүріске (ажарланатын тесіктің диаметріне байланысты) болат пен шойынды алдын ала ажарлау кезінде 0,005...0,02 мм және сандық ажарлауда - 0,002...0,01 мм құрайды.

Көлденең берілістің аз көрсеткіштерін тесіктердің 40 мм-ден аспайтын диаметрлерінде қолданады және тесіктің ұзындығының оның диаметріне үлкен қатынастарында қолданады.

Ішкі ажарлауды бойлап беріліспен айналдырумен жүргізеді. Айналмалы сыртқы ажарлау кезіндегідей, бойлап беру өлшемі алдын ала ажарлау кезінде 0,4...0,8 шарықтастың енін және тазалау кезінде - 0,25...0,4 шарықтастың енін құрайды және кем көрсеткіштерді тесіктің ұзындығының диаметріне қатынасы үшке тең болған кезде қолданады.

Ішкі ажарлау кезінде ажарлау шарықтастарының аз өлшемдерінің салдарынан оның беріктігі ажарлаудың басқа түрлеріне қарағанда аз. Ішкі ажарлау кезінде, тап сонлай сыртқы ажарлау жағдайларымен салыстырғанда, жұмсақ шарықтастарды таңдау керек. Себебі, шарықтастың өңделетін бетпен үйкелісінің доғасының ұзындығы үлкен болған сайын, өңделетін дайындама қатты қызуы мүмкін.

Ішкі центрсіз ажарлау кезінде (1.36-сурет) 2 өңделетін дайындаманы 1 және 3 қолдайтын роликтерінің және 5 жетекші роликтің арасына бекітеді. Қолдайтын роликтер мен жетекші ролик 4 жалпы корпусына орналастырылған, ол өңделетін дайындамамен бірге 6 ажарлау шарықтасының айналдырығысының бағытына жылжиды. Айналып тұрған ажарлаушы шарықтасы ажарлау тереңдігіне радиалды беріліс жасайды, бір уақытта өңделетін дайындамаға қатысты бойлау бағытымен жылжу мүмкіндігін алу керек.



1.36-сурет. Ішкі центрсіз ажарлау схемасы

**Созылмалы білдектерде өңдеу.** Цилиндрлі тесіктерді созу - бұл механикалық өңдеудің түрі, бұл түрде дайындаманың алдын ала өңделген тесігінің ортасымен дөңгелек кесуші тісті білік түріндегі көп жүзді (созу) құралмен (бұрғылау немесе күшейтумен) созады.

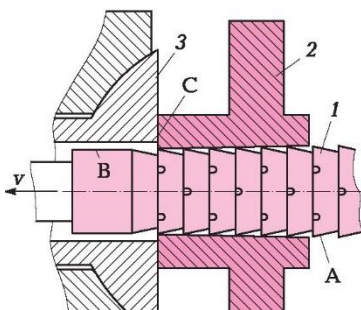
Металды кесу көп жүзді *1* (созу) құралмен аз *v* жылдамдықпен және *A* созбаны әрбір лезвиесімен аз әдіпті кесу және шешіп алу арқылы жүргізіледі. Дайындама *2* бұл кезде *B* созбалы дәл цилиндрлі бетімен орталандырылады және *3* өзін-өзі бекітетін тіреуішке *C* шеткі бетпен тіреледі. Мұның бәрі, созумен өңделген беттің жоғары дәлдігі мен аз бұдырлығын қамтамасыз етеді.

Созуға әдіп  $0,5...0,8$  мм диаметр бойынша дәлдік 6-шы квалитетке сәйкес келеді, ал бұдырлық параметрі  $Ra - 1,25$  мкм.

Созбаның тістері бір жүрісте барлық әдіпті шешеді. Созбада негізгі кесуші тістерден басқа, өңделетін бетке қажетті дәлдік пен бұдырлықты беретін калибрлеуші тістер болады.

Созудың үш негізгі түрін бөледі:

- **пішінді схема бойынша** - созбалармен жүргізіледі, олардың барлық тістерінің өңделетін беттің көлденең қимасының (контурының) үлгісіне ұқсас үлгісі бар, тістер өлшемдермен ажыралады және де әрбір тіс өңделетін беттің бір қалыпты бойынша металл қабатын алады;
- **генераторлы схема бойынша** - фигуралы созумен жүргізіледі, оның тістері басты кесуші шетінің доғалы немесе түзу сызықты пішіні бар ауыспалы бір қалыпты біртіндеп өңделетін беттің берілген үлгісіне ауысады.



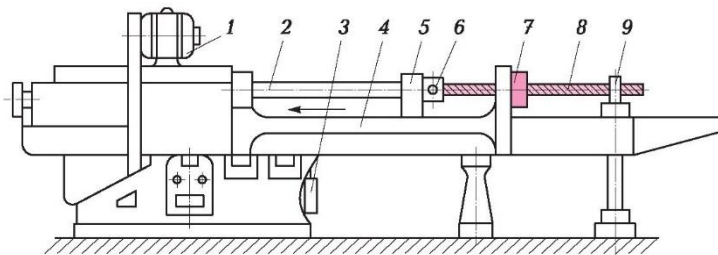
1.37-сурет. Тесікті созу схемасы

- **ілгерінді схема бойынша** - барлық кесуші тістері топтарға бөлінген созбалармен жүргізіледі, көбінесе екі тістен бөлінеді, әрбір тістің тобы өңделетін беттің үлгісінің белгіленген бөлігін құрады; бұл кезде тістердің кесуші шеттері бір-бірін жабады.

Өңдеудің барлық ені бойынша металдың жұқа қабатын ала отырып, бетті созу кезінде пішінді схема падаланылады. Қабат бойынша өңдеу бұл жағдайда пайдаланылмайды. Генераторлы схема созбаны дайындауды жеңілдетеді, себебі бұл жағдайда созу тістерін барлық пішіндік шет жағымен ұштау қажеттілігі жоқ. Ілгерінді схема негізінен алдын ала өңделмеген беттерді созу кезінде пайдаланылады.

Цилиндрлі тесіктерді өңдеу кезінде созу үшін әдіптің өлшемі 0,5 тен 1,5 мм-ге дейін диаметрге тесіктің диаметріне байланысты ауысып тұрады, өңдеу дәлдігі 6-9 квалитет бойынша. Терең тесіктер үшін әдіп 25..50%-ға үлкейеді. Осындай әдіптерді шлицті, эвольвентті және басқа да ұқсас тесіктерді созу кезінде, егер ойымдарды тесікпен бір мезгілде комбинациялық созумен өңдейтін болса, алады. Беттің бұдырлығы -  $Ra\ 1.25.0...63$  мкм жеткізіледі.

1.38-сурет ең көп тараған көлденең созбалы білдектің жалпы түрі көрсетілген. 4 білдекте негізгі жинақ бірліктері бекітілген, оның жазық бөлігінде 1 электрқозғалысынан агрегаттары мен жетектерімен 3 сужетегі орналасып, 2 сояуышты қозғалысқа шығарады. Сояуыштың сыртқы аяғы 5 сырғақпен бірге жылжитын қосымша тіреуде жатыр. Сояуыштың аяғы 6 қыспалы құрылғысымен қамтылып, 8 созбаны бекітеді, ал екінші аяғын 9 жылжымалы люнет қолдап тұрады. Өңделетін 7 дайындама созу кезінде білдектің сыртқы бетіне тіреледі.



1.38-сурет. Көлденең созбалы білдектің жалпы түрі



Сужетекте әртүрлі жұмысшы жүрістің жылдамдықтарымен сояуыштарды орын ауыстыру үшін және әртүрлі ұзындықты созбаларды бекіту үшін 5 сырғақтың ұзындығы мен қозғалыс жылдамдығын өзгертетін құрылғы көзделген.

Тістерді конструкцияларына қарай созбалар кесуші және тұтастаушы болып бөлінеді. Бірінші жағдайда, тістердің ұшты кесуші жиегі бар, ал екінші жағдайда - өңделетін беттің тұтасталуына жұмыс істейтін дөңгеленген.

Пішіні бойынша созбалар жазық, дөңгелек және бір қалыпты болып бөлінеді. Сонымен қатар, салынбалы тістері бар жиналмалы және қатты қорытпадан жасалған пластиналармен қамтылған жиынтықты болып бөлінеді. Екі қатар тұрған тістердің биіктіктерінің әртүрлілігі, созбаның әрбір тісімен кесілген металлдың қабатының қалыңдығын анықтайды немесе өңделетін материалдың қаситтеріне, созбаның материалына, дайындаманың қаттылығына, созатын беттің пішініне қарай тіске көтеретін биіктікті анықтайды.

Кең жоңқаны бөлу үшін тістердің кесуші бөлігінің бетінде жоңқа бөлуші жырашықтар (6-дан 12-ге дейін) кесілген. Калибрлеуші тістердің саны 3-8 құрайды. Өндеу дәлдігіне талаптар көп болған сайын, созбаның сонша калибрлеуші тістері көп болу қажет.

Созбаның құйрықтарының түрлері білдектің патронына созбаны бекіту үшін қолданатын тәсілдеріне байланысты. Ең көп тарағаны тіке тістері бар дөңгелек созбалар, оларды кейде тез кесуші болатты үнемдеу үшін жинақты етіп жасайды. Терең тесіктерді созу үшін бұранда тістері бар созбаны пайдаланды, олар осьтің бойымен қабылдаушы қозғалыспен жұмыс істейді. Тұтастаушы созбаның өткір кесуші жиектері болмайды, оның тісіне дөңгелек пішін беріп, өңделетін бетті жазуды қамтамасыз етеді. Оймакілтекті созбаларды дөңгелек сияқты жасайды, тістердің оймакілтектердің пішініне қарай тік, бұрыштық немесе шыршалы пішінде дайындалады.

Көп жақты тесіктерді созу үшін квадратты, алты жақты, тікбұрышты созбаларды және басқа пішінді созбаларды пайдаланады. Бұл конструкциялардың ерекшеліктері тіске әртүрлі көтермелердің ұзындықтары бойынша бірнеше сатылары бар болуы болып табылады.

Сояуыш тесіктердің әртүрлі беттерін бір мезгілде өндеу үшін комбинациялы созбаларды пайдаланады, оларды алдымен жазық тесіктерді, содан соң сояуыштарды созады. Мұндай созбалардың алдында дөңгелек пішінді тістері болады, олардың артында сояуыштың пішініне сәйкес тістер орналасады.

Буатты созбалар тесіктерде әртүрлі пішінді шпондық жырашықтарды созу үшін арналған.

**Тесіктерді әрлеп өңдеу түрлері.** Бұйымның мықтылығы мен ұзақ жұмыс істеуі көптеген технологиялық факторларға, соның ішінде дайын бөлшектердің беттерінің дәлдігі мен бұдырлығына, яғни, дайын бұйымдардың беттерінің қажетті параметрлерін қамтамасыз ететін беттерді өңдеу (финишті амалдар) әдістеріне тәуелді.

Өңдеудің әрлеу әдістері жоғары дәлдікті өңдеу әдістері болып табылады. Цилиндрлі тесіктері әрлеу үшін келесі әдістерді қолданады:

Оларға:

- жұқалай күшейту;
- хонингілеу;
- ысқылау;
- тегістеу;
- әрлеу жатады.

Айиылып кеткен өңдеу әдістерінің ортағы деп келесіні атауға болады:

- бұл амалдарда өте аз, соңғы шамаға әдіппен есептелетін әдіп шешеді;
- барлық амалдарда (жұқалай ұштаудан басқа) тек сол беттің дәлдігі (өлшемнің дәлдігі) қамтамасыз етіледі.

Саналған өңдеу әдістерінің айырмашылығы мынада:

- қажетті жабдықтар;
- өңдеуге арналған құрал;
- бетті өңдеуден алынатын нәтиже.

**Жұқалай күшейтуді** негізінен түрлі-түсті материалдардан және олардың қоспаларын өңдеу үшін қолданады, себебі бұл материалдардан дайындамалардың тесіктерін ажарлаумен өңдеу барысында ажарлау шарықтасы майланып, өңдеуді қиындатады. Жұқалай күшейту кесудің аз тереңдігімен (0,05...0,3 мм) және кесудің жоғары (120...1 000 м/мин және оданда жоғары) жылдамдықтарында аз берілістермен (0,02...0,12 мм/айн.) сипатталады. Өңдеуді алмаз кескіштермен немесе қатты қорытпалардан жасалған пластиналармен іске асыралы.

Алмаз кескіштер өте берік, 200...300 с. жетеді. Қатты қорытпалардан пластиналары бар кескіштердің жақсы жеткізілген кесуші жиектері өңделетін беттің жоғары сапалығын қамтамасыз етеді, бірақ, беріктігі аздау.

Жұқалай күшейту кезінде өңдеу дәлдігіне әсер ететін негізгі факторлар құралдың кесуші жиегінің мұқият жеткізілуі және нәтижесінде жоғары қаттылықтағы оның аз тозуы, кесудің аз үлесті қысымы, кесудің жоғары жылдамдықтары. Өңдеудің бұл түрінде күшейтуге берілетін әдіп пен осыған дейінгі амалдың дәлдігіне үлкен мән беріледі. Үлкен әдіп пен оған дейінгі амалдың дәлсіздігі кесуші құралдың жұмыс істеу жағдайларын кемітеді.

Жұқалай күшейту үшін арнайы құрылған білдектерді пайдаланады. Бұл білдектерде дайындаманы қозғалыссыз орнатады, ал айналуды кесуші құрал алады, нәтижесінде өңдеу дәлдігіне өңделетін дайындаманың дисбалансы жойылады. Корпусты бөлшектерді жұқалай күшейту үшін көлденең күшейтетін білдектер, ал металы көп корпусты бөлшектерді жұқалай күшейту үшін - тік күшейтпелі білдектер көп қолданылады.

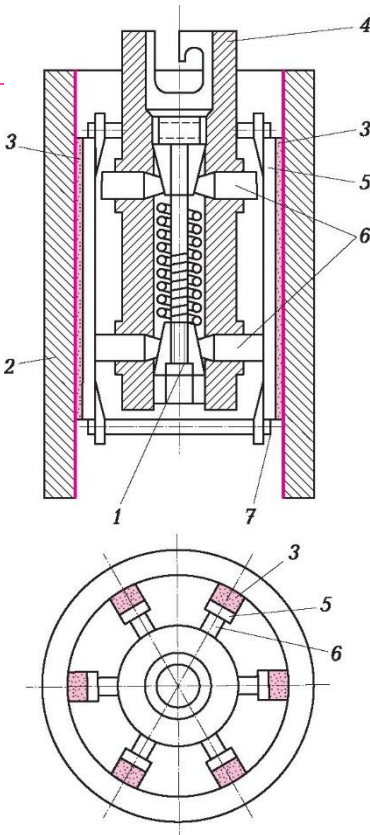
Жұқалай күшейту арқылы өңдеу дәлдігінің 6-шы, 7-ші квалитет шегінде өңдеу дәлдігін және  $Ra$  1.25.0..32 мкм дейін беттің бұдырлығын және дұрыс геометриялық пішіннен (сопақтығы, конустығы, бедерлеу) ауытқуын 0,003...0,005 мм аспайтындай қамтамасыз етеді.

Жұқалай күшейтудің ұсынылған режимдері мен өңдеуге әдіптері 2 және 7-қосымшаларда көрсетілген.

**Хонингілеу** - тесіктерді әрлеп өңдеудің негізгі түрлерінің бірі, ол кезде қажакты шарықтардың өңделетін бетке азғантай күшпен қысылады. Өңдейтін құрал ашушы бастиек (хон) болып табылады, ол 5 планкада сәйкесінше бекітілген және бастиектің сәйкесінше пазаларына кіріп тұрған 6 радиалды өзектермен екі-екіден қосылған 3 алты қажакты шарықтар құрастырушысының бойымен орналастырылған 4 цилиндр түрінде (1.39-сурет) көрсетіледі. Бастиектің ішінде екі жақты конустық 1 өзек жөнделген, оның көмегімен радиалды өзектер қажакты шарықтармен бірге ашылып, диаметрлі өлшемді реттейді және қажакты шарықтардың шашылуын өтейді. Қажакты шарықтар бір бірімен 7 серіппелермен екі екіден қосылған. Жеткізуші бастиекті хонингілеу білдегінің айналдырғысымен топсамен қосады.

Білдектің айналдырғысы жеткізуші бастиекке бір уақытта өңделетін 2 дайындаманың тесігіне айналуды (болаттың өңдеу кезінде 20...50 м/мин және шойынды өңдеу кезінде 65...80 м/мин) және қайтпалы - жеткізілмелі (10...20 м/мин) қозғалыстарды хабарлайды. Бұл кезде хон қажакты шарықтармен дайындаманың тесігінің өңделетін бетін тегістейді және оны қажет өлшемі мен бұдырлығына жеткізеді.

### 1.39. Жеткізуші бастиектің (хонның) конструкциясы



Хонингілеуден кейін тесіктің дәлдігі 6-шы, 7-ші квалитетке және беттің бұдырлығы  $Ra\ 0,63...0,32$  мкм шегіне сәйкес болады.

Хонингілеу барысында оған дейінгі амалдардан тесіктердің пішінінің (конус түрлі, сопақ, бөшке түрлі және т.б.) кемшіліктері қалған болса, дұрыстауға болады.

Хонингілеуге әдіп өлшемі оған дейінгі амалдарға байланысты болады және көбінесе  $0,01...0,2$  мм (егер бетті хонингілеуге дайындау үшін ажарлау пайдаланылатын болса, әдіп  $0,01...0,05$  мм құрады) құрады.

Хонингілеудің сапасына қажақты шарықтардың және өңделетін режимдердің сипаттамалары әсер етеді. Қажақты шарықтарды 8-3 түйіршіктілікті электркорундтен дайындайды. Сонымен қатар, синтетикалық алмаздан брусоктар пайдаланылады.

Хонингілеу кезінде өндеудің тиімді режимі келесі: жеткізуші бастиектің шеңберлі жылдамдығы  $30...60$  м/мин, қайтпалы жеткізілмелі қозғалыстың жылдамдығы  $10...15$  м/мин.

Тесіктерді хонингілеу кезінде керосин (90%) мен майдың (10%) қоспасынан дайындалған АӨС, ал кейбір жағдайларда керосин мен осер майынан, стеарин мен басқа материалдардан тұратын арнайы қоспаларды пайдаланады.

**Ысқылау** - бұл тесіктерді айналып тұрған ысқыштармен өндеу тәсілі. Тесіктерді тек дара және аз сериялы өндірісте, кішкентай дәл тесіктерді өндеу кезінде, хонингілеуді пайдалану қиын кезде ысқылайды.

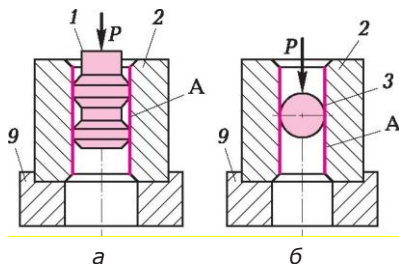
Ысқылаудың дәлдігі мен өнімділігі қажақтың түйіршіктілігі мен түрімен, майлау жағдайлары мен өңдеу режимдерімен анықталады. Пішіні бойынша кемшілік 0,001 мм құраса, бұдырлығы 14-ші кластан аспайды. Өңдеуге жіберілген әдіп ысқылаудың үдерісінің ұзақтығын (0,01 мм көп емес) анықтайды.

**Тегістеу** - жоңқасын алмай тесіктің бетіне қысым жасай отырып, жақсы өңделген құралмен ішкі беттерді өңдеу үдерісі. Бұл жерде, тесіктің тек геометриялық параметрлері ғана емес, оның сыртқы бетінің көрсеткіштері де өзгереді. Тесіктерді өңдеу үшін калибрлеуді (қатаң түзеу) пайдаланады, бұл кездегі құрал кішкене шар немесе роликті бастиек болып табылады. 2 дайындаманың А тесігі арқылы 1 роликті бастиекті (1.40, а сурет) майлап 0,05...0,15 мм тартумен немесе 3 кішкене шармен (1.40, б сурет) өткізу кезінде беттің бұдырлығы азаяды және диаметрі өзгереді. Алынатын дәлдігіне байланысы бұл үдеріс тазалап ажарлаумен бірдей. Бұл үдерісті көбінесе аз диаметрлі тесіктерді, ажарлау мүмкін емес немесе экономикалық тиімсіз жағдайда өңдеу үшін пайдаланады.

Тегістеудің ерекше түрі алмазды тегістеу болып табылады, бұл кезде алмаздың жұмыс бөлігіне 1,5...4 мм радиусты сфералық түрін келтіреді. Әртүрлі металлдардағы жылжу үйкелісінің азғантай коэффициенті және жоғары беріктілігі жоғары қаттылықты ( $HRC \geq 60$ ) дайындамаларды құралды 0,04...0,1 мм/айн. бойлап беру және өңдеу жылдамдығы 40...50 м/мин кезінде жақсы нәтижелер алуға мүмкіндік береді.

1.40-сурет. Тесіктерді қатаң тегістеу схемасы (калибрлеу):

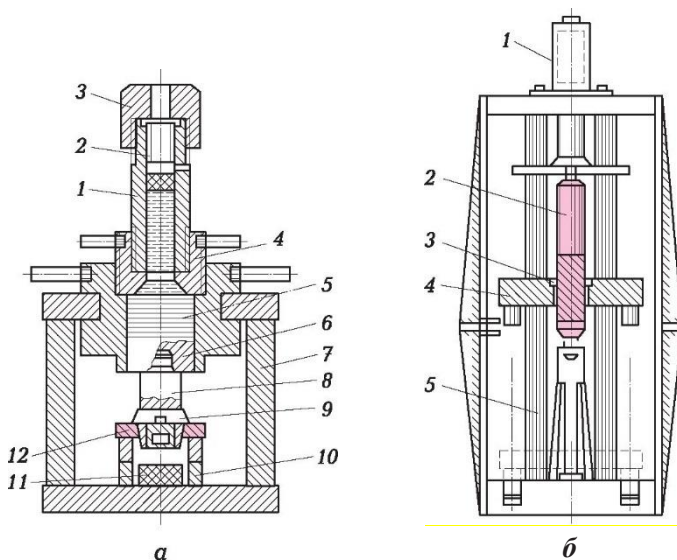
а - роликті тігумен; б - кішкене шармен



**Әрлеу** - құрамында қажағы бар жылтыратқыш паста бетіне жағылған киізден, теріден немесе матадан дайындалған иілгек шарықтастың көмегімен бетті өңдеуді айтады. Әрлеуді оған дейінгі өңдеулің іздерін кетіру үшін пайдаланады. Егер әрлеуді, оған дейінгі өңдеудің іздерін кетіру мақсатында және бетті жылтырату үшін қолданатын болса, беттің өзінің дәлдігіне аса мән берілмейді. Егер жоғары дәлдікті бөлшекті әрлейтін болса, өңдеуге белгілі бір әдіп белгілейді және әрлеуге дейінгі және соңғы шамасын бақылайды.

Жарғыш заттың лақтырушы энергисын пайдалана отырып беттерді өңдеу - **жарумен өңдеу** қызығушылық тудырады.

1.41, *a* суретте жоғары биіктіктігі 50 м және ені 150 мм дайындама бөлшектерінің сыртқы және ішкі беттеріндегі өтпелі тесіктерін, паздарды және оймакілтектерді өңдейтін габариті аз құрылғы көрсетілген. Бұл құрылғыда ату энергиясы (кәдімгі аңшы оғы) пайдаланылады, бірақ энергия көздері: бензиннің атуы, пневматика және т.б. да пайдаланылуы мүмкін.



1.41-сурет. Өткізілмелі тесіктерді жару энергиясымен (*a*) және қысылған ауаның энергиясымен (*б*) өңдейтін габариті аз құрылғылар

Құбырдың корпусына 3 кескіш қақпағы бар 2 гильза орналастырылған. Құбыр кескіш 4 өткізгіш арқылы жұмыс цилиндрімен 5 қосылады. Цилиндрде 6 поршень, поршеньді сақиналармен бекітіліп орналастырылған. Поршеннің түбінде сырғақты кескіш ұстағышпен қосатын 8 кескіш тесігі бар, оның ұясында 9 екі жақты қызметтегі кескіш бекітілген, ол алдыңғы беттерімен, 7 корпусының ішінде 10 ішкі жаймасында 12 сақиналы дайындаманың бөлшегінде жатқызылған.

Кескіш ұстағыш құрылғының үстелге соққысын жұмсарту үшін жұмыс жүрісінің шетіне кескіш ұстағыштың астына резеңкелі шайба - буфер 11 салынған.

1 құбырдың 4 өткізгішпен және өткізгіштердің 5 цилиндрмен кесуші қосылыстары қорғасын төсеуіштермен саңылаусыздандырылған. Құбырда оқ-дәрі газдарын шығаратын тесіктер көзделген.

Зарядты жаруды электрзапалмен жүргізеді. Жұмыс цилиндрдің түбіне ату энергиясын беретін орта болып табылатын сұйықтықты (су, өндірістік май, сулы-майлы эмульсия және т.б.) құяды.

1.41, б суретте ауаның қысым энергиясын ату энергиясының орнына пайдаланатын құрылғының схемасы көрсетілген. 2 өңделетін дайындама 1 ауа көпшігінің қызметімен жоғары жылдамдықпен 3 төрт кесуші құралдың ортасымен 4 ататын кескіш ұстағышпен 5 бағытқа өтеді.

### 1.3.

## БҰРАНДА БЕТТІНІҢ ПАЙДА БОЛУЫ

**Бұрандалардың түрлері, олардың пайдаланылуы мен жіктелуі.** Бұрандаларды цилиндрлік және конустық деп бөледі.

**Цилиндрлі бұранданың** негізгі түрі сәйкес стандарттармен регламенттелген, 1-ден 600 мм-ге дейін диаметрлі метрлік кескін. Жүрістің өлшеміне қарай ірі және кіші жүрісті кескіндерге бөледі.

Кесу қосылысының берілетін талаптарға сәйкес бұрандалар мен сомындарды жеткізу далалары үш дәлдік кластары: дәл, орта және ірі кластарда бекітіледі.

Метрлік кескіштен бөлек арнайы цилиндрлі кескіштер: құбырлық, трапециалды, тіреуішті, сағаттық, дөңгелек кескіштерді пайдаланады. **Құбырлық бұранда** дегеніміз жүріс бойынша уақталған дөңгеленген ойымдары бар дюймдік кескін.

**Трапециалды** бұранданы қозғалысты көрсететін (жүрісті және жүкті бұрандалар) кескін қосылыстарында пайдаланады. Қозғалысты көрсетуге арналған кескіш қосылыстарында кейде квадрат профильді тік бұрышты кескішті пайдаланады. **Тіреуші** бұранданы үлкен бір жақты қысым түсіретін (бұрандалы баспақтар, арнайы қысқыш бұрандалар және т.б.) кескіш қосылыстарында пайдаланады. **Сағаттық** бұранданы 1 мм-ден аз диаметрлі кескіш қосылыстары үшін дәл құрал құрастыруда пайдаланады. **Дөңгелек** бұранда жоғары динамикалық ауырлықта немесе кескішті ластайтын жағдайларда пайдаланады.

**Конустық бұрандаларды** құбырлық қосылыстарда, арнайы тұтастайтын материалдарсыз қосылыстың герметикасын қамтамасыз ету үшін пайдаланды. Ең көп тараған түрі **құбырлық конустық бұранда** болып табылады, оның пішіні құбырлық цилиндрлі кескіштің дөңгеленген пішініне сәйкес келеді.

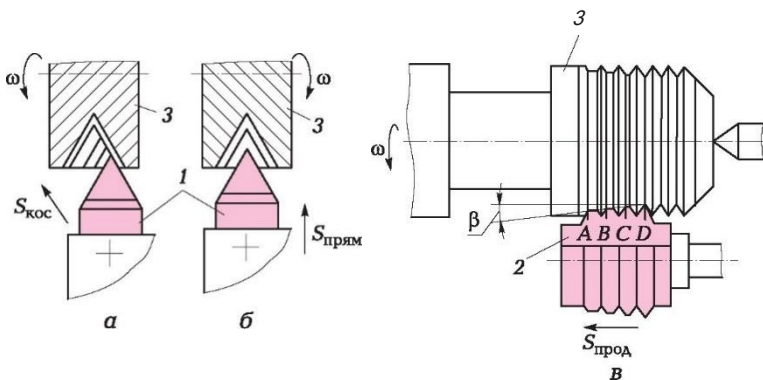
Жұмыстың пайдаланылуы мен сипаттамасына қарай кескіш қосылыстарды **қозғалмайтын** және **кинематикалық** деп бөледі. Біріншісіне кәдімгі кескіш қосылыстарды (бұранда-сомын), құбыр мен басқалардың қосылыстарын жатқызады, ал екіншісіне - жүрісті бұрандалар, микрометрлік паралар, жүкті бұрандалар және басқалары жатады.

**Сыртқы бұранданы кесу.** Сыртқы бұранданы әртүрлі конструкциялы бұранда кескіштермен, кескі кесуші бастиектермен, кесуші кескіндермен, тарақтармен, дискілі және топтық кескіш фрезалармен, бір және көпжіптік ажарлаушы шарықтастармен кеседі.

**Кесуші бұрандамен кесу** жонғыш білдекте фасондық (кесуші) 1 кескішпен (1.42-сурет) бірнеше жүріспен кеседі. Қаралтым өтпелерді  $S_{қис.}$  қисық беріліспен (1.4, а сурет) орындайды, ал таза өтпелерді тікелей беріліспен  $S_{тікел.}$  (1.42, б сурет) орындайды. 3 дайындама  $\omega$  бұрыштық жылдамдықпен айналып тұрады, ал кескіштің (немесе тарақ)  $S_{өнім.}$  бойлап берілісі дайындаманың бір айналымына кесілетін кескіннің жүрісіне тең. Кескішпен кесу кескінді өңдеудің аз өндірісті әдісі болып табылады, себебі кескінді бірнеше жүріспен кесу қажет. Конструктор бөлшекті жобалаған кезде, соңында кесілген кескіннің кескішінің шығуы үшін кескіштің немесе жырашықтың қашуын ескереді.

Бұранданы призмалы немесе дөңгелек тарақтармен кесу ең өнімді әдіс болып табылады. 2 тарақта (1.42, в сурет) тістері  $\beta$  белгіленген бұрышпен кесілген, ол жұмысты  $A, B, C$  және  $D$  тістерінің арасымен қаралтым және таза етіп бөледі. Белгіленген жағдайларда тарақпен бұранданы бір жүріспен кесілетін бір





1.42-сурет. Метрлік бұранданы кесу схемасы:

*a* - қысық беріліспен кескішпен; *б* - тікелей беріліспен кескішпен;  
*в* - тарақпен

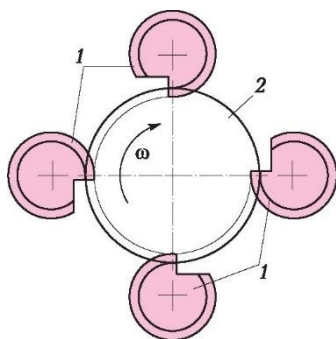
жүрісінің дайындаманың бір айналымына тең  $S_{\text{оним}}$  бойлап берілісі кезінде кеседі. Дәл кескінді кесу кезінде тарақ тек қаралтым өңдеу үшін пайдаланылады. Сонымен қатар, тарақ бөлшектің бортына жабысып тұрған кескінді кесуге пайдасыз. Бөлшектерді технологиялыққа қарау кезінде конструктор технологпен бірге кескінді кесу әдістерін іске асырудың әртүрлі мүмкіндіктерін қарайды.

**Бұранданы бұранда кескіштермен кесуді** дәлдігі төмен сыртқы кескінді алу үшін қолданады. Кескінді өңдеу бір жүріспен жүргізілетіндіктен, бұл әдіс ірі жүріспен кескін кесу үшін пайдасыз.

Кейбір жағдайларда жоғары дәлдікпен дайындау бұранда кескіштерді пайдаланады, олардың кесуші жиектері ысқылана жоғары дәлдікке алып келеді. Мұндай бұранда кескіштермен дәл кескіндерді кесу және калибрлеуге болады. Бірақ, бұл кескінді кесудің әдісі тиімсіз және соның салдарынан аз қолданылады.

Дөңгелек бұранда кескіштер түрлі-түсті металлдардан дайындамаларда кескіндерді кесу үшін, сонымен қатар, аз диаметрлі (2 мм-ден кем) кескіндерді кесу үшін, оны кесуші немесе диаметрі бойынша **реттелетін** және **кеспейтіндермен** дайындайды. Кеспейтін бұранда кескіштер, кесетіндерге қарағанда, мықты және дұрыс және таза кескіндерді алуды қамтамасыз етеді.

Бұранданы бұранда кескіштермен қолмен және білдекте кеседі. Бұранданы қолмен кесу кезінде бұранда кескіштерді ұстағышқа орнатады, оларға кескінді кесуге қажет қозғалысты жұмысшы береді.



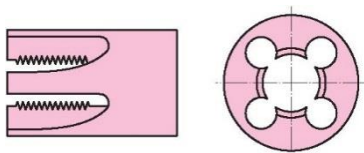
1.43-сурет. Дөңгелек тарақты бұранда кескіштері бар бұранда кесуші бастиектермен метрлік кескінді кесу схемасы

Бұранданы машинамен кесу кезінде бұранда кескішті өтемелі оқтарда бекітеді. Сериялы өндірісте өзін өзі ашатын, дөңгелек тарақты бұранда кескіштері бар 1 кескін кесуші бастиектерді (1.43-сурет) пайдаланады. Кескінді кесу үдерісінде бастиектің бойлап берілісі кесілетін кескіннің бұранда кескіштерінің өзін өзі тартуымен қамтамасыз етеді. Кескінді,  $\omega$  бұрыштық жылдамдықпен айналып тұрған 2 дайындамада кесуді аяқтағаннан кейін бастиек арнайы тежегіштің әсерімен автоматты түрде ашылады және артқы дүріспен бастапқы орнына қайтып келеді, сол жерден келесі дайындаманы өңдеу басталады.

Бұранда кескішпен кесу 7-9-шы қвалитетті дәлдікті, ал кескін кесуші бастиепен - 7-ші қвалитетті дәлдікті қамтамасыз етеді.

Бұранданы револьверлі білдектерде және автоматтарда кесу үшін дөңгелек бұранда кескішпендердің түрі - **құбырлы бұранда кескіштерді** (1.44-сурет) пайдаланады, олар кәдімгі дөңгелек бұранда кескішпендерден жақсырақ жұмыс істейді, салдарынан жоңқалар бос жойылады, кесуші жиектерді ұштаудың мүмкіндігі, патронда бұранда кескіштерді мұқият ортаға дәлдеу және жинайтын сақина арқылы реттеу мүмкіндіктері болады.

Сыртқы бұранданы бұрғылау, револьверлі, бұрандама кесуші білдектерде және автоматтарда **бұранда кескіш (бұрама жасайтын)** бастиектермен кесу көбірек дәлденген, өнімді және дәл әдіс болып



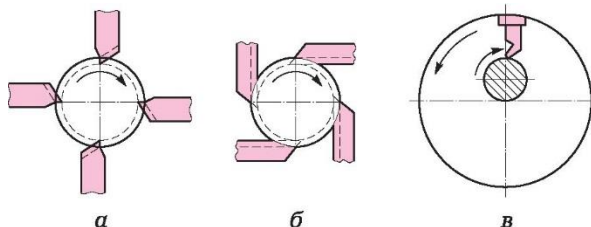
1.44-сурет. Дөңгелек құбырлы бұрандама кесуші

табылады. Тарақтардың орналасуына байланысты бұранда кескіш бастиектердің келесі түрлерін бөледі: дәл кесу үшін тарақтардың радиалды орналасуымен (1.45, *а* сурет), дәлсіздеу кескіндерді тарақтардың тангенциалды орналасуымен (1.45, *б* сурет).

Тарақтардың конструкциясы бойынша әртүрлі бастиектері жазық (призмалық) (1.45, *а, б* суреттер) және дөңгелек (дискілі) (1.43-сурет) тарақтары бар болуы мүмкін.

Бұранда кескіштің өнімділігін арттыратын тиімді әдіс кескінді айналып тұрған кескіштермен, яғни **бұранданы құйынды кесуі** болып табылады. Бұл әдіс келесідей: өңделетін дайындама 30-дан 300 мин<sup>-1</sup> (өңделетін материалына, диаметріне және кесу жүрісіне байланысты) айналу жиілігімен айналады, ал кескіштің біреуі кескішті бастиектерде бекітіліп, 1000-нан 3000 мин<sup>-1</sup> дейін айналу жиілігімен айналып тұрып, мерзім сайын (бастиектің әрбір айналымына бір рет) өңделетін бетпен үйкеліседі. Кескіш бастиегі айналдырғыда орналасқан, ол өңделетін дайындаманың осіне қатысты әдеттен тыс орналасқан (1.45, *в* сурет). Бастиектерге бір, екі немесе төрт кескіш бекітеді. Бұл әдіспен 50 мм-ден астам диаметрлі, 6-шы, 7-ші квалитетті дәлдікті және  $Ra\ 1,25...0,63$  мкм беттің бұдырлығымен кескіндерді кесуге болады. Т15К6 маркалы қатты қоспалардан жасалған пластиналары бар кескіштерді пайдаланған кезде кесу жылдамдығы 400 м/мин жылдамдыққа жетеді.

**Бұранданы қажақты шарықтастармен ажарлауды** белгілеуштерді, бұрандалы фрезаларды, бүрлейтін аунақшаларды өңдеу, сонымен қатар, алдын ала кесілген кескішпен термиялық өңделген кескін, жауапты бөлшектердегі бұранданы және жоғары дәлдікті алу үшін өңдеу жүргізеді. Қазіргі уақытта, өндіріс тәжірибесінде бұранданы ажарлаудың келесі негізгі әдістері қолданылады.



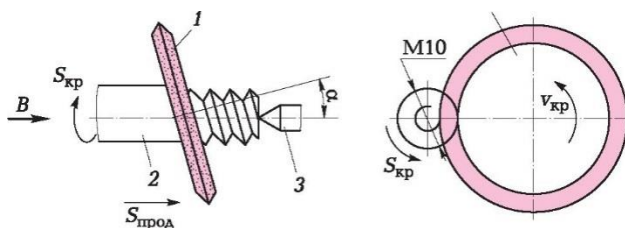
1.45-сурет. Сыртқы бұранданы кесу (*а-в*)

**Бұранданың бір ойымының пішінімен сәйкес пішінделген бір жіпті қажакты шарықтаспен ажарлау.** Қажакты шарықтастың 1 айналу осі (1.46-сурет) дайындаманың осіне, кескіннің бұрандалы сызығының көтерілімінің бұрышына тең  $\alpha$  бұрышпен орналастырады. Қажакты шарықтастың пішіні ажарланатын кескіннің ойымының пішініне сәйкес келу қажет. Өңдеу кезінде қажакты шарықтас  $v_{\text{доп}}$  шеңберлі жылдамдықпен айналады, 2 дайындама 3 артқы орталықпен қолданып отырып,  $S_{\text{доп}}$  шеңберлі беріліспен жәй айналады және осьтің бойымен дайындаманың бір айналымындағы кескіннің бір жүрісіне тең  $S_{\text{өнім}}$  бойлап беріліспен жылжиды.

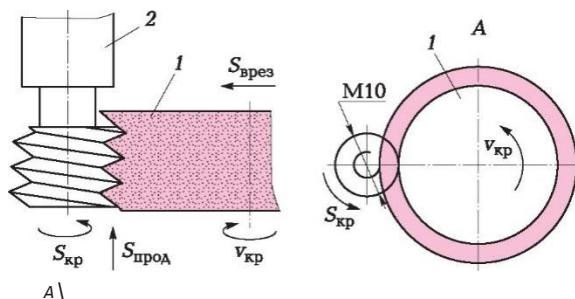
Өңдеу режимі кесу тереңдігі мен өңделетін бөлшектің шеңберлі жылдамдығының қатынасымен сипатталады. Үлкен кесу тереңдігі мен аз шеңберлі жылдамдығы кезінде «тұтастан» кішкене жүрістермен, яғни алдын ала кескілеусіз кескінді ажарлауға болады. Бұл әдіс өте жоғары дәлдікті кескін, мысалы  $\pm 3'$  шегіндегі кескіннің пішінінің бұрышының жартысы бойынша кемшіліктермен кескін алуға мүмкіндік береді.

**Сақиналы жіптері бар көп жіпті ажарлаушы шарықтаспен ажарлау** ұзындығы шарықтастың енінен кіші, қысқа кескіндерді ажарлауға мүмкіндік береді, Кескінді көп жіпті шарықтаспен ажарлауды бойлап беріліспен де, радиалды кіре кесумен де орындайды.

**Кірекесін ажарлау** қысқа бұранданы өңдеу үшін қолданады. Қажакты шарықтастың осін, ені кесілетін кескіннің ұзындығынан үлкен, өңделетін дайындаманың осіне қатарласып орналастырады. Өңдеу кезінде 1 қажакты шарықтас (1.47-сурет) кесудің  $v_{\text{доп}}$  шеңберлі жылдамдығымен айналады, ал 2 дайындама  $S_{\text{доп}}$  шеңберлі беріліспен жәй айналады және өзінің осімен  $S_{\text{өнім}}$  бойлық беріліспен жылжиды.



1.46-сурет. Бір жіпті қажакты шарықтаспен бұранданы ажарлау схемасы

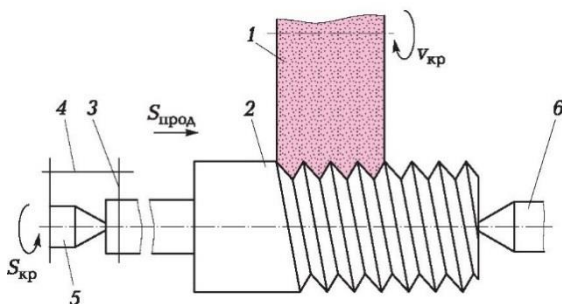


1.47-сурет. Көп жіпті қажақты шарықтаспен бұранданы ажарлау схемасы

Айналып тұрған қажақты шарықтас  $S_{к\text{ірек}}$  радиалды беріліспен бұранданың пішінінің толық тереңдігіне дайындаманың жарты айналымына кіреді. Бұл кезде дайындама өзінің осінің бойымен кесілетін кескіннің жүрісіне тең  $S_{\text{өнім}}$  өлшеміне бір айналыммен жылжиды. Бұранданы өңдеу дайындаманың 1,5 айналымында аяқталады.

Сипатталған әдіс жоғары өнімділікпен ерекшеленеді және «тұтастан» кішкене жүріспен, яғни (алдын ала кескілеусіз) кескінді ажарлауға мүмкіндік береді, бірақ, бұл кезде жететін бұранданың дәлдігі бір жіпті шарықтаспен жұмысы кезіне қарағанда төмен - пішіннің бұрышының жартысы бойынша кемшіліктер  $\pm 6'$  құрайды.

**Бойлап берілісті** көп жіпті шарықтаспен кескінді ажарлауды ұзын кескінді өңдеу кезінде қолданады. Бұранданың пішінінің толық тереңдігіне орналастырылған 1 қажақты (1.48-сурет) шарықтасқа  $v_{\text{дөң}}$  шеңберлі кесу жылдамдықпен басты айналу



1.48-сурет. Бойлап берілісі бар кескішті ажарлау схемасы

қозғалысын хабарлайды. 5 және 6 центрлерінің ортасында орналастырылған 2 дайындама (3 қамытшасы мен 4 шылбырын пайдалана отырып) кішкене айналу  $S_{\text{оң}}$  берілісімен айналады және осьтің бойымен дайындаманың бір айналымындағы бұранданың бір жүрісіне тең  $S_{\text{өнім}}$  бойлап беріліспен жылжиды. Қажақты шарықтастың бірінші жүрісте тұрған жіптер алдын ала жарлауды орындайды, ал соңғы жіптері - соңғы ажарлау.

Қаралған әдістерден бөлек, бұранданы қосымша арнайы құрылғылармен қамтылған, көп жіпті ажарлау шарықтасын пайдалан отырып, центрсіз ажарлау білдегінде **центрсіз ажарлауды** қолданады. Центрсіз ажарлаудан алынған бұранданың дәлдігі басқа әдістермен салыстырғанда төмен, бірақ кәдімгі бөлшектерді дайындауға жарайды. Осы жағдай мен жоғары өнімділік бұл әдістің жоғары дәлдікті қажет етпейтін, кескін бөлшектерінің жаппай өндірісінде пайдаланылады.

**Ішкі бұранданы кесу.** Ішкі бұранданы негізінде таңбалаушымен кеседі. Онымен қатар, кескішті, тарақты және бұрандалы фрезаны пайдаланады. Бұранданы кесу әдісіне қарай таңбалаушыны білдекте бұранданы кесетін машиналы және бұранданы қолмен кесуде пайдаланылатын қол немесе слесарлы болып бөледі.

**Машина таңбалаушыны** пайдалану кезінде бұранданы бір жүрісте бір таңбалаушымен кеседі. Білдектерде бұранданы бір жұмыс жүріспен және тек ұзын бұрандаларды кесу кезінде немесе терең тесіктерде екі таңбалаушыны пайдаланады. Білдекте кесілген соң дәл бұранданы калибрлі таңбалаушымен білдекте немесе қолмен жасалады. **Қол таңбалаушымен** бұранданы екі немесе үш жұмыс жүрісімен, бұранданың өлшеміне қарай жиынтыққа кіретін әртүрлі таңбалаушылармен кеседі. Машина таңбалаушыларымен бұранданы өтпелі және бітеу тесіктерде бұранда кескіш, бұрғылаушы, револьверлі білдектерде, жонғыш автоматтар мен жартылай автоматтарда кеседі.

Бітеу тесіктерді кесудің алдында кішкене терендікке (шамамен 3-4 жіпке) бұрғылайды. Бұл кескінді кесуді жеңілдетеді, қажетті терендікте кескін кесуге мүмкіндік берелі және таңбалаушының сынуының алдын алады.

Таңбалауыштармен білдекте (беруші таңбалауыштардан бөлек) бұранданы кесу кезінде қажетті жағдай, кескінің қажетті ұзындығына жеткен кезде таңбалаушы қажетті орнына жеткенде жұмысшы жүрістен айналым шапшаң кері қосу (керіқимылдау) болып табылады. Бітеу тесіктерде бұранданы кесу үшін білдектер жұмыс жүрісінің шектеуіштерімен, соңғы орнына жеткен кезде таңбалауыштың кері қосылуымен қамтылу қажет. Берілісті тоқтату

және таңбалауыштың айналымын тоқтату өзін өзі сөндіретін оқтармен іске асырылуы мүмкін.

Айналдырғының айналуын кері қосу өзін өзі сөндіретін оқтарды пайдалану кезінде де, сомындарды кесетін арнайы білдектерден бөлек, қажет.

Бұранданы таңбалауышпен кесу үшін әртүрлі типті оқтарды пайдаланды: қатты, жылжымалы, тіреуден өзі сөнетін, айналушы сәтімен жүктелуден өзін өзі сөндіруші.

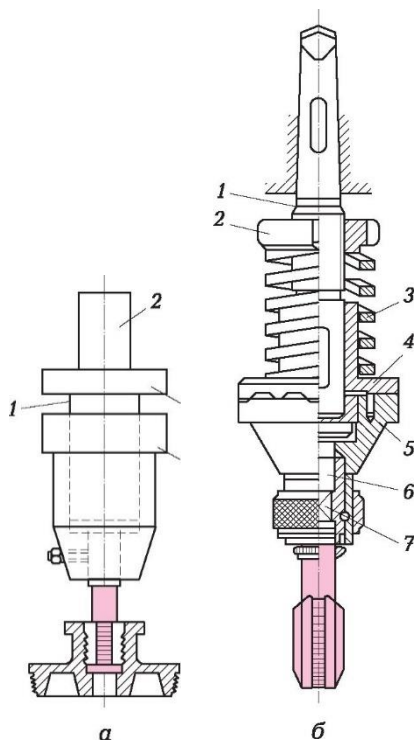
**Қатты оқтар** таңбалауышқа арналға кәдімгі ұстағыш болып табылады. Бұл оқтар, тесік пен таңбалауыштың остестігі қамтылатын, тек револьверлі білдектерде және автоматтарда пайдаланылады.

**Жылжымалы оқтар** кесілетін тесіктің осі бойынша таңбалауыштың өзін өзі құрылуын қамтамасыз етіп қана қоймай, айналдырғының жүрісінде таңбалауыштың тез ауысуын орындайды. Жылжымалы оқтардың орнына, кішкентай өлшемді таңбалауыштар үшін, таңбалауышқа өзін өзі бекітуге мүмкіндік беретін, оны қатты патронға кейбір саңылаумен отырғызады. Таңбалауышты патронмен көбінесе таңбалауыштың төртбұрышты құйрығының көмегімен қосады.

**Тіреуден өзі сөнетін оқтарды** таңбалауышпен бұранданы кесу үшін револьверлі білдектерде және автоматтарда, сонымен қатар, көп айналдырғылы кескінкесуші білдектерде пайдаланады. Білдектің айналдырғысының бойылап беру тоқтаған соң, таңбалауышты одан әрі кесілетін тесікке енгізілуі патронның жылдымалы бөлігінің (1.49, а сурет) 2 қатты түзеткішпен қатты байланысып тұрған 3 жартылай муфта 4 патронның бөлігімен итерілген 1 жартылай муфтамен бірге байланыстан шыққанша суырылуын мәжбүр етеді.

**Жүктелуінен өзін өзі сөндіретін патрон** 1.49, б суретте көрсетілген. Білдектің айналдырғысындағы конустық құйрығы патронды бекіту үшін қызмет ететін 1 білік шеткі жұдырықшалары бар 4 жартылай муфтаның шпонкасына орнатылып, ол тап сондай, білікті бос орнатылған екінші 5 жартылай муфтаға іліктірілген. 4 жартылай муфта бойлай бағытпен 3 серіппенің қысымымен, остік күші 2 сомынмен реттеле отырып, жылжиды. Таңбалауыштың айналуын 5 жартылай муфтадан 7 ауыстырылмалы төлкесі арқылы береді.

Егер айналуы сәті алдын ала бекітілген шамадан асатын болса, 6 төлке жылжып кетеді. Таңбалауыштың айналуы тоқтаған кезде айналдырғының айналуы қайта басталады.



1.49-сурет. Тіреуден (а) және жүктелуінен (б) өзін өзі сөндіретін бұранданы таңбалауышпен кесу оқтары

Сомындарды кесу үшін, ұзын сомынды таңбалауыштармен немесе ұзын қысық құйрықшасы бар таңбалауыштармен жұмыс істейін сомын кесуші білдектерді пайдаланады.

Кескінді АӨС пайдалана отырып кеседі: болатты - осер майы (сульфофрезол), шойында - керосин немесе құрғақтай.

Бір және көп жүрісті стандартсыз бұранданы кесу кезінде таза кесу үшін бұрандалы кескіштерді пайдаланады. Бір қалыпты бұрандалардың негізгі кемшіліктері төмен өнімділігі болып табылады, себебі олар қалың жоңқа болса және кесудің жоғары жылдамдықтарында өнімді жұмыс істей алмайды. Бұл әдіспен өңдеу кезінде бірнеше жұмыс жүрістері қажет: мысалы, орта өлшемді бұранда кесу үшін 12-ден 20-ға дейін жұмыс жүрістері, ал ірі жүрісті, трапециялық және тік бұрышты бұранданы үшін - 50 және оданда көп жұмыс жүрістеріне дейін.



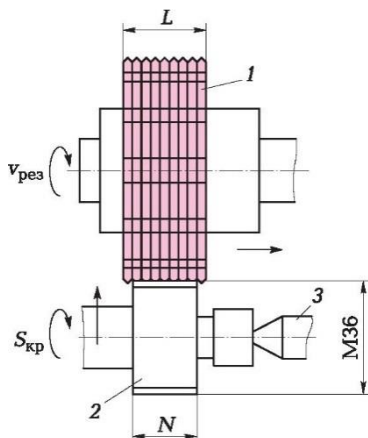
Ішкі бұранданы кесу үшін тарақты сирек пайдаланады, себебі, таңбалауыштың өзі бірнеше бұранданы кесуші, бірге қосылған тарақтардан тұратын жинақ болып табылады. Сонымен қатар, тараққа қарағанда жеңіл дайындалады.

**Ішкі және сыртқы бұранданы фрезерлеу.** Ішкі және сыртқы бұранданы фрезерлеу келесі жағдайларда пайдаланады:

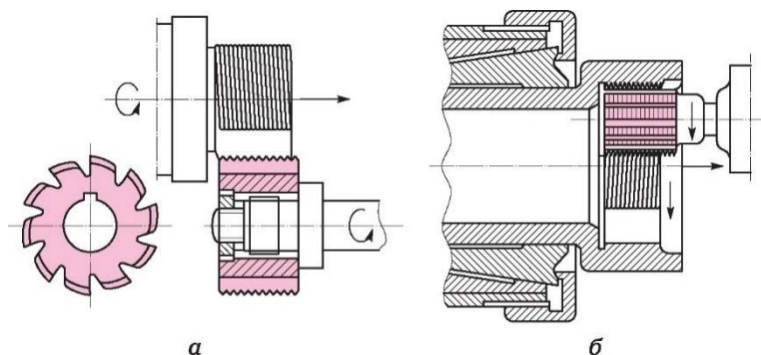
- ұзын жүрісті бұрамаларда бұранданы алдын ала өңдеу кезінде;
- қатты болаттан дайындамалардан бұранданы өңдеу кезінде;
- ірі жүріспен бұранданы кесу кезінде;
- үлкен диаметрлі бұранданы өңдеу кезінде.

Бұрандалы құрал дискілік немесе тарақ фреза болып табылады. Өңдеуді бұранда фрезер білдегінде жүргізеді.

Бұранданы  $1$  дискілі фрезамен  $L$  фрезаның ені (1.50-сурет) ойықтың  $N$  ұзындығынан кесілетін кескіннен 2-3 жүріске үлкен болу керек. Дайындаманың  $2$  осіне  $1$  фрезаны бұрыштап орналастырады, ол кесілетін бұранданың бұрандалы сызығының көтерілу бұрышына тең болады. Кесуші құрал  $v_{\text{кес}}$  кесудің айналмалы жылдамдығымен 60 м/мин дейін айналып тұрады. Дайындама жай  $S_{\text{доң}}$  жылдамдықпен айналып, 0,02...0,08 мм/тіс шенберлі берілісін қамтамасыз етеді. Дайын бұранда (M36) дайындаманың 1,3 айналымында пайда болады. Бұранданы фрезерлеу әдіс ретінде өнімдірек, ал бұранданы кесетін кескішпен кесумен салыстырғанда сапалы болып шығады.



1.50-сурет. Бұранданы дискілі фрезамен кесу схемасы



1.51-сурет. Топтық фрезамен сыртқы (а) және ішкі (б) бұранданы кесу

Ірі жүріспен трапециялық және тік бұрышты бұранданы алдын ала дискілі фрезалармен фрезерлейді, тазалау ауысымдарын бірнеше жұмыс жүрістермен бұрандалы жонғышпен жасайды.

Қысқа сыртқы және үшбұрышты пішіні бар ішкі бұранданы тарақ фрезасымен немесе топтық фрезамен фрезерлейді. **Тарақ бұрандалы фреза** дегеніміз бір бірімен шеттерімен қосылған дискілі бұранда фрезалардың жиынтығы. Мұндай фрезаларды топтық деп атайды. Бойлаған жырашықтар, тиісінше бұрандалы жиектер мұндай фрезаларда олардың осіне қатарлас орналастырылған. Фрезаның тістері, оларды ұштау жеңіл болу үшін шүйделенген етіп орындалады. Топтық фрезаның ұзындығын кесілетін бұранданың ұзындығынан 2-3 жіпке көбірек алады.

**Топтық фрезамен** бұранданы кесілетін дайындаманың 1,25 айналымында шығарады, бұл фрезаның кіру жерін жауып тастау үшін жасалады. Дайындаманың бұрандасын кесу кезінде әрбір айналымда кесілетін бұранданың бір жүрісіне осінің бағытымен жылжу қажет. Мұндай фрезалармен жұмыс жасау схемасы 1.51-суретінде көрсетілген.

Фреза тістерінің пішіні кесілетін бұранданың пішінімен тең болу тиіс. Тарақ фрезаның осі кесілетін дайындаманың осіне қатарлас орналастырады.

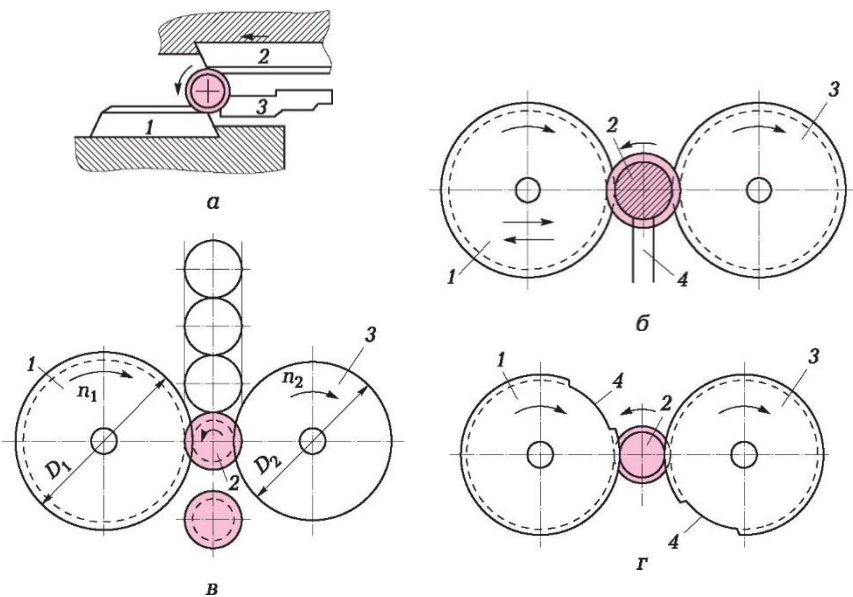
Бұрандалы тарақты фрезаны пайдалану ойықтардың, белдемелердің қасындағы бұрандаларды, сондай-ақ бітеу тесіктердің түбіне дейін жететін бұрандаларды кесу кезінде пайдаланған жөн, себебі бұл жағдайларда тек фрезерлеудің көмегімен толық кесуші жіптің белдемге немесе тесіктің түбіне жетуі мүмкін.

Тарақты фрезамен фрезерлеуді тұтқыр және қатты болаттан жасалатын бөлшектерді кесу кезінде қолданады, бұл кезде бұранда кескіштерді немесе бұранда кесуші бастиектерді пайдалану кезіндегі қажетті бұдырлықты қамтамасыз етпейді немесе құралдың тез мұқалуына алып келеді.

**Бұранданы бүрмелеу.** Ішкі және сыртқы бұранданың пайда болу принципі дайындама екі қатарлас, бірі бірінен белгіленген қашықтықта орналасқан призмалық (жазық) бұрандалы бұранда кескіштердің ортасымен немесе цилиндрі айналып тұрған аунақшалардың ортасымен домалатады.

Құрал - бүрмелеу плашкаларды Х12М және Х6ВФ болатынан дайындайды. Бұранда кескіштердің жұмыс бөліктерінің қаттылығы 57...60 HRC. Бұранда пішінінің бетінің бұдырлығы 7-ші кластан төмен болмау керек. Бұранда кескіштердің әрбір жиынтығында бұранданың бір бұранда кескішінің екіншісіне қатынасы 0,5 жүріске жылжыту қажет.

1.52, *a* суретте бұранданы жазық бұранда кескіштермен бүрмелеу көрсетілген. Бұранда кескіш 1 қозғалыссыз, ал бұранда кескіш 2 ілгері-мелі-кері қозғалып тұр. Бір біріне қарап тұрған бұранда кескіш беттерінде бүрмеленетін бұранданың жазықтыққа бұрандалы бетінің қимасы.



1.52-сур. Бұранданы бүрмелеу схемалары (а-г)

Үдерістің басында дайындама өзінен өзі 1 және 2 бұранда кескіштердің ортасымен (суретте көрсетілмеген), кесілген дуалды бөлігі бар итергішпен және 3 серіппелі тіреумен беріледі. Содан соң итергіш кері кетеді және бұранда кескіш бұранда кескіш 2 бастиекті ала отырып нұсқармен көрсетілген бағытқа жылжи бастайды. Бұранда кескіштің сол жақ шетіне жеткен соң бұрмеленген дайындама қабылдаушыға түседі.

Бұл әдіс жоғары өнімділіктен бөлек, кесуші бұрандалы құралмен өңдегенге қарағанда, мықты және тозыққа берік бұранда алуға мүмкіндік береді, себебі бұранданың жібіндегі материал бұрмелеу кезінде бекітіледі және металдың талшықтары қиылмай, пластикалық күйін өзгертеді. Бұранданы бұрмелеу алған кезде жоңқа алынбайды, соның себебінен металл 25%-ға тиімді пайдаланылады.

Стандартты метрлік бұранданы бұрмелеу үшін дайындаманың  $d_{дайын}$  диаметрі келесі формуламен анықталады:

$$d_{дайын} = \sqrt{(d^2 + d_1^2)/2},$$

мұнда  $d$  - бұранданың сыртқы диаметрі, мм;  $d_1$  - бұранданың ішкі диаметрі, мм.

Цилиндрлі айналмалы аунақшаларды пайдалану кезінде бұранданы үш түрлі беріліспен бұрмелеуге болады: тангенциал қыйғаштап, радиалды, остік.

1.52, б суретте бұранданы екі бұрмелегіш радиалды беріліспен цилиндрлі аунақшалармен бұрмелеу көрсетілген. Бұрмелеуді бір немесе екі аунақшамен орындауға болады. Бұл бұрмелеу әдісі ең көп тараған. Екі 1 және 3 аунақшалар үзіліссіз айналады; айналу кезінде біреуі (1.52, б суретте 1 аунақша) радиалды беріліс алады (механикалық немесе гидравликалық желіден). Бұранданың қажетті тереңдігіне жеткен соң, орта аралық қашықтықта тоқтайды, содан соң аунақшалар бір бірінен кері кетеді. Бұрмелеу үдерісінде цилиндрлі 2 дайындаманы аунақшалардың ортасында орналастырылған 4 пышақ ұстап тұрады. Кескінің пішіні аунақшалардың шетінде бұйымның бұрандасының айналы кескіні болып табылады.

Бұранданы аунақшалармен үзіліссіз бұрмелеу бірдей айналу жиілігі бар ( $n_j = n_2$ ), 1 және 3 әртүрлі диаметрлі ( $D_1 > D_2$ ) екі аунақшамен тангенциал қыйғаштап беріліспен жүргізуге болады, бұл жерде аунақшалардың орталарының арасындағы қашықты тұрақты болып қалады. Бұл әдісте 2 дайындаманы ұстап тұратын пышақтың қажеттілігі жоқ.

1.52, *г* суретте бұранданы, екі шүйделенген 1 және 3 аунақшалармен тангенциал қыйғаштап беріліспен бүрмелеу көрсетілген. Әрбір мұндай аунақшаның жүктемелі-жүктеусіз 4 бөлігі бар, олар бұранданың ішкі диаметрімен төмен радиус бойынша кесу жолымен жасалған. 1 және 3 аунақша білдекте орталарынан тұрақты қашықтықта орналастырады және берілген диаметрлі бұранда алуға есептелген. Аунақшалардың айналуы синхронды. 2 дайындама, 4 аунақшалардың қималары бір біріне қарама қарсы орналастырылған кезде өзінен өзі беріледі. Бұранданы бүрмелеу аунақшалардың бір айналымынан пайда болады.

Мұндай аунақшалар кейде көп циклды болады: бір аунақшада бірнеше жүктемелі-жүксіз 4 бөліктерді жасайды және тиісінше қалған көрсетілген бөліктер саны (екінші аунақша бұл жағдайда цилиндрлі, кәдімгі пішінді). Дайындаманы жұмысшы орнына арнайы сепаратормен бірітіндеп, 4 қималардың екінші аунақшаға келуіне қарай орнатады. Аунақшаның бір айналымында 1-7 дайындама бүрмеленуі мүмкін. Бұранданың бетінің бұдырлығы шүйінделген аунақшалармен бүрмелеу кезінде өседі.

Қарапайым бұранда кесуші аунақшалардың 3...4,5 мм диаметрлі метрлік бұрандаларды бүрмелеу үшін негізгі өлшемдері стандартты. Жоғары дәлдікті аунақшалардың бұрандасының пішінінің бұдырлығы  $Ra$  0,16 мкм кем болмау керек, кәдімгі дәлдікті аунақшаларда -  $Ra$  0,32 мкм.

Бүрмелеумен 120...340 НВ қаттылығы бар болаттан, сондай-ақ 6-шы, 7-ші квалитетке дейінгі дәлдігі бар және бетінің бұдырлығы  $Ra$  0,32...0,16 мкм түрлі-түсті металдар мен қоспалардан бөлшектерде 0,3-тен 150 мм-ге дейінгі диаметрлі, бұранданы бүрмелеумен алуға болады. Болаттан бөлшектерде бұрандаларды бүрмелеу жылдамдығы созудағы беріктігі дәлдігі  $\sigma_b = 400...800$  МПа болғанда 40...80 м/мин шегінде болады.

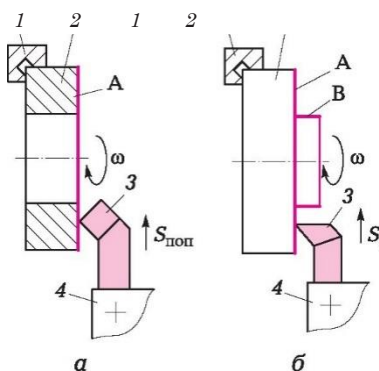
## 1.4. ЖАЗЫҚ БЕТТЕРДІ ӨНДЕУ

**Жазық беттерді өңдеу әдістерін таңдаудың технологиялық алғышарттары.** Жазық беттерді жону, сүргілеу, ұңғылау, фрезерлеу, ажарлау және созу арқылы өңдейді.

Жазық беттерді **жону** таза түрінде сирек кездеседі, мысалы, А шетін (1.53, *a* сурет) 4 бұранда ұстағышта бекітілген бұрандамен 3 көлденең беріліспен  $S_{көлд.}$  жонады. Бұл жерде дайындама 2 құрылғыда 1 орналастырылады және бұрыштық жылдамдықпен  $\omega$  айналып тұрады. А жазықтығының жонуын оған жабысып тұрған қысқа В цилиндрлі беттің (1.53, *б* сурет) өңдеуімен бірлесуі мүмкін, сол кезде осьтің бетінің берілген бетке көлденеңдігін қамтамасыз етеді. Бұл жағдайда А жазықтығы мен В цилиндрлі бетін өңдеу бір кескішпен 3 бойлап береліспен  $S_{бой.}$  жүргізіледі, ал жазықтық жону бойынша ауысымдар амалда, бұйымның геометриясына қарай, басты немесе қосалқы болуы мүмкін. Жазықтықты жону цилиндрлі бетті жонумен бір ауысуда жүргізілуі мүмкін, мысалы, жіңішке бұрандамен жырашықты жону кезінде.

Жазық беттерге, жазық еместік шегінде пішіннің дәлдігі (ойыстық немесе дөңестік) бойынша талаптар қойылады, ол сызбаулгілік сызғышпен немесе бояуы бойынша анықталады. Жазық беттің бұдырлығы цилиндрлі беттің бұдырлығы сияқты өңдеу режимдеріне байланысты. Жазық беттің орналасуы бойынша дәлдігі көбінесе білдектің жұмыс аумағында орын алуымен, дайындаманың негіздеу дәлдігімен анықталады.

**Фрезерлеу** жаппай өндірісте бұрын пайдаланылған сүргілеу мен жартылай ұңғылаудың орнын басты. Фрезерлеумен өңдеу кезінде, сүргілеуге қарағанда көбірек өнімділікке жетуге болады, себебі бір уақытта көп жүзді құралмен, бір жүзді құрал - бұрандамен салыстырғанда көп бетті өңдеуге болады.



1.53-сурет. Жазық беттерді жону схемалары:  
*a* - ашық жазықтықтың (шетжағының); *б* - цилиндрлі бетке жабысып тұрған жазықтығың

Фрезерлеу кезінде өнімділікті көтеру бір уақытта өңделетін дайындамалар мен бір уақытта жұмыс істеп тұратын кесетін құралдар санының өсуімен, өңделетін дайындама мен құралдың жұмысшы және бос жүрістерінің ұзақтығын қысқартудан жеткізіледі.

Өңдеудің өнімділігін қамтамасыз ететін фрезерлеудің негізгі тәсілдері мыналар болып табылады:

- **параллелді**, яғни бір дайындаманың бірнеше бетін немесе бірнеше дайындаманы бір уақытта фрезерлеу. Бұл бір түзеткіште сәйкесінше цилиндрлі, дискілі және үлгілемді фрезалардың санын немесе дөңбек фрезаларды әр айналдырғыларда орналастыру арқылы, сонымен қатар үлкен диаметрлі бір дөңбек фрезамен немесе ұзын ұзындықты бір цилиндрлі фрезаның көмегімен іске асырылады. Мұндай фрезерлеу кезінде, кейбір ауысымдардың машиналық уақытымен қосалқы уақыттың азаюын сәйкестендіру салдарынан өңдеудің еңбек сыйымдылығы қысқарады;
- **біртіндеп** фрезерлеу дегеніміз білдектің үстелінде қатарлап орналасқан бірнеше дайындаманы (немесе бір дайындаманың бірнеше беттерін) білдектің үстелінің жұмысшы қозғалысының үдерісінде фрезаға келуіне байланысты біртіндеп фрезерлеу. Бұл жағдайда, қосалқы уақыт қысқарады, себебі ол машина уақытымен жабылады;
- **параллельді-біртіндеп** фрезерлеу, мұнда білдектің үстелінде қатарлап орналасқан бірнеше дайындаманы бір уақытта (немесе бір дайындаманың бірнеше беттерін) өңдеуді біртіндеп өңдеумен құрамдастырады. Бұл тәсілді пайдаланғанда еңбек сыйымдылығы қысқаруымен қатар, қосалқы уақыт қысқарады, сондықтан машина уақыты да қысқарады;
- **бұрылатын үстелдерде және құрылғыларда** фрезерлеу. Бұл жағдайда, өңдеудің еңбек сыйымдылығы көп қосалқы уақыттың машина уақытымен қиыстыруы салдарынан қысқарады, себебі өңделген дайындаманы алған кезде үстелдің немесе құрылғының басқа позициясында бөлшекті фрезерлеу кезінде жаңасын орнатады;

- **екі жақты беріліспен** (маятниктік беріліс) фрезерлеу. Бұл өңдеу тәсілі алдыңғының бір түрі болып табылады, оны бұрылатын құрылғыларды пайдалану қиын, ұзын дайындамалардың қысқа беттері үшін пайдаланады;
- **үзіліссіз** фрезерлеу дегеніміз, өңделетін дайындамаларды дөңгелек үзіліссіз айналып тұрған үстелге немесе барабанды құрылғыға орнатып, білдектің айналдырғыларында орналастырылған дөңбек фрезалармен фрезерлейді. Мұндай фрезерлеуде даналық уақыт машина уақытына жақын немесе тең болуы мүмкін.

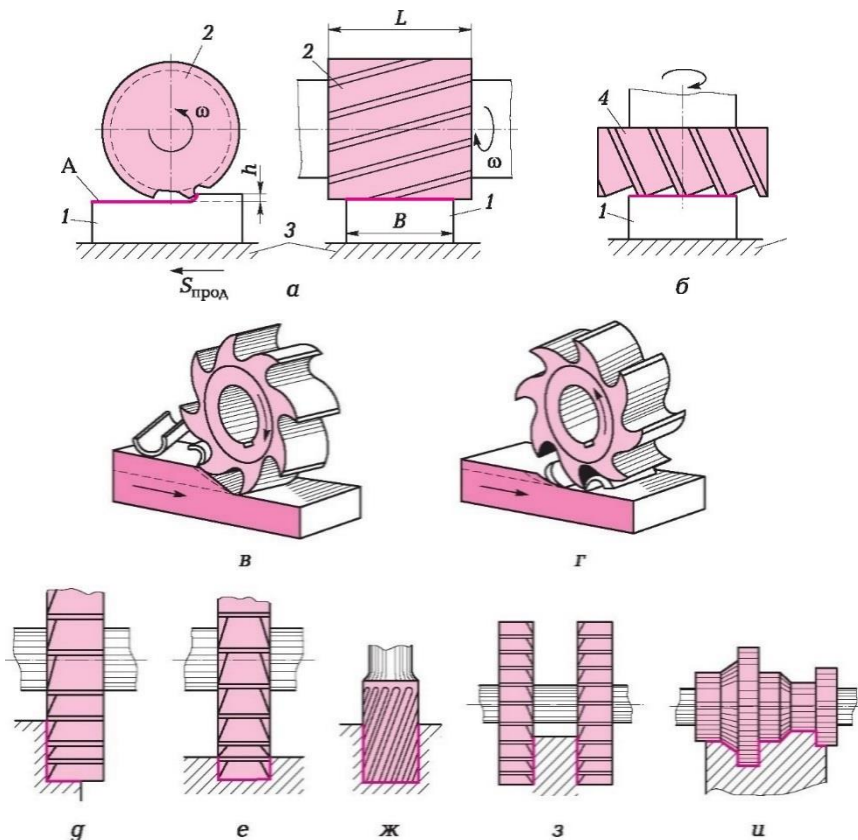
Жазық беттерді **фрезерлен** өндеуді цилиндрлі немесе дөңбек фрезалармен жүргізеді. Дайындаманың 1 жазық А бетін цилиндрлі фрезамен 2 (1.54, а сурет) өңдеу кезінде, көлденең-фрезерлі білдектерді пайдаланады, оларға дайындаманы көлденең орнатады. Фрезаның ұзындығы  $L$  бұл кезде өңделетін беттің енінен  $B$  үлкен болу керек. Фреза 2 бұрыштық жылдамдықпен  $\omega$  айналып тұрады, ал дайындаман 2 білдектің үстелімен 3 бірге  $S_{\text{өнім}}$  бойлық беріліспен жылжиды. Осы кезде  $H$  әдібі шешіледі.

Жазық беттерді дөңбек фрезамен 4 (1.54, б сурет) өңдеу цилиндрлі фрезамен салыстырғанда дәлірек және өнімдірек. Кең жазықтықтарды фрезерлеу үшін салынбалы кескіштері бар, ірі дөңбек фрезаларды пайдаланады. Түрлі-түсті металлдардан дайындамаларды (алюминий және оның қоспалары) өңдеу кезінде бір тісті дөңбек фрезаларды пайдаланады. Мұндай фрезерлеу амалдары бір жүріспен орындалады. Дайындама 1 берілісінің қозғалысы үстелмен 3 қатты байланысқан, білдектің түрі мен үстелге байланысты түзу сызықты және шеңберлі болуы мүмкін.

Бөлшектерді көптен шығару кезінде бір уақытта бірнеше бөлшектерді өндеуді қолданады, бұл кезде білдектің үстелінң барлық ауданын және оның үлкен жүрісін пайдаланады. 8-қосымшада өндеуге қажетті әдіптердің өлшемді ұсынылған, олар дайындаманың бекітілуінің беріктігімен, дайындаманың төзімділігімен және фрезерлеу білдегінің қуаттылығымен шектеледі.

Фрезерлеу білдектерінде жазық беттерді цилиндрлі фрезамен білдек үстелінің бекітілген дайындамамен бірге қозғалысы кезінде фрезаның айналымы бағытына қарсы, яғни **қарсы фрезерлеумен** (1.54, в сурет) немесе сол бағытпен, яғни (1.54, г сурет) **бағыттас фрезерлеу** әдісімен өндеуге болады.





1.54-сурет. Жазық беттерді фрезерлеу схемасы:

*а* - цилиндрлі фрезамен; *б* - деңбек фрезамен; *в* - қарсы; *г* - бағыттас; *д*, *е* - тік жазықтықты және дискілі үш жақты фрезамен ою; *ж* - саусақты фрезамен ою; *з* - екі деңбек фрезаның бүйірлі беттерімен; *и* - күрделі пішінді фрезалар жиынтығымен

Екі жағдайда да фрезаның әрбір тісімен алынатын жоңқа үтір түрінде болады, бірақ бірінші жағдайда жаңқаның қалыңдығы кескен сайын үлкейе береді, ал екіншіде кішіреді.

Қарсы фрезерлеудің құндылығы тіске жүктеменің өсуінде және тістердің металдың қабатының астына кіркесуінде. Бұл әдістің кемшілігі фрезаның дайындаманы үстелден жұлып алу қауіпінде.

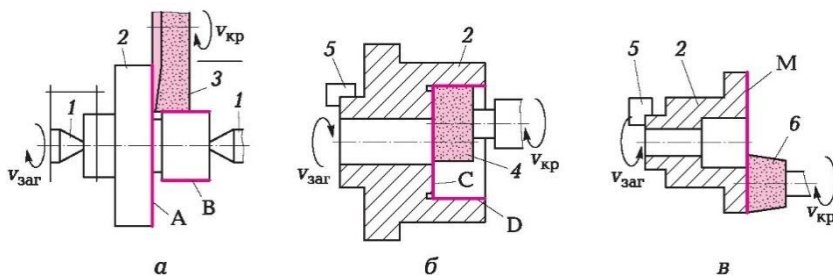
Фрезерлеудің дәлдігі білдектің, құралдың типтеріне, кесу режимдеріне және басқа да факторларға байланысты. Фрезерлеу кезінде 8-ші, 11-ші квалитетті дәлдікке жеткізу мүмкін, ал жедел және жіңішке фрезерлеу кезінде 6-шы, 7-ші квалитетке жеткізу мүмкін. Тазалық фрезерлеу кезінде беттің бұдырлығы 4-6 класты болуы мүмкін.

1.54, *д-и* суретте фрезерлеу білдектерінде әр түрлі өңдеу түрлері көрсетілген.

Фрезерлеудің дәлдігі білдектің түріне, кесетін құралға, кесу режимдеріне және басқа да факторларға байланысты. Фрезерлеудің күнделікті жағдайында, өңдеу дәлдігі жедел фрезерлеуде 7-ші, 8-ші квалитетті дәлдікке, ал жіңішке фрезерлеу кезінде 6-шы квалитетке жеткізілуі мүмкін.

**Жазықтықтарды ажарлауды** тазалап жонудан немесе тазалап фрезерлеуден кейін жүргізеді. Дайындаманың 2 жазықтығын А және оған жабысып тұрған сыртқы цилиндрлі бетін В дөңгелеп ажарлау білдегінде ішіне енгізе отырып, 3 қажақты шарықтаспен бір амалмен ажарлайды, өйткені, бұл беттер алдын ала тап солай бір амалмен жонылған. С жазықтығы және дайындаманың жабысып тұрған ішкі цилиндрлі бетін D ішкі ажарлау білдегінде қажақты шарықтаспен 4 бір амалмен ажарлайды. Дайындаманың 2 деңбек бетін М (1.55, *в* сурет) көп жағдайларда тап солай ішкі ажарлау білдегінде ажарлауға болады.

Барлық қаралған мысалдарда дайындама ортасында 1 немесе құрылғыда 5 дәл орналастырылған және  $v_{\text{дайын}}$  шеңберлі жылдамдықпен айналып тұрады, ал қажақты шарықтас кесудің  $v_{\text{айн}}$  айналып тұрады.

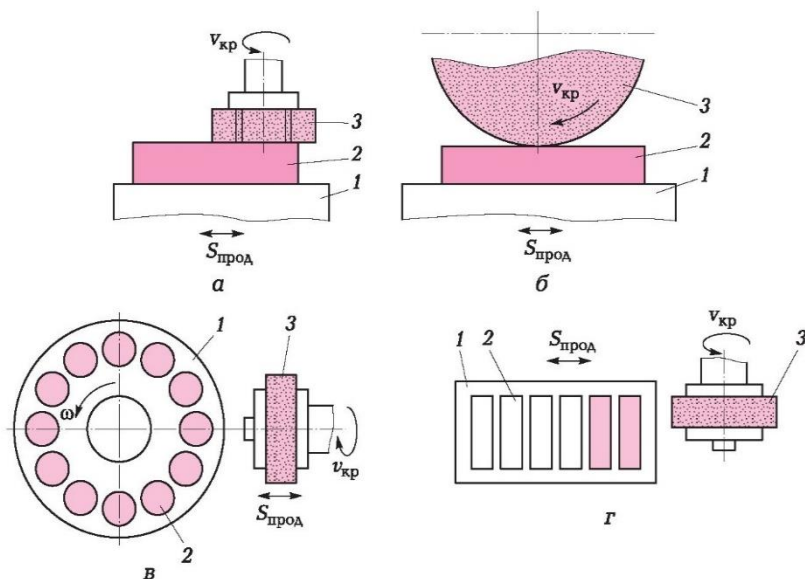


1.55-сурет. Жазық беттерді ажарлау:

- а* - жазықтығын және оған жабысып тұрған сыртқы цилиндрлі бетін;
- б* - жазықтығын және жабысып тұрған ішкі цилиндрлі бетін;
- в* - ашық деңбек бетін (шетжағы)

**Ашық жазықтықтарды** ажарлау үшін жазық ажарлағыш білдектерді пайдаланды. Бір жазық ажарлағыш білдектерде, мысалы магнитті үстелде 1 орналасқан дайындаманы 2 қажакты шарықтастың қапталымен 3 ажарласа (1.56, *а* сурет), екіншілерінде - шарықтастың шетімен 3 (1.56, *б* сурет). Кейбір білдектердің үстелдері 1 - бұрыштық жылдамдықпен  $\omega$  айналып тұрған, дөңгелек (1.56, *в* сурет), оларға бірнеше дайындамаларды 2 бір уақытта орнатады, олар қайтымды ілгерілеме қозғалыс  $S_{\text{прод}}$  жасап тұрған, қажакты шарықтастың 3 шетімен өңдейді. Кейбір білдектерде, (1.56, *г* сурет) үстелдері 1 тік бұрышты, түзу сызықты қайтпалы-ілгерілімелі  $S_{\text{прод}}$  қозғалысымен. Дайындамалар 2 арнайы құрылғыға немесе магнитті үстелге 1 бекітіледі. Магнитті үстел жұқа бөлшектердің жазықтықарын екі жақты ажарлау үшін ыңғайлы.

Жазықтықтарды шарықтастың дөңгегімен ажарлаған өнімділеу, бірақ, шарықтастың шетімен ажарлауға қарағанда аз дәлдікті береді. Қаралтым ажарлаудың дәлдігі 10-шы, 11-ші квалитетке, ал



1.56-сурет. Ашық жазықтықтарды ажарлау:

*а* - шарықтастың дөңгегімен; *б* - шарықтастың шетімен; *в* - бірнеше дайындамаларды шарықтастың шетімен; *г* - бірнеше дайындамаларды қажакты шарықтастың шетімен тік бұрышты үстелде.

тазалап ажарлауда - 8-9-шы квалитетке тең. 9-қосымшада жазықтықтарды ажарлауға ұсынылған әдіптердің өлшемдері көрсетілген.

**Жазықтықтарды ажарлауды** жазықтықтарды ажарлау немесе сүргілеуден кейін тазалау амалы ретінде, жоғары дәлдікке жету және өңделетін беттің бұдырлығының класына жету үшін, және де шындалған болаттан дайындамалардың беттерін соңғы өңдеу үшін пайдаланады. Көп жағдайларда, жазықтықтық ажарлау фрезерлеуге қарағанда үнемділеу болуы мүмкін, әсіресе қатты металдарды, қатты қабықтың немесе өңдеуге кішкене әдіп болған кездегі өңдеу кездерінде.

**Жазықтықтарды созу** ажарлау немесе сүргілеуге қарағанда, өнімдірек және өңдеудің дәлірек әдісі. Өңдеуге үлкен әдіп болған кезде (2...6 мм), созу қаралтым және таза фрезерлеуді алмастыра алады, сонымен қатар, ажарлау жазық беттің ( $Ra$  1,25...2,5 мкм) бұдырлығының жоғары класын қамтамасыз етеді.

Кесілген контурды **созу** ажарлау немесе сүргілеуге қарағанда, бір уақытта өңделетін беттің жоғары дәлдігіне және бұдырлығының жоғары класына жетуін қамтамасыз еткен кезде, өнімдірек әдіс болып табылады.

Жазық беттерді барлық енімен созады, сондықтан созу тісі, созылатын бетке қарағанда бірнеше кең болады. Жазықтықтарды созу схемасы тесіктерді созу схемасымен бірдей. Созуды бір уақытта бірнеше созу тістерімен, металдың барлық әдібі созудың бір жұмысшы жүріспен түсетіндей етіп орындайды, бұл кезде әдіп созбаның барлық тістерінің арасымен біркелкі таралу қажет. Бұл аз машина уақытында жоғары өнімділікті қамтамасыз етеді.

Өңделмеген беттер мен шындалғандарды кәдімгі жазық созбамен созу кезінде, олардың кесуші жиектері тез мұқалады және бояуы кетеді. Бұл жағдайларда кесетін жиектері созбаның қозғалысының бағытына қатысты еңкейіп орналасқан созбаны пайдаланады, металды өңделетін беттің барлық енімен емес, жіңішке қиықтармен кеседі, бір уақытта бір тіске 0,4...0,8 мм жоңқаларды алады, ал калибрлеуші тістер, яғни үдемелі кесу созбаларымен өңделетін беттің барлық енін тазалайды.

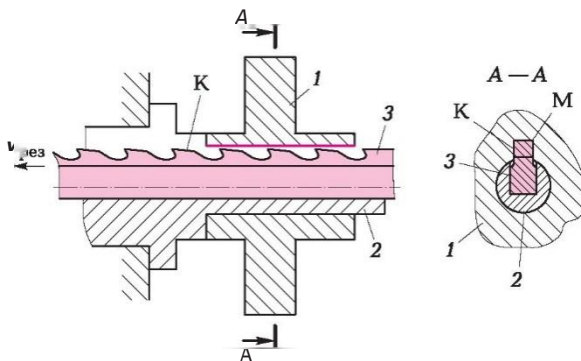
Сыртқы созу кезінде әдіптің шамасы, созып өңдеу өңделмеген бетпен ба (күю, шындау) немесе алдын ала өңделген бетпен (фрезерлеу, сүргілеу) жүргізілгеніне байланысты болады. Бірінші жағдайда, бір жаққа әдіп 2-ден 6 мм-ге дейін, ал екіншісінде - 0,25-тен 1 мм-ге дейін алынады. Сыртқы созу кезінде беттің бұдырлығы  $Ra$  2,5...0,63 мкм сәйкес келеді. Кейбір жағдайларда,  $Ra$  0,63 мкм және  $Ra$  0,32 мкм сәйкес беттің бұдырлығы болуы мүмкін.

Созу кезінде өңделетін беттің дәлдігі мен бұдырлығы негізінен кесу процесіне серпімді өзгерудің өте аз әсер етуімен, жоңқаның аз қалыңдығы және кесудің төмен жылдамдықтарымен түсіндіріледі. Өңдеудің бұл түрін таңдаған кезде созу жұмыстарының өздік құны көп деңгейде созбаларды дайындау мен қайрауға, созу құрылғысын алуға шығындардың өлшеміне сәйкес келетінін ескеру қажет.

Созу бір біріне жанасқан бірнеше жазық беттердің сәйкестенуін алу үшін кеңінен пайдаланылады. Мұндай созудың сипаттық мысалы дайындамада 1 шпондық оймаларды М алу (1.57-сурет) болып табылады. Дайындама 1 өзінің тесігімен адаптерге 2 киіледі. Созба ойманың 3 бойымен кесу жылдамдығымен  $v_{кес}$  жылжиды. Созбаның К әрбір тісі металдың жұқа қабатын алады. Адаптер дайындамадан төрткілдеш созбаны 3 қысуына қарсы болады.

Жазық беттерді өңдеу үшін созбаларды тұтастай 500 мм-ге дейін ұзындықта дайындайды, ал үлкен ұзындықта (2000 мм дейін) оларды құрамдас түрінде орындайды. Бұл жағдайларда созбаның құрамдас бөліктерін өзара қосады және созу білдектің ұзын қатты үстеліне бекітеді.

Әрлеу үшін қажақтарды пайдалану арқылы өңдеуді - *жетілдіру, сылау және әрлеу* қажақтарын пайдаланады. Сонымен қатар, беттерді толық өңдеу үшін *қыруды* пайдаланады. Жазық беттерді қажақтарды пайдалана отырып өңдеу, айналу денелерінің сыртқы беттерін өңдеуге сәйкес жүргізеді.



1.57-сурет. Үш жазықтықтың үйлесімін алу үшін созу (шпондық ойма)

Сылау, беттің өте дәл алдын ала өңделуін қажет етеді, өйткені сылауға көп әдіп қалдырылса, өңдеу уақыты созылады және сылағыш тез тозады. Жазық беттерді сылау үшін қалдырылатын әдіп 8... 18 мкм шегінде болған жөн.

Қыруды қырғыштың көмегімен қолмен немесе механикалық әдіспен орындауға болады. Бірінші әдіс орындаушының жоғары кәсіптілігі бола тұра, көп шығынды қажет етеді, бірақ жоғары дәлдікті қамтамасыз етеді. Екінші әдіс, қырғыш қайтымды ілгерілме қозғалыс алатын, арнайы білдектер арқылы іске асырылады. Бұл әдісте аз уақыт жұмсалады, бірақ күрделі беттерді өңдеу үшін қолдануға болмайды.

**Сүргілеу және қашау** көбінесе сериялы, аз сериялы және бірлікті өндірісте пайдаланылады, өйткені сүргілейтін және қашайтын білдектерде жұмыс істеу үшін күрделі құрылғылар мен құралдар қажет емес. Бірақ өңдеудің бұл түрлері өнімсіз. Бір немесе бірнеше кескіш санымен кері бос жүрістерге уақыт босқа жоғалып өңделгендігінен, өнімділік төмен болады.

**Сүргілейтін және қашағыш білдектерде өңдеуді** жонғыш білдектерге ұқсас, сүргілеу білдегінде кескіштермен жүргізеді. Бірақ, жонғышпен өңдеуге қарағанда, сүргілеуді үзік-үзік жоңқаларды ала отырып, дайындаманың немесе кескіштің ілгерілмелі түзу сызықты қозғалысында орындайды.

Әмбебап сүргілеу білдектері бойлап және көлденең сүргілеу болып бөлінеді. Бойлап сүргілеу білдектерінде басты жұмыс қозғалысы дайындамаға хабарланады, көлденең сүргілеу білдектерінде - кескішке. Арнайы сүргілеу білдектері - жиекті сүргілеу, көшіргіш сүргілеу және басқа білдектер болады. Бойлап сүргілеу білдектері бір, екі бағанды және порталды болып бөлінеді.

Бойлап сүргілеу білдектері үстелдерінің ұзындықтары олардың қызметіне байланысты 12...15 м жетеді. Үстел төрткілдеш берілістердің немесе гидравликалық құрылғылар арқылы қозғала алады. Соңғы жағдайда, механикалық жетекке қарағанда, үстелдің жоғары жылдамдық жүрісіне және баяу керікімылдауға жеткізуге болады.

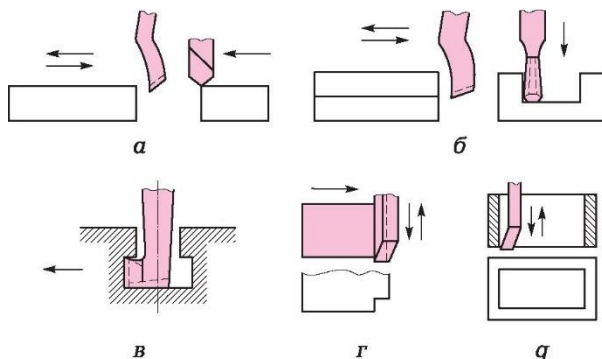
Бойлап және көлденең сүргілеу білдектерінде кескішті ұстағыш кескішпен бірге кері жүріс кезінде тік жазықтықта айнала алады. Кескішті суппорттың биіктігі бойынша орнату үшін кескіш ұстағыш тік бағытта жылжи алады. Көлбеу беттерін өңдеу үшін суппорт қажетті бұрышқа бұрылуы мүмкін.

Сырғақтың қозғалысы сужүйеден немесе жықпыл механизммен іске асырылады. Сырғақтың ілгерілеме қозғалысының жылдамдығы жүрістің ұзындығы бойынша айнымалы көлемі болып табылады, және де өнімділікті арттыру үшін кері жүрістің жылдамдығы жұмысшы жүрістің жылдамдығынан 1,5-2 есе жоғары.

Қашағыш білдектерде қашау кезінде кескіш тік бағыттағы қайтымды ілгерілемелі қозғалыс жасайды, ал беріліс қозғалысы дайындамамен іске асады, ол бойлап және көлденең бағытта жылжиды, сонымен қатар тік ось айналасында айналу қозғалыс жасауы мүмкін. Қашайтын білдектерді көбінесе, бірнеше жазықтықтардың үйлесімі болып табылатын шпондық ойымды, жырашықты, пішінді тесіктерді қашау үшін пайдаланады.

Сүргілейтін және қашайтын білдектерде орындалатын жұмысқа тән түрлері 1.58-суретте көрсетілген.

Бұл өңдеу түрлерінде кесу жылдамдықтары үлкен емес. Мысалы, қаралтым жүріске шойын дайындамаларды сүргілеу кезінде 15...20 м/мин жылдамдықта кесу қажет, таза үшін - 4...12 м/мин жылдамдығымен, тиісінше 0,5...0,8 және 0,08 мм тереңдікпен кесу ұсынылады. Мұндай сүргілеуде беттің бұдырлығы  $Ra$  1,25 мкм жетеді.



1.58-сурет. Сүргілейтін және қашайтын білдектерде орындалатын жұмыс түрлері:

*a* - жазықтықты сүргілеу; *б* - ойымды сүргілеу; *в* - Т-түрлі ойымды сүргілеу; *г* - бұрыштық пішінді қашау; *д* - төртбұрышты тесікті қашау

Сүргілеу және қашау кезінде кескіштерді шама бойынша «өлшеммен» немесе үлгілер бойынша және сирек «үлгілі жоңқалар» арқылы орнатады.

Өңделетін дайындамаларды білдектің үстеліне орнатады, түзетеді және ұстағыштармен немесе басқа да қалыптанған қысқыштармен бекітеді.

Сүргілейтін және қашайтын білдектерде жұмыс жасау кезінде, осы білдектердің өнімділігін төмендететін қосалқы уақыт біршама көп. Бойлап сүргілеу білдектерінде ұзын және жіңішке жазықтықтарды өндеген тиімді, мысалы болат беттер мен плиталардың жиектері, металкесуші білдектердің бағыттайтын тұғырлары және т.б.

Сүргілеу білдектерінде өнімділікті мыналарды пайдалана отырып арттырған жөн:

- бір ұстағышта бір мезгілде бірнеше кескіштерді пайдалану, мұнда жұмыс жүрістердің санын қысқартады және бір уақытта бірнеше суппорт жұмыс істеп тұрғанда бір жұмыс жүрісінде ең көп әдіп шешуге мүмкіндік береді, нәтижесінде өңдеу уақытында бірнеше беттерді өңдеу біріктіріледі;
- таза сүргілеу кезінде кең кескіштер мен үлкен берілістерді пайдалану;
- үлгілемді сүргілеу кезінде кескіштерді бекіту үшін арнайы бекіткіш қысқыш құрылғыларды және үлгілерді пайдалану, мысалы білдектердің V-түрлі бағыттаушы тұғырларын сүргілеуде және т.б.

Өңделетін дайындаманы сүргілеу білдегінде бекіту және қысу кезінде, қысқыштар дамытатын күштермен дайындаманың пішіні өзгеріп кетпеуін бақылау қажет, бұл үлкен габаритті көлемді дайындамаларды тазалап сүргілеу кезінде маңызды. Сондықтан, мұндай дайындамаларды қаралтым сүргілеуден кейін, барлық қысқыштарды босатып және қайтадан дайындаманы, пішіні өзгермейтіндей етіп қысу қажет.

Тазалап өңдеу кезінде сүргілеу білдегінің жай жүретінін ескеріп, 15-тен 40 мм-ге дейін кең кесуші жиегі кең кескіштерді және өңделетін беттердің қажетті дәлдігі мен бұдырлығына байланысты үлкен берілістерді (10-нан 25 мм/қ. жүр) пайдаланады.

**Қашаумен** басқа білдектерде амалды орындау мүмкін емес немесе қиындық тудыратын болса, ішкі контурлы беттерді өңдейді.



**Күрделі беттердің түрлері және олардың жіктеуі.** Қазіргі заманғы турбиналарда, автокөліктерде, металл кесуші білдектерде, ұшақтарда, механизмдерде күрделі пішінді бөлшектерді қолданады. Күрделі пішінді беттерді пайдалану, энергетикалық және күшті құрылғылардың (мысалы, су және пар турбиналарының қалақтарының пішіндері, ескіш винттер және с.с.) пайдалы қозғалысының коэффициентін (ПҚК) көтеру қажеттілігімен және машина мен механизмде берілген қозғалысты іске асыру (қозғалтқыштың таратушы біліктерінде, білдектердің кинематикалық шынжырында жұдырықшаларды пайдалану) қажеттілігімен бөлшекпен, жинақ бірлігімен немесе машинамен (мысалы, турбинаның жұмысшы дөңгелегінің қимасына тең қарсылық беру) орындалатын, жұмысшы үдерістің тағайындалуы мен талаптарымен түсіндіріледі.

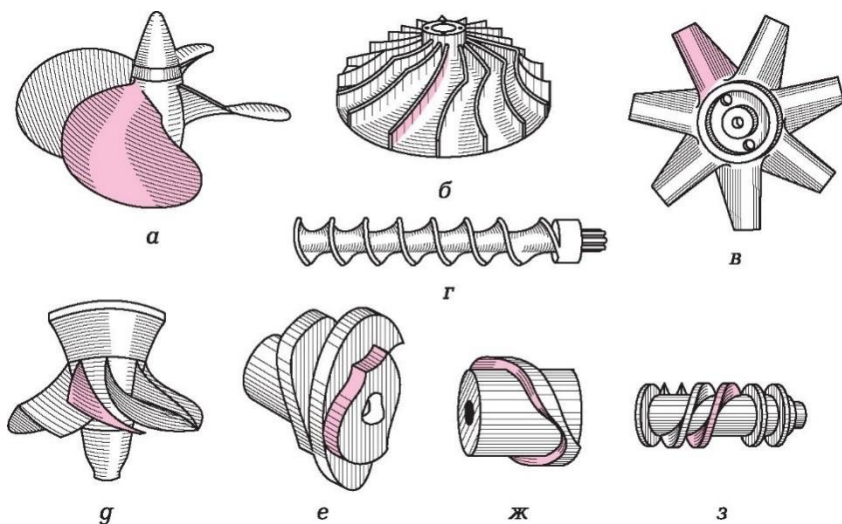
1.59-суретте күрделі беттері бар бөлшектердің тән түрлері көрсетілген.

Техникада бөлшектерді әртүрлі беттермен жасайды, дегенмен, ең көп тарағаны үш түрі:

- алгебралық деп аталатын, нақты пішінді және кеңістіктегі нақты орналасқан математикалық теңдеулерге негізделген беттер;
- сандық белгілері бар беттер деп аталатын, беттерінің пішіні бөлек нүктелермен анықталған, ал сол нүктелердің координаттары, әдетте кестеге салынған сандық белгі ретінде берілген беттер;
- конструктивті деп аталатын, формалары конструктивті қажеттілікпен анықталатын беттер.

**Күрделі беттерді өңдеу әдістері.** Күрделі беттерді әртүрлі әдістермен өңдеуге болады: көшіргіштермен, икемделген кинематикалық тізбектерді, құрастырғыш деп аталатынды пайдаланып, сонымен қатар, әртүрлі өңдеу әдістерін үйлестіре отырып.

**Көшіргіштер** көшіргіш құралының жетекші бөлшегі болып табылады, оның кескіні кесетін құралдың қозғалысының траекториясын анықтайды, ол өңделетін беттің үлгілеміне сәйкес болу керек.



1.59-сурет. Күрделі беттері бар бөлшектердің тән түрлері:

*a* - ескіш винт; *б* - қалақты аспап; *в* - сорғының дөңгелегі; *г* - ауыспалы жүрісті винт; *д* - су турбинасының дөңгелегі; *е* - дискілі жұдырықша; *ж* - цилиндрлі жұдырықша; *з* - жұдырықшалардың блогы.

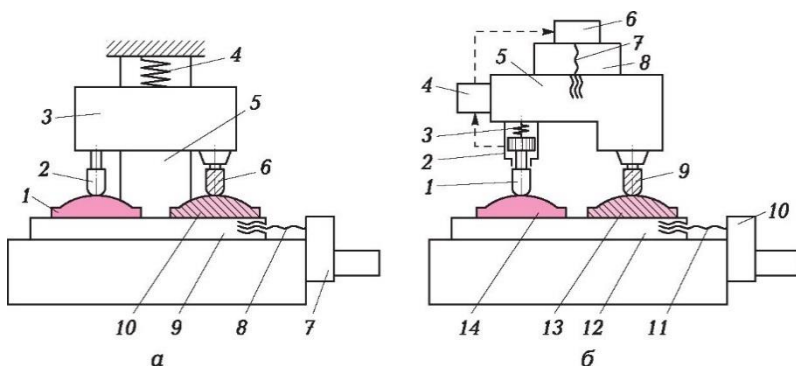
Көшіру үдерісін басқару жүйесін тікелей және тікелей емес әрекетке бөлінеді. **Тікелей әрекет** ету кезінде көшіргіш аунақшаның (саусақтың) және көшіргіштің контактын жүктің салмағымен, гидравликалық қысымның күшімен немесе серіппені қысу күшімен қамтамасыз етіледі. **Тікелей емес** әрекетті жүйесі кезінде көшіру аунақшасы көшіргішпен, жүздеген немесе ондаған граммен есептелетін азғантай күшпен жанасады. Бұл жүйеде көшіру аунақшасы аралық жылжымалы элементі болып табылады, оның азғантай жылжулары миллиметрдің жүздік немесе ондық үлестерімен өлшенеді, команда түрінде арнайы күшейткіш құрылғыларға беріледі, олар атқарушы механизмдерге әсер етеді, кесетін құралды жылжытады және дайындаманы өңдейді.

1.60, *a* суретте механикалық басқарылатын тікелей әсер етіп басқарылатын жүйесі бар көшіріп өңдеу схемасы келтірілген. Үстел 9 редуктордан 7 қозғалғыш бұрандадан 8 жылжиды. Үстелде 9 көшіргіш 1 және дайындама 10 орналастырылған. Үстел қозғалған кезде саусақ 2 қысқышпен 3 бірге көшіргіштің 1 әсерімен 4 серіппені қысады және 5 бағанаға қарай тік бағытта жылжиды. Саусақтың 2 түрі мен өлшемдері бар фреза 6 жылжып келе

жатырғанда қысқышпен бірге, көшіргіштің түрін бере отырып, дайындаманы өңдейді. Күші фрезада кесу күшінің тік қосындысына қарағанда көп серіппенің 4 жұмысы саусақ пен көшіргіштің арасында тұрақты контакт қамтамасыз етеді.

1.60, б суретте гидравликалық, пневматикалық немесе электронды басқарумен тікелей емес әсер етіп басқарылатын жүйесі бар көшіріп өңдеу схемасы көрсетілген. Үстел 12 көшіргіш 14 пен дайындамамен 13 бәсеңдеткіштен 10 қозғалғыш бұранданың 11 ортасымен жылжиды. Бұл жерде саусақ 1 көшіргіштің 14 әсерімен, қысқышпен 5 қосылып, корпуста 2 жылжиды. Серіппе 3 саусақ пен көшіргіштің арасында тұрақты контакт қамтамасыз етеді. Саусақтың шамалы жылжуын қарапайым басқару командасы ретінде, гидравликалық, пневматикалық, электронды немесе басқа құрылғыларды пайдалан отырып, өсіруге болады. Мұндай өсіру аппаратта 4 жүреді, ол содан кейін команданы қозғалтқышқа 6 хабарлайды, соңғы бәсеңдеткіш және қозғалғыш бұранда 7 арқылы қысқышты 5 бағана 8 бойымен жылжытады. Сәйкесінше фреза 9 дайындаманы көшіргіштің үлгілемімен өңдейді.

Тікелей әрекет ету жүйесін көбінесе механикалық немесе қолмен басқарылатын көшіргіш білдектерінде пайдаланады, ал тікелей емес әрекетті жүйені гидравликалық, пневматикалық немесе электронды басқарылатын көшіргіш білдектерінде пайдаланады.



1.60-сурет. Тікелей (а) және тікелей емес (б) әсер етіп басқарылатын жүйесі бар көшіріп өңдеу схемалары

*Икемделген кинематикалық тізбегін пайдалану* кесетін құрал немесе өңделетін дайындаманың айналымын басқа құралдың немесе дайындаманың жылжуымен байланыстыратын кинематикалық тізбектің нақты пішінді дайындама алуды қамтамасыз ететініне негізделген.

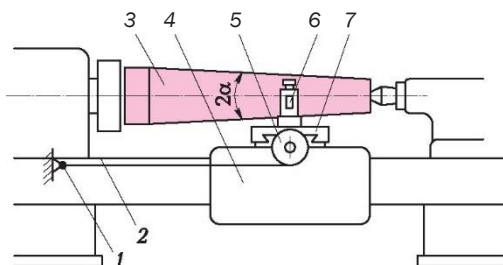
Икемделген кинематикалық тізбегі арқылы өңделетін мысалдар, бұранданы кесу, бұрамдықты, серіппені және тіскесушіні өңдеу болып табылады.

Күрделі беттерді *икемдеу әдісімен* және *жүргізіп бейімдеу әдісімен*, икемделген кинематикалық тізбегін пайдалана отырып, өңдейді.

Икемделген кинематикалық тізбекті пайдалану қарапайым құрылғының арқылы, әсіресе, шыңында кішкене бұрышты конустарды өңдеуге мүмкіндік береді (1.61-сурет). Ол үшін көлденең берілісті суппорт винтіне 7 сермердің орнына барабан 5 орнатады және оның бетіне иілімелі металл тросын 2 бекітіп, тросың бір шетін барабанның бетіне тағады, екінші шетін, білдектің станинасына бекітілген қозғалыссыз тіреуге 1 орнатады.

Суппорттың 4 бойлап берілісі кезінде солдан оңға қарай, бойлап берілістің әсерінен (қозғалғыш бұрандадан) барабан тросың созылуына қарай бұрыла бастайды және көлденең берілістің жүрісті винтін айналдырады. Кескіш 6 дайындамада 3  $\alpha$  бұрышты конусты өңдейді.

Жүргізіп бейімдеу әдісімен өңдеу кезінде, кесуші құрал немесе өңделетін дайындаманың үйлесімі іске асырылады. Бұл жағдайда, қалыпқа келтірілген кесетін құралдың нақты айналу жылдамдығын қамтамасыз ету қажет, оның орташа шеңберінің ұзындығы бейімделетін бөліктің ұзындығын, мысалы ұштау кезінде, құрайды.



1.61-сурет. Икемделген кинематикалық тізбегі әдісімен конусты өңдеу

Жүргізіп бейімдеу әдісі көбінесе жонғыш, фрезерлі және қашайтын білдектерде кеңінен пайдаланылады.

Жүргізіп бейімдеу әдісімен жұмыс істеу барысында айналу денесінің бастапқы тіке пішіні бойымен құралдың пішінінің бастапқы шеңбері сырғусыз жылжиды. Өңделуге жататын дайындама айналып тұрады, ал кесуші құралдың осі дайындаманың осі бойымен біркелкі қозғалады. Мұндай жұмыс схемасында кескіш құралдың пішіні, құралдың бастапқы шеңберінің бойымен теңселуі кезінде өңделетін дайындаманың пішінінің жүйелі орындарының жасаушысы ретінде көрсетіледі.

Бұл өңдеу әдісінің келесі құндылықтары бар:

- оны пайдалану өңделетін дайындаманың жасаушы пішінімен шектелмейді;
- құралдың кірекесу жағдайы жақсарады (құралдың кесуші жиегі ілінісу уақыты аз);
- дайындаманың үлгілемі білдекті күрделендіру жолымен емес, кесуші құралдың формасы есебінен қалыптасады;
- білдекті күту және жөнге келтіру жеңілдейді.

Бұл әдістің кемшіліктері жобалау және құралды дайындау күрделілігі, көп жағдайларда үлгілемдердің өзара үйкелісу орындарында ауыспалы қисықтарды өңдеу қиындығы.

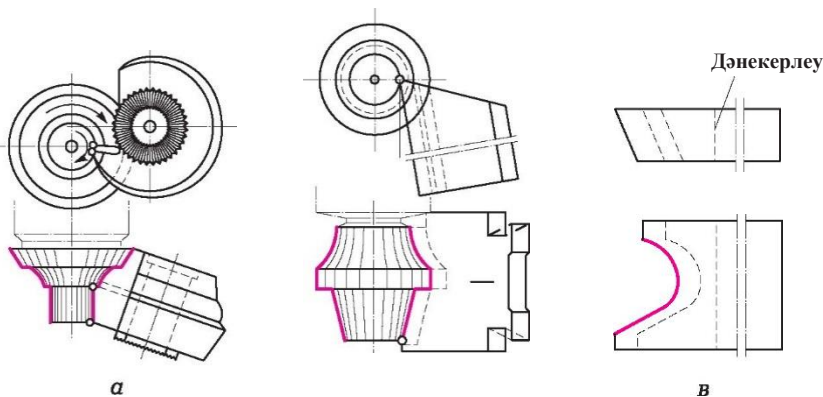
Жүргізіп бейімдеу әдісімен өңдеу кезінде пайдаланылатын бір қалыпталған кескіштер пішін түрінің тұрақтылығын қамтамасыз етеді, сонымен қатар, өңделетін дайындамалардың өлшемдерінің дәлдігін және көп қайта қайрауды қажет етеді.

Қалыпқа келтірілген кескіштің кесуші жиегі өңделетін дайындаманың пішінінің формасындай, бұл бір өткенде бірнеше өтулер мен амалдарды біріктіріп, беттің түқуысыздықты және қисықсыздықты бөліктерін өңдеуге мүмкіндік береді.

Қалыпқа келтірілген кескіштерді конструкциясы, осьтерінің орындары, бетті қалыптастыратын түрі және құрылғысы бойынша бөледі. Конструкциясы бойынша қалыпқа келтірілген кескіштер дискілі (1.62, *a* сурет), призмалық (1.62, *b* сурет) және өзекті (1.62, *в* сурет) болады. Дайындамаға қатысты кескіштерді, дайындаманың осінің кескіштің осіне қатысты параллелді және еңкішті орналасуымен, радиады және тангенциалды бағытта орналастырады.

Бетті жасаушы түрі бойынша келесі қалыпқа келтірілген кескіштерді бөледі: сақиналы немесе винтті жасаушысы бар дөңгелек және жазық жасаушысы бар призмалық.

Қалыпқа келтірілген кескіштің пішінін графикалық немесе талдамалы әдістермен есептейді. Графикалық әдіс қисық түрлі төмен дәлдікті дайындамаларды өңдеу үшін арналған қалыпқа

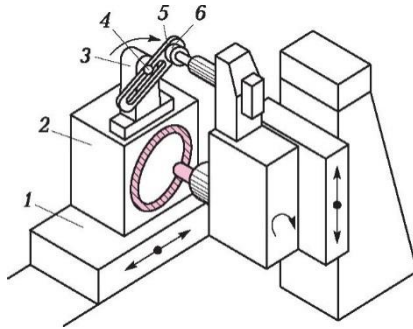


1.62-сурет. Дискілі (а), призмалық (б) және өзекті (в) қалыпқа келтірілген кескіштермен өңдеу

келтірілген кескіштерді есептеу кезінде пайдаланады, талдамалыны - дәл дайындамаларды өңдеу үшін арналған кескіштерді есептеу кезінде.

**Құрастырғыштар** деп, бөлек механизмдер түрінде орындалған көшіргіштерді айтады, олар кәдімгі көшіргіштермен жаңғырту дәлсіздеу немесе өте қымбат болатын, кескіндерді немесе тұйықталған дәл қисықтарды алуға көмектеседі. Құрастырғыштарды түрлері бойынша үш топқа бөледі: көшіргіш құрылғыға әсер ететін механизмдер түріндегі құрастырғыштар; атқарушы құрылғыға тікелей әсер ететін механизмдер түріндегі құрастырғыштар; электр құрастырғыштар.

1.63-суретте қарапайым құрастырғыштар арқылы көшіргіш фрезерлі білдектерде үлкен диаметрлі тесіктерді өңдеу схемасы көрсетілген. Білдектің үстеліне 1 дайындаманы 2 орнатады. Құрылғының корпусында 3 бекітілген осі 4 жылжымалы сызғыш 5 айналып тұр, мұнда бөліктерімен бойлық ойық бар. Сызғыштың бір шетінде, көшіргіш саусағы 6 енгізілетін тесік орнатылған, екіншісінде - «өлі» орындардан өтулерді қамтамасыз ететін қарсы салмақ (суретте көрсетілмеген). Қарсы салмақтың әсерімен сызғыш айналу ортасынан айналып бұрылуға тырысып, сызғыштың тесігіне енгізілген саусаққа әсер етеді. Қарсы салмақтың әсерімен саусақтың ауытқулары білдектің байқаушы басқару механизмдеріне белгі ретінде беріледі де, фрезамен қайталауды саусақтың қозғалысымен шақырады. Фреза айналып тұрып, сызғыштың шығып тұрған бөлігіне тең радиусты қисық сызықты ойықты кеседі.



1.63-сурет. Қарапайым құрастырғыштар арқылы көшіргіш фрезерлі білдектерде үлкен диаметрлі тесіктерді өңдеу схемасы

Шеңберді бөлігі көрсетілген құрастырғышты пайдалана отырып өңдеу үшін өңделетін дайындаманың бетіне белгі қояды. Фреза бастапқы нүктеге келтіреді, көшіргіш саусағын сызғыштың тесігіне енгізеді, ол қажетті радиус қашықтығына жылжиды. Ойықты өңдеу, фреза бастапқыдан соңғы нүктеге жеткен кезде аяқталады. Сызғышты корпус 3 бойымен орнын ауыстыруы өңдеудің радиусын өзгертеді, содан айналып тұрған сызғыш нақты тереңдікті тұйық ойықтың өңделуіне көмектеседі.

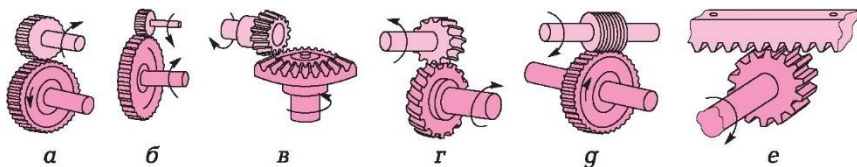
## 1.6.

## ТІСТІ БЕТТЕРДІ ӨНДЕУ

**Тісті дөңгелектердің түрлері, олардың қолданылуы және сипаттамасы.** Қазіргі заманғы машиналардың берілістерінде түрі, көлемі және пішіні бойынша әртүрлі дөңгелектер - құралдар жасау үшін кішкене тісті дөңгелектерден ауыр машина жасау үшін арнайы пішінді тісті дөңгелектерге дейін, кеңінен пайдаланылады. Ең көп тарағаны тік және қисық тісті цилиндрлі тісті дөңгелектер.

1.64, *а* суретте - **тік тісті цилиндрлі** тісті дөңгелектер, 1.64, *б* суретте **қисық тісті цилиндрлі** тісті дөңгелектер көрсетілген. Қарама-қарсы еңкею бұрыштары бар екі қисық тістерді цилиндрлі дөңгелектердің жигінде қосылысы шырша (шыршалы) тісі бар тісті берілісін көрсетеді.

1.64, *в* суретте **осьтері қиыстырылған конустық беріліс** көрсетілген, мұнда осьтері кездесетін жеріндегі бұрыштың белгісі кез келген болады. Конустық дөңгелектердің тік, қисық және қисық сызықты тістері бола алады.



1.64-сурет. Тісті іліністер түрлері (а-е)

1.64, *г* суретте, **винтті тстері бар** екі тісті дөңгелектерден тұратын, **тоғыспалы осьтермен** тісті беріліс көрсетілген. 1.64, *д* суретте, **тоғыспалы осьтермен** тісті берілістің тағы бір схемасы - **кәдімгі бұрамдықты беріліс** көрсетілген, оның басқа саналғандардан айырмашылығы мынада: берілістің бір элемент винт (бұрамдық) болса, екіншісі винттің айналымдарымен ілініскен қалыпқа келтірілген тісі бар тісті дөңгелек.

1.64, *е* суретте, кәдімгі **төрткілдеш беріліс** көрсетілген, оның бір элементі тік немесе қисық тісі бар тісті дөңгелек болып табылса, екіншісі - тісті төрткілдеш, оны шексіз көп санды тістері бар тісті дөңгелек ретінде көрсетуге болады. Төрткілдеш жұп қозғалысына тісті дөңгелектен төрткілдешке және кері қарай береді.

Қазіргі заманғы машина жасауда бастысы, тістің эвольвенталды пішіні бар тісті дөңгелекті қолданады.

МемСТ 9178-81 «Өзара алмасушылықтың негізгі нормалары. Тісті цилиндрлі ұақ модульді берілістер. Шектер» және МемСТ 1643-81 «Өзара алмасушылықтың негізгі нормалары. Тісті цилиндрлі ұақ модульді берілістер. Шектер» бойынша дәлдіктерінің кемуі тәртібімен деңгейлері аталған, тісті дөңгелектердің дәлдіктерінің және берілістерінің деңгейі 12 анықталған. Дәлдіктің әрбір деңгей үшін дөңгелектің кинематикалық дәлдіктерінің, дөңгелектің жұмысының жатықтығының, тістердің, бүйір саңылауы ұштасуының нормалары анықталған.

**Кинематикалық дәлдіктің нормасы** дәл дөңгелекпен бір пішінді ілінісу кезінде айналымдағы тісті дөңгелектің бұрылу бұрышының ең көп кемшілігінің өлшемін анықтайды. Бұл кемшіліктер тісті дөңгелекті кесу кезінде, өңделетін дөңгелектің дайындамасының және кесуші құралдың өзара орналасуының кемшіліктерінің салдарынан, сонымен қатар, тіс кесуші білдектің кинематикалық кемшілігі салдарынан пайда болады. Кинематикалық дәлдіктің көрсеткіші **шекті кинематикалық кемшілік  $AF_f$**  (1.65, *а* сурет) болып табылады.

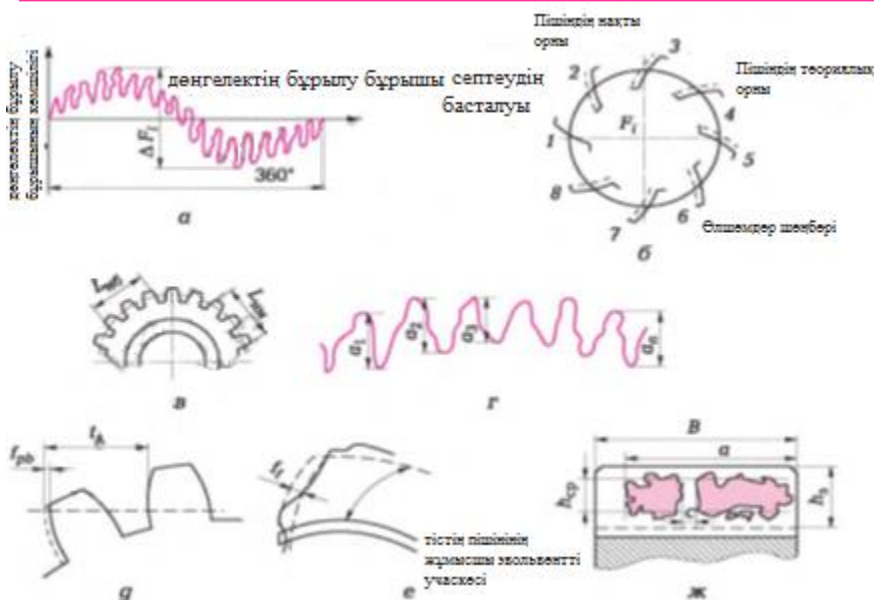


Кинематикалық кемшілікті, дөңгелектің бір шеңберіндегі екі кез келген бір атаулы 1-8 пішінді тістердің өзара орналасуындағы ең көп кемшілік болып табылатын,  $F_f$  шеңберлі жүрісінің шекті жинақтаушы кемшілігімен бағалауға болады (1.65, б сурет).

Кинематикалық кемшілік  $v_w$  белгіленеді, көрсеткіші болып, жалпы нормал ұзындығының ауытқуы, яғни бір дөңгелектегі жалпы нормалы ең үлкен  $L_{нб}$  және ең қысқа  $L_{нм}$  ұзындықтардың арасындағы ара қашықтықтың қобалжуы болып табылады (1.65, в сурет).

Тісті дөңгелектің жұмысының бірқалыптылығы нормасы дөңгелектің айналымында бірнеше рет қайталанатын, тісті дөңгелектің бұрылу бұрыштарының толық кемшілігінің құрамдастарының өлшемін анықтайды.

Дөңгелектердің жұмысының жатықтығының көрсеткіші  $f$  белгіленетін және микробұдырлықтардың биіктігіне  $a_1-a_n$  байланысты циклдык кемшілік (1.65, г сурет), ол дөңгелектің айналымында барлық циклдер бойынша тісті дөңгелектің кинематикалық кемшілігінің бірқалыптылығы сілтемінің орташа өлшемін көрсетеді.



1.65-сурет. Тісті дөңгелектерді кесу кезіндегі кемшіліктер түрлері (а-ж)

Дөңгелектің жұмысының бірқалыптылығы  $f_{рв}$  негізгі қадамның шекті ауытқуымен қамтамасыз етіледі, ол дөңгелектің екі өзара параллелді жанама екі қатарлас тістерінің бір атаулы пішіндеріне қатысты нақты  $t_d$  және номинал қашықтықтарының айырмасы болып табылады (1.65,  $\delta$  сурет).

$f_f$  пішінінің кемшілігін дөңгелектің екі теориялық пішінінің арасындағы нормаль бойынша, нақты пішінді оның жұмысшы учаскесінің шегінде шектейтін қашықтықпен сипатталады (1.65,  $e$  сурет).

**Тістердің түйісу нормалары** берілістегі қатарлас тістердің орындалу дәлдігін анықтайды.

**Түйіспе дағы** деп, дөңгелектің тісінің жанындағы беттің бөлігі аталады, оның үстінде жеңіл тежеу кезінде берілістің айналымынан кейінгі қос дөңгелектің тістеріне жанасудың іздері орналасады (1.65,  $ж$  сурет).

Дәлдік нормасы түйіспе дағының қатынасты өлшемдерімен (пайызбен) анықталады:

■ тістің ұзындығы бойынша - жанасу іздерінің шеткі нүктелерінің арасындағы  $a$  қашықтығының модульдің өлшемінен асатын үзілу айырмасының (миллиметрмен) тістің толық  $B$  ұзындығына қатынасы:

$$n_d = (a - c/B) \cdot 100;$$

■ тістің биіктігі бойынша - тістің барлық ұзындығы бойынша жанау дағының  $L_{cp}$  орташа биіктігінің тістің  $L_3$  орташа биіктігіне қатынасы:

$$n_v = (h_{орт}/h_3) \cdot 100;$$

1.2-кестеде дәлдік деңгейіне байланысты түйіспе дағының өлшемі бойынша дәлдік нормалары көрсетілген.

**Бүйір саңылауы** деп, берілістегі түйіндес дөңгелектердің тістерінің арасындағы саңылауды айтады, ол екінші дөңгелек қозғалмай тұрған кезде, бірінші дөңгелектің еркін бұрылуын қамтамасыз етеді. Бүйір саңылауы негізгі цилиндрлерге қатысты жазықтықтағы тістерге тік бағыттағы қимамен анықталады.

Кепілді бүйір саңылауын  $c_{II}$  -мен белгілейді. МемСТ 1643-81-нда пайдалану талаптарына сәйкес әртүрлі бола алатын бүйір саңылауларының нормалары көрсетілген.

Саңылаудың қажетгі өлшемін негізінен бастапқы контурдың қозғалуы нәтижесінде алады.

Тісті дөңгелектер үшін берілісте алты түрлі түйіндесулер орналастырылған:  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $E$  мен  $H$ , және өсу тәртібімен көрсетілген сегіз түрлі бүйір саңылауына жіберулер  $h$ ,  $d$ ,  $c$ ,  $b$ ,  $a$ ,  $z$ ,  $y$ ,  $x$  әріптерімен белгіленген. 1.3-кестеде тісті берілістің кинематикалық дәлдіктер деңгейлерінің диапазонына байланысты

**1.2-кесте. Цилиндрлі дәлдікті түйспе дағының өлшемі бойынша дәлдік нормалары**

Өлшеу тәсілі	Дәлдік деңгейі						
	3	4	5	6	7	8	9
	Түйіспе дағы, %, кем емес						
Биіктігі бойынша	65	60	55	50	45	30	20
Ұзындығы бойынша	95	90	80	70	60	40	25

түйіндесулерді түрлері көрсетілген. Цилиндрлі тісті дөңгелектерді және берілістерді дайындау дәлдігі дәлдік деңгейімен беріледі, ал бүйір саңылауына талаптар - бүйір саңылауына нормалар бойынша түйіндесу түрлерімен беріледі.

Конусты дөңгелектердің дәлдігін сипаттайтын элементтер, негізінен цилиндрліге жататындай, кейбір ерекшеліктері бар. Мысалы, конусты дөңгелектердің көп элементтері бөлінетін конустың деңбек қимасында, яғни, жүргізіп бейімдеу әдісімен дөңгелекті кесу үдерісінде, бейімделетін конусқа қатысы бойынша бастапқы болып табылатын, бетінде анықталады.

Деңбек қима - сфералық бетті дөңгелектің қимасы, ортасы бөлінетін конустың шыңымен сәйкес келеді.

Дәлдік деңгейіне байланысты түйіспе дағының өлшемі бойынша МемСТ 9368-81 «Өзара алмасушылықтың негізгі нормалары. Тісті конусты ұақ модульді берілістер. Шектер» және МемСТ 1758-81 нормалары 1.4-кестеде көрсетілген.

**Бұрамдықтар және бұрамдықты дөңгелектер** үшін дәлдік нормалары мен шектер МемСТ 9774-81 «Өзара алмасушылықтың негізгі нормалары. Бұрамдылық цилиндрлі ұақ модульді берілістер. Шектер» және МемСТ 3675-81 белгіленген. Цилиндрлі дөңгелектердіндегідей дәлдіктерінің 12 деңгейі анықталған. 3, 4, 5

**1.3-кесте. Өртүрлі дәлдік деңгейлері үшін кепілді бүйірлі саңылаулардың түйіндесу түрлері\***

Түйіндесу түрлері	A	B	C	D	E	H
Кинематикалық дәлдік деңгейлері	3-12	3-10	3 - 9	3-8	3-7	3-7

\* Кинематикалық дәлдіктің бірінші және екінші деңгейлері үшін шектер мен шекті кемшіліктер реттелмейді.

## 1.4-кесте. Конустық дөңгелектер үшін түйіспе дағының өлшемі бойынша нормалары

Өлшеу тәсілі	Дәлдік деңгейі						
	5	6	7	8	9	10	11
	Түйіспе дағы, %, кем емес						
Биіктігі бойынша	75	70	60	50	40	30	30
Ұзындығы бойынша	75	70	60	50	40	30	30

және 6 деңгейлер, бұрамдық пен дөңгелектің өзара реттелетін орналауы бар кинематикалық бұрамдықты берілістер үшін белгіленген, 5, 6, 7, 8 және 9 деңгейлер - бұрамдық пен дөңгелектің өзара реттелмейтін орналауы бар күшті бұрамдықты берілістер үшін. 1, 2, 10, 11 және 12 деңгейлер үшін шектер мен кемшіліктер қарастырылмаған.

Дәлдік деңгейіне байланысты келесі нормалар белгіленген:

- бұрамдық элементтерінің кемшіліктері;
- бұрамдықты дөңгелектің элементтерінің кемшіліктері;
- берілістің кинематикалық дәлдігі;
- берілістің циклдық дәлдігі;
- дөңгелектің тістерінің бүйірлі беттерінің және бұрамдық айналымының түйіспесінің толықтығы.

Кинематикалық дәлдіктің, циклдық дәлдіктің және түйіспе толықтығының нормаларын бұрамдықты дөңгелек бойынша анықтайды.

**Цилиндрлі және конустық дөңгелектердің тістерін өндеудің негізгі әдістері.** Тісті дөңгелектерді өндеу әдістерін таңдау, олардың элементтерінің белгіленген дәлдік нормаларына, сонымен қатар, қолданылуына сәйкес пайдаланудағы берілістердің негізгі талаптарына тікелей байланысты.

Бұл көзқарастан, тісті берілістерді келесі топтарға бөлуге болады:

- ірі қуаттардың және жоғары жылдамдықтардың күшті берілістері; талаптар - ДБК жоғары мәндерін қамтамасыз ету;
- орташа жылдамдықтағы күшті өндірістік және көліктік берілістер; талаптар - беріктік және бірқалыпты жүріс;
- білдек жасаудағы күшті берілістер; талаптар - берілісті қатынастың және бірқалыпты жүрістің тұрақтылығы;
- автокөлік жасаудағы берілістер; талаптар - бірқалыпты және жеңіл жүріс, шудың жоқтығы;
- дәл аспаптардағы кинематикалық берілістер; талаптар - берілісті қатынастардың тұрақтылығын қамтамасыз ету; «өлі» жүрістің жоқтығы.

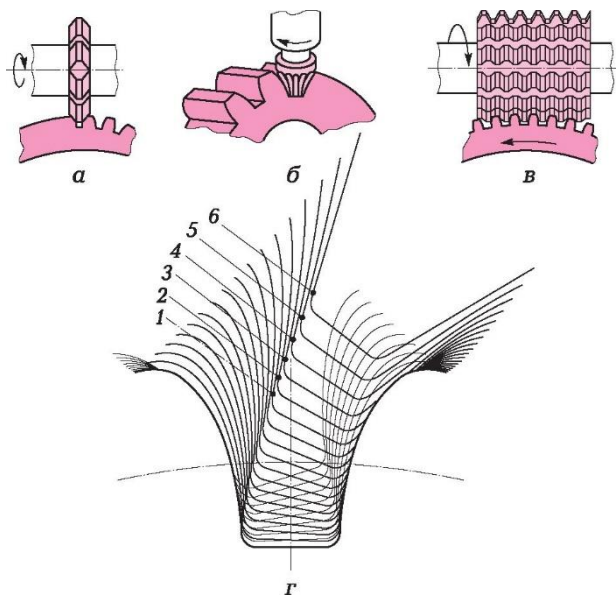
МемСТ-пен белгілеген нақтылық деңгейлері, техникалық талаптардың даралығын және нақтылықтың аралас деңгейін заңдастыра отырып, бір бағыттағы жоғары техникалық көрсеткіштерге де, басқадағы төменге де рұқсат бере отырып, осы талаптарды ескереді.

Тісті дөңгелектерді әртүрлі тіс өңдеуші білдектерде өңдейді. Дөңгелектердегі тістерді екі тәсілмен: көшіру арқылы (1.66 а, б сур.) және жүргізу (айналдыру) арқылы (1.66 в, з сур.) кеседі.

**Көшіру** барысында кесетін аспаптың тістер арасында ойығы болатындай етіп жасайды, содан кейін аспап бейіні өңделетін жерге көшірілетіндей етіп өңдейді.

Тісті кесуді көшіру арқылы келесідей орындауға болады:

- дөңгелектің әрбір тісін әмбебап жонғыш білдегіндегі модульді дискілі немесе саусақты жонғышпен дәйекті кеседі;
- дөңгелектің барлық тістерін бір уақытта қашайды;
- дөңгелектің барлық тістерін бір уақытта тарту арқылы;
- шеңберлетіп тарту арқылы.



1.66-сурет. Тісті дөңгелектердің тістерін көшіру (а, б) және жүргізу (в, з) арқылы кесу

Көшіру тәсілін ең бастысы нақтылығы онша жоғары емес тісті дөңгелектер жасау барысында қолданады.

Тісті дөңгелектерді жасаудың заманауи, нақты және өнімді тәсілі тістерді **бұрамдық жонғышпен**, дөңгелек қашауышпен, төрткілдешлық қашағышпен (тарақпен), тіс сүргеу кескішпен **жүргізу**, тістерді айырмен бүрлемдеу арқылы кесу болып табылады.

Жүргізу тәсілі дегеніміз, тісті дөңгелекте тістер кескіш аспап пен дайындама бірлесіп, келісімді айналған (жүрген) кезде пайда болуы. Мысалы, тісті жонғыш арқылы кесу барысында, осьтік қимасындағы түрі трапеция тәрізді бұрамдық жонғыш тістерінің тік түзу кескіш бүйіржақ шеттері кесетін тіске кезекпен тиіп отырады.

1.66 суретіндегі жонғыш тістерінің (1-6) дәйекті қалыбын қарай отырып, біз ойық бейіні біртіндеп пайда болатынын және жонғыш тістері құраған көптеген тік түзу учаскелерден тұратынын көреміз. Осы тік түзу учаскелер келесісінің үстіне салынып, іс жүзінде тістің сынған емес, қисық жолақты (эвольвентті) бейінін құрайды.

Нақтылық деңгейлері 3-8 тісті дөңгелектерді жүргізу тәсілімен кеседі, содан кейін нақтылық деңгейі 3-5 «шикі» дөңгелектерді мұқият тісқыру, жылтылдату арқылы өңдейді, және үйкеліс білдектерінде өңдеп, бетін майыстырмайтын жиілігі жоғары токпен (ЖЖТ) шыңдайды. 6-8 нақтылық деңгейімен жасалған тісті дөңгелектерді әдетте түрін әжептәуір өзгертіп жіберетін шынықтыру пештерінде шыңдайды. Содан кейін нақтылық деңгейі 6, 7 дөңгелектердің түрін сақтау үшін, тіс қуысындағы тесікке негізделе отырып, тістердің шеткі бейіндерін жылтылдатады. 8-10 нақтылық деңгейімен жасалған тісті дөңгелектерді аз сериялық өндірісте жонғыш білдектерде бөлетін басшамен кеседі, және 8 нақтылық деңгейімен жаалған дөңгелектер үшін жонғышты дөңгелек тістерінің түрі бойынша мұқият бейіндейді.

10-11 нақтылық деңгейімен жасалған тісті дөңгелектерді нақты құю арқылы және соңынан тістерді қалып бойынша өңдеу арқылы алуға болады.

Цилиндрлі дөңгелектер мен төрткілдештердің жонғыш тістерін дискілік және саусақты модульді жонғыштар арқылы жону дегеніміз, фасонды жонудың бір түрі болып табылады. Дискілі және саусақты жонғыш тістердің кескіш шеттерін дөңгелек тістері арасындағы ойық түрі бойынша жасайды (1.66 а, б сур. қараңыз).

Жұмыс үрдісінде жонғыш, екі көршілес тістер бейіндерінің екі жартысын құрай отырып, өз бейінін тістердің ойықтарына ауыстырады (көшіреді). Бір ойықты кескеннен кейін, дайындама бөлгіш механизм көмегімен бір тіске қарай бұрылады, ал жонғыш қайтадан кіріп, тістер арасындағы жаңа ойық бойымен өтеді.

Осындай тәсілді жеке және шағын сериялы өндірісе, жөндеу жұмыстары барысында бөлгіш тасшалары бар көлденең-жонғыш білдектерде қолданады. Осы тәсілдің кемшіліктері:

- тісті өңдеудің нақтылық деңгейінің төмендігі, себебі дискілі модульдік жонғыштарды тістер бейіндеріне жақын етіп жасайды, және жонғыштың әрбір тип-мөлшері кесілетін дөңгелектердің тістері белгілі бір интервалда бірнеше аралас санға есептелген;

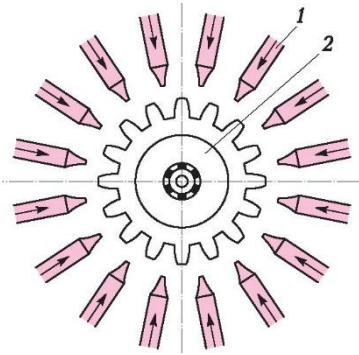
- өнімділігінің төмендігі және өңдеудің өз құнының жоғары болуы (үлкен машиналық және қосымша уақыт). Төмен өнімділік әрбір кезекті тісті жонғышқа кіргізуге кететін өңдеу үрдісінің үздіксіздігіне, дайындаманы индекстеуге (тіске бұру), дайындаманы жонғышқа әкелу, сондай-ақ бір уақытта жұмыс істейтін жонғыш тастарының салыстырмалы түрде санының аз болуы.

Әдетте әр модуль үшін тістердің барлық сандары мен кесілетін дөңгелектердің диаметрін қамтитын дискілі жонғыштар жинағын дайындайды. Стандарт бойынша рұқсат шегіне сиятын біраз кемшілігі бар 8; 15 және 26 дискілі үш жонғыш бар, тістерінің саны әртүрлі тісті дөңгелектерді кесуге болады. Дөңгелек модулі қаншалықты көп болса, нақтылық еместік соншалықты күштірек болады. Сондықтан нақтырақ жұмыстар үшін 15 дискілі жонғыштарды, ал ең нақтыларға - 26 дискілі жонғыштарды қолданады.

Сонымен, кесудің осы тәсілі барысында кесілетін дөңгелекте тістердің тек жақын бейіні ғана алынады.

Ірі модельді тісті дөңгелектерді (20 мм артық), әсіресе шевронды дөңгелектерді көшіру тәсілімен кесу үшін, модульдік саусақты жонғыштарды қолданады, өйткені дискілі жонғыштар қарама-қарсы иіліс тістерін кеседі. Тісті төрткілдештерде тістерді сондай-ақ дискілі модульді жонғыштармен, ал ұзын төрткілдештерде - төрткілдештерді бойлап қозғалтуға арналған механизмі бар арнайы мақсаттағы білдектерде кеседі. Бір немесе екі (және тіпті үш) қатар орналасқан жонғыштармен жонады.

1.67-сурет. Тістерді қашауышпен кесу схемасы



Бірнеше жонғыш бір уақытта жұмыс істеп тұрған кезде дискілі жонғыштардың жинағынан біреуі (немесе сәйкес екеуі) алдын ала кесу үшін, ал екіншісі - тістерді соңғы бейіндеу үшін қызмет етеді.

Заманауи машина жасауда *тіс қашауыш білдектерді* қолданады, олардың өнімділігі алдында сипатталған жонғыш білдектерге қарағанда айтарлықтай жоғары. Жоғары өнімділікке, жұмысқа дайындамада қанша тіс кесу керек болса, сонша кескіштер (қашауыштар) қатысатындықтан қол жеткізіледі, және кескіштердің түрі тісті дөңгелек ойығындай болып келеді.

Көп кесетін өңдеуді 1.67-сур. көрсетілген схема бойынша жүргізеді. кескіштер 1 дайындамаға 2 қатысты радиалды орналасқан. Жоңқаны дайындама 2 қайтымды ілгерілеме қозғалыс кезде алады. Кескіштерді 1 бір уақытта радиалды беру, дайындама кескіштермен ілінген жерден шыққан кезде, дайындаманың 2 төменгі қалпында жүреді.

*Цилиндрлі дөңгелектер тістерін бұрамдық жонғыштармен жону тәсілі* ең кеңінен тарағандардың бірі болып табылады. Бұрамдық жонғыш дегеніміз, тісті төрткілдеш немесе төрткілдешнің кесетін тістерін құратын бойлық жырашықтар түріндегі бұрандалы жіптердің осьтік қимасының бейіні бар бұралым болып табылады (1.66, в сур. қараңыз).

Тісті төрткілдеш тістердің кез келген санын эвольвентті дөңгелектерге ілінуін қамтамасыз етеді, сондықтан бұралым жонғышы тістерінің саны кез келген дөңгелектерді (сол модуль мен іліну бұрышында) бірдей нақты кесе алады. Дөңгелектер тістерін бұрамдық жонғышпен кесудің үлкен артықшылығының бірі осы болып табылады.

Кесу кезінде бұралым жонғышы мен кесілетін дөңгелек беру санымен бірге бұралымдық берумен сәйкес ілу қозғалысына қатысты жағдайда болады.



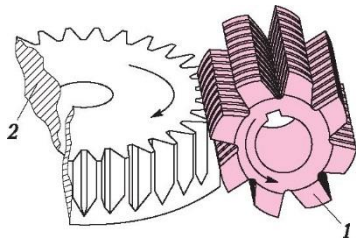
$$i = n_{\phi} / n_3 = z_3 / z_{\phi 1}$$

онда  $n_{\phi}$ ,  $n_3$  - жонғыш пен тісті дөңгелектің айналым жиілігі;  $z_{\phi 1}$ ,  $z_3$  - бұралым жонғышының кіріс саны мен кесілетін тісті дөңгелек тістерінің саны.

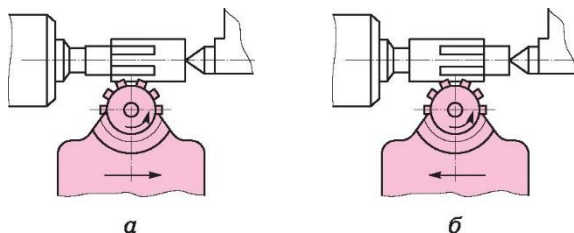
Кесу барысында бұралым жонғышы айналады да, кесілетін тісті дөңгелектің айналымына сәйкес тура қозғалады (1.68-сур.). Бұралым жонғышының осін 1, жонғыштың бөлу цилиндріндегі жонғыштың жібін көтеру бұрышына тең кесілетін дөңгелек сыртындағы шетінің жазықтығына 2 бұрыштап орнатады. Бұрылым жонғышы айналымнан басқа кесілетін дөңгелектің бүйірлік цилиндрлі бетін құраушы бойымен тура қозғалысы болады. Бұл ретте кесу үрдісі үздіксіз жүреді, және оған бір мезетте бірнеше кесетін тіс қатысады, соның арқасында тістерді кесу тәсілі ең өнімділердің бірі болып табылады.

Бір жұмыс жүрісі ішінде тістерді кесу барысында бұралым жонғышын тістердің толық биіктігіне (яғни кесу тереңдігіне) орнатады, екі жұмыс жүрісінде 8 мм артық модульмен тістерді кесу барысында - бірінші жұмыс жүрісінде тістің 0,6 биіктігіне, ал екінші жұмыс жүрісінде 0,4 орнатады. Таза жұмыс жүрісі үшін тістің бастапқы шеңбері бойынша (8...15 мм модуль мөлшері үшін) тістің жуандығына 0,5-тен 1 мм дейін әдіп қалтырылады. Қалыпты бұралым жонғышымен қалыпты да, сондай-ақ корригирленген бейіндермен де тістерді кеседі. Соңғы жағдайда, жонғышты орнату барысында корригирлеудің талап етілетін шарттарына сәйкес жонғыш, дайындамаға жақындау немесе одан алыстау үшін, қосымша орнынан қозғалу керек.

Тіс жону білдектерінде тістерді ілеспе (1.69 а сур.) немесе қарама-қарсы (1.69 б сур.) кесуге болады, бұл ретте ілеспе жону қарама-қарсыдан тиімдірек, өйткені ол жоңқа құылу үшін жағымдырақ жағдайды, кесудің аз ауытқу күшін, кесу барысында азырақ дірілді қамтамасыз етеді, ол аспаптың төзімділігін мен өңделген жердің сапасын арттырады.



1.68-сурет. Тістерді бұралым фрезамен кесу схемасы

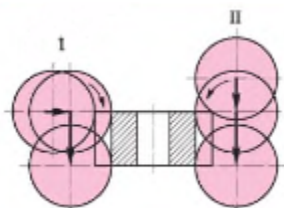


1.69-сурет. Тістерді ілеспе (а) және қарама-қарсы (б) жону схемалары

Тіс жону уақытының айтарлықтай бөлігі кіргізуге, әсересе диаметрі үлкен бұралым жонғыштарын қолданған кезде кетеді, сондықтан жонғыш диаметрі ұлғайған сайын оны кіргізу ұзындығы да өседі. Тура тісті орта модульді дөңгелектер үшін кіру уақыты тісті жонудың машиналық уақытының 30... 40% құрайды.

Кіргізу үзікті үрдіс болып табылады, сондықтан остік кіргізу барысында әдетте кесу кезінде кезеңді бойлық берумен салыстырғанда беруді біраз азайтады. Келесі бойлық беруді сақтай отырып, II осьтік кіргізуді (1.70-сур.) радиалды I ауыстыру арқылы кіргізу қиындығын шамамен 30% -ға азайтуға болады. Бұл жағдайда өңдеу үрдісінің барлығында білдек мен аспап тегісірек кіреді.

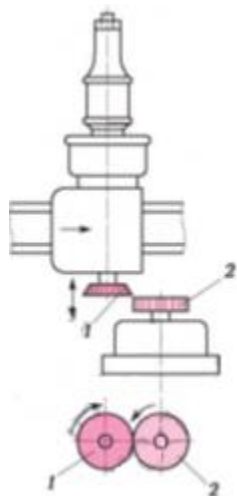
Бұралым жонғыштарымен цилиндрлі дөңгелектердің түзу тістерін де, қисық тістерін де кеседі. Соңғы жағдайда, жонғыш осін жонғыштың бұрандалы жібінің және кесілетін дөңгелектің бұрандалы жібін (тіс иілісінің бұрыштарына) жонғыш пен дөңгелектің бұранда линияларының бағыттар әртүрлі болғанда) көтеру бұрыштарының сомасына тең бұрышқа орнатады немесе Егер жонғыштың бұранда сызықтарының бағыты бірдей болса, оны осы бұрыштардың айырмасына орнатады.



1.70-сур. Жонғышты радиалды I және осьтік II кіргізу схемасы

### 1.71-сур. Тістерді тісті қашау білдегінде кесу схемасы

Ең көп тараған тіс өңдейтін білдек түзу және қисық тістері бар дөңгелектерді кесуге арналған тістерді жону білдегі, сондай-ақ бұралым дөңгелектерін бұралыммен жүргізіп кесу әдісі болып табылады. Білдек үш қозғалысты орындайды: бұралым жонғышын айналдыру, жонғышты тігінен беру, дайындаманы айналдыру.



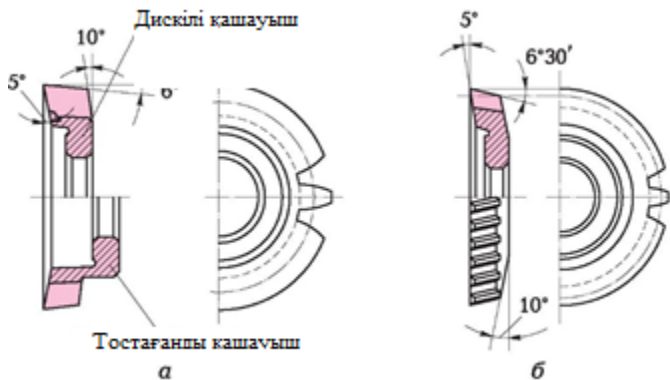
**Цилиндрлі тісті дөңгелекті дөңгелек қашауыш арқылы жүргізу арқылы кесу тәсілі** дегеніміз, дөңгелекті өңдеу үрдісінде екі цилиндрлі дөңгелек тісті ілінуі пайда болады, олардың бірі кескіш аспап, ал екіншісі - дайындама болып табылады.

Дөңгелекті өңдеу үшін, дөңгелектердің *1* біреуі немесе тіс жұбы *2* (іс жүзінде - қашауыш *1*) жүргізу барысында кері-бастау қозғалысын орындайтындай болу керек (1.71-сур.), соның нәтижесінде дайындамада тістер пайда болады.

Білдекке орнатылған тіс жұбы кинематикалық түрде өзара байланысқан және жүргізу үрдісінде тістер ілінеді. Дөңгелек *1* кесетін аспап (қашауыш) қызметін атқарады және сол уақытта, тістерімен дайындама *2* материалын дәйекті кесе отырып, тігінен қайтымды ілгерілеме қозғалысын жасайды. Қашауыш дегеніміз, сырт жағында қайрау арқылы кесетін шеттер пайда болған тісті дөңгелек болып табылады. Түзу тістері бар қашауыш (1.72 а сур.) тістері түзу дөңгелектерді кесуге, ал дискілі қисық тісті қашауыш (1.72 б сур.) - тістері қисық тісті дөңгелектерді кесуге арналған.

Цилиндрлі тісті дөңгелекті төрткілдешлы қашауышпен (тарақ) кесу барысында, цилиндрлі дөңгелек төрткілдешмен іліседі, және төрткілдеш (тарақ) кесетін аспап, ал дөңгелек - дайындама болып табылады.

Бұл ретте тістерді екі тәсілмен кесуге болады: тісті дөңгелекті тарақ бойымен жүргізу арқылы (дөңгелек тарақ қозғалмай тұрған кезде айналу және бастау қозғалысын орындайды) немесе тісті дөңгелек бойынша тарақпен (дөңгелек айналдыру қозғалысын, ал тарақ - бастау қозғалысын орындайды). Бірінші тәсіл ең көп тараған тәсіл болып табылады.

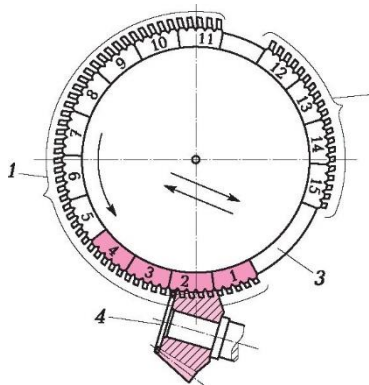


1.72-сурет. Түзу (а) және қисық (б) тістері бар тостағанды және дискілі қашауыштар геометриясы

*Түзу тісті конусты дөңгелектерді* өңдеу үшін бір уақытта екі кескішпен жұмыс істейтін түзу тісжонғыш білдектерді қолданады.

Кішігірім түзу тісті конусты дөңгелектерді өңдеу үшін арнайы білдектердегі шеңберлеп тартуды қолданады, онда кескіш аспап *шеңберлі тартқыш* болып табылады. Шеңберлі тартқыш тарту перифериясы бойынша өзгерту тәртібімен орналасқан бірнеше қалыпқа келтірілген кескіштерден тұрады (әдетте әрқайсысында бес кескіштен).

1.73-сур. алғашқы кескіштер 1 (1-11), таза кескіштер 2 (12-15) мен дайындаманы бір тіске бұру зонасы 3 көрсетілген. Кескіш ұштарының бейіні белгілі бір заң бойынша өзгереді.



1.73-сурет. Тістерді шеңберлі тарту арқылы кесу

Шеңберлі тарту, тұрақты жылдамдықпен айнала отырып, бір уақытта өз жолының жекелеген учаскелерінде әртүрлі жылдамдықпен ілгерілемелі қозғала отырып ауысады. Шеңберлі тартымның ілгерілемелі қозғалысының жылдамдығы мен сипаты өңделетін тісті дөңгелекке 4 қатысты таңдалатын білдектің көшірім бейініне байланысты. Демек, әрбір қалпына келтірілген кескіштің жұмыс қозғалысының траектория тартымының айналмалы және ілгерілемелі қозғалысының жиынтығы болып табылады.

Алғашқы тарту барысында шеңберлі тартым тісті дөңгелектің бастапқы конусының жоғарғы ұшынан оның негізіне қарай, ал таза тарту кезінде - негізден ұшына қарай қозғалады.

Тартымның бір айналымында конус тәрізді тісті дөңгелек тісінің бір ойығы толығымен өңделеді. Тіс ойығын тартқан кезде дөңгелек дайындамасы қозғалыссыз болады, дайындаманың келесі ойығын өңдеу үшін дайындама шеңберлі тартым секторынан бос кескіш өту кезінде өз осі жанында бір тіске бұрылады.

Түзу тісті конус тәрізді тісті дөңгелек конструкциясы жетілдірілмегендіктен заманауи машиналардың тез жүріс беру талаптарына сәйкес келмейді (шу, жұмыс тегіс емес, ПЭК төмен).

**Тістері қисық сызықты конус тәрізді дөңгелектерде** осы кемшіліктер айтарлықтай жоқ деуге болады. Конус тәрізді дөңгелектер тістерінің қисық сызықты бейіндерін алудың ең көп тараған тәсілі **тістерді кескіш бастиектерімен кесу** болып табылады. Тісті дөңгелектерді осы тәсілмен кесуге арналған білдектер өте өнімді және дөңгелектер жасаудың жоғары сапасын қамтамасыз етеді.

1.5 және 1.6-кестелерде ірі сериялы және көптеп өндірудің конус тәрізді және цилиндрлі дөңгелектерінің тістерін кесудің технологиялық нұсқалары берілген. Осы нұсқалар еңбектің жоғары нақтылығы мен өнімділігін қамтамасыз етеді. Жекелеген жағдайларда өндірістік талаптар осы ұсыныстардан ауытқуы мүмкін, бірақ осындай ауытқулар жекелеген жағдайлар болуы керек.

**Бұралым жұптарының тістерін өңдеудің негізгі әдістері.** Бұралымды беру жұбының элементтері бұрам мен бұралым дөңгелегі болып табылады, олардың осьтері әдетте  $90^\circ$  бұрышта қиылысады (ауыр білдектердің кейбір механизмдерінде осьтері  $45^\circ$  бұрышта қиылысатын берілістерді қолданады).

Бұрамдар цилиндрлі (1.74 а сур.) және глобус тәрізді (1.74, б сур.) болады. Цилиндрлі бұрамның орам қиылысы ось бетімен бүйір жақтары түзу сызықты немесе қисық сызықты төрткілдеш болып табылады. Глобус тәрізді бұрамның осьтік қиылысы түзу бүйірлі дөңгелек төрткілдештің түрі сияқты болады.

1.5-кесте. Конус тәрізді тісті дөңгелектердің тістерін кесудің технологиялық нұсқалары

$m = 3$ мм модульді тісті дөңгелектер	Нақтылық деңгейі	$m = 4...10$ мм модульді тісті дөңгелектер	Нақтылық деңгейі
<b>Түзу тістілер</b>			
Түзу сызықты арнайы кескіштермен тіс жону	7, 8	Алғашқы жону Мүлдем жону Тіс бейінін тегістеу	7, 8
Екі дискілі жүргізгіш фрезалармен тіс фрезерлеу $m = 1,5$ мм	7, 8	Күрделі бейінді фрезамен бір жұмыс жүрісінде жону ( $m = 8$ мм дейін)	6, 7
		Екі жүргізгіш дискілі жонғыштармен жону (10 мм модульге дейін)	8
<b>Қисық сызықтар</b>			
Шеткі дөңгелек бастиектермен фрезерлеу	7, 8	Шеткі бастиектермен алғашқы өңдеу	7, 8
		Шеткі бастиектермен алғашқы және тазалап өңдеу. Тіскыру немесе тегістеу	6, 7
Конус тәрізді бұрамдық фрезарлармен $m = 2,5$ мм дейін жону	7, 8	Конус тәрізді бұрамдық жонғыштармен алғашқы және тазалап $m = 7$ мм дейін жону	7, 8
Соңғы бейінді фрезалармен жону (жүргізу әдісімен)	7, 8	Соңғы бейінді фрезалармен жүргізу әдісімен алғашқы және тазалап жону	7, 8

**Цилиндрлі бұрамдар** арасында жауапты емес беріліс үшін ең көп тарағаны **бұрандалы** бұрам (*архимед* бұрамы). Осы бұрамның бұрандалы беті бұрам осі арқылы өтетін жазықтықты қиып өту барысында біраз бұрыштап оське қарай еңкейген және бұрам осі арқылы өтетін түзу осі (әр айналымда) бойымен бір уақытта ауысу және осьті айналу арқылы пайда болады.

Орамдар бейіні трапеция тәрізді болады. (1.75, а сур.). Осындай бұрамы бар бұрамдық жұптың ПӘК төмен болады және тез тозады, сондықтан оны жауапты емес, баяу жүретін және әлсіз жүктелген берілістерде қолданады.

1.6-кесте. Түзу және қысық тісті цилиндрлі дөңгелектердің тістерін кесудің технологиялық нұсқалары

$m = 1 \dots 2$ мм модульді тісті дөңгелектер	Нақтылық деңгейі	$m = 2,5 \dots 10$ мм модульді тісті дөңгелектер	Нақтылық деңгейі	$m = 11 \dots 20$ мм модульді тісті дөңгелектер	Нақтылық деңгейі
<b>Бір тәжді тісті дөңгелектер</b>					
Тістерді бүрлемдеу	7 - 9	Дискілі жонғышпен алғашқы жону $m = 7$ мм дейін бір жұмыс жүрісінде және $m = 8$ мм екі жұмыс жүрісінде Дискілі жонғышпен тазалап жону	9 - 11	Дискілі жонғышпен алғашқы жону $m = 15$ мм дейін екі жұмыс жүрісінде және $m = 16$ мм $m = 20$ мм дейін үш жұмыс жүрісінде Дискілі жонғышпен тазалап жону. Бұрамдық жонғышпен тазалап жону	9 - 11  7, 8
Модульдік дискілі Жонғышпен жону	9 - 11	Бұрамдық жонғышпен $m = 4$ мм дейін бір жұмыс жүрісінде алғашқы жону. Алғашқы тіс қашау	6, 7  7 - 9	Бұрамдық жонғышпен жону $m = 15 \dots 20$ мм дейін бір-екі жұмыс жүрісінде және Бұрамдық жонғышпен $m = 20$ мм екі-үш жұмыс жүрісінде. Прециозды бұрамдық жонғышпен тазалап жону	6, 7
Төрткілдешлі қашауышпен тіс қашау	6 - 9	Бұрамдық жонғышпен бір жұмыс жүрісінде алғашқы жону	6 - 8	-	-

$m = 1 \dots 2$ мм модульді тісті дөңгелектер	Нақтылық деңгейі	$m = 2,5 \dots 10$ мм модульді тісті дөңгелектер	Нақтылық деңгейі	$m = 11 \dots 20$ мм модульді тісті дөңгелектер	Нақтылық деңгейі
Дөңгелек қашауышпен тіс қашау	07.сен	Бұрамдық біркiрiстi жонғышпен тазалап жону	6 – 8	-	-
Бiр рет кiретiн бұрамдық жонғышпен жону	06.авг	Тiс кыру үшiн әдiп қалтыра отырып, бiр рет кiретiн бұрамдық жонғышпен (бiр-екi жұмыс жүрiсiнде) жону	06.авг		
Қашақты бұраммен термиялық өндеуден кейiн (алдын ала кертiккесусiз) $m =$ 1 мм тiстi тегiстеу	5, 6	Тiстердi ыстық қалпында бүрлемдеу	09.янв	-	-
		Қашау үшiн бұрамдық жонғышпен жону	06.авг	-	-
		Тiс қашау	5, 6	-	-



### Блокты тісті дөңгелектер

Бір жұмыс жүрісі барысында тіс қашау:	7, 8	Бір-екі жұмыс жүрісінде тісті алғашқы қашау	7, 8	-	-
төрткілдешті қашауышпен дискілі қашауышпен	7 - 9	Тіс қашау	7 – 9	-	-
-	-	Тіс қыру	6, 7	-	-

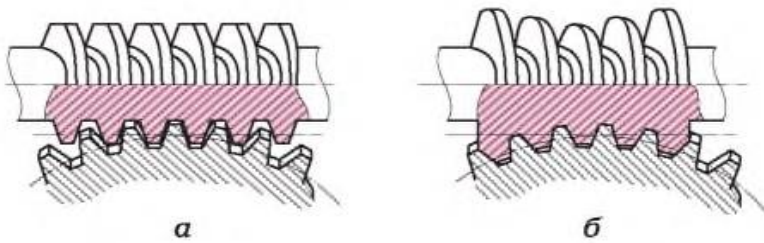
Ескертпелер: 1. Өндеуден кейінгі тіс қыру нақтылықты бір-екі деңгейге көтереді.

2. Термиялық өндеуден кейін тістерді тегістеу  $c_{ш} > 1$  мм таңдап алған әдіске байланысты нақтылық деңгейі 4-5 тістер алуға мүмкіндік береді.

3. Термиялық өндеуден кейін тістер бейінін шойын (шаржыланған) немесе қажқты дөңгелектермен үйкелісі термиялық өндеуге дейін алынған нақтылық деңгейін қалпына келтіреді, бірақ оны көтермейді.

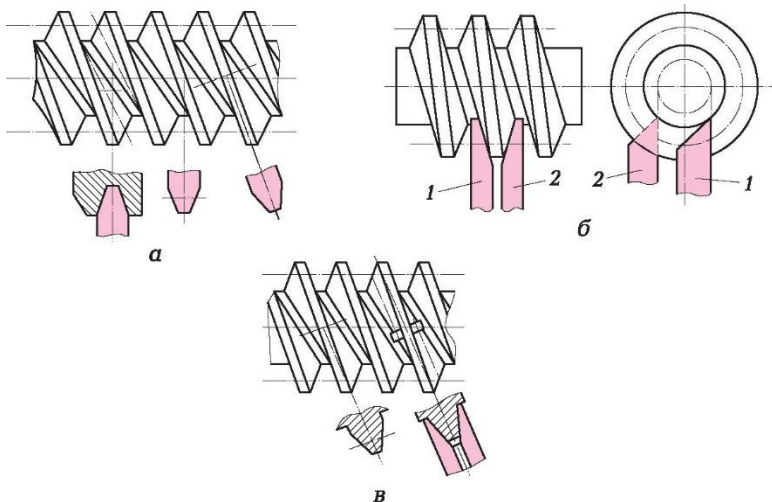
4. Модулі 12 мм дейінгі тісті дөңгелектерді жонудан кейін қыру нақтылық деңгейін бір-екі деңгейге көтереді.

5. Егер тісті жону барысында технологиялық жүйе айтарлықтай қатты болса, модулі 24 мм дейінгі тісті дөңгелектердің бір жұмыс жүрісінде тісті қыру үшін үшкір қайралған бұрамдық жонғыштармен жонуға болады.



1.74 сурет. Бұрамдық берілістің цилиндрлі (а) және глобидті (б) бұрамдар

Цилиндрлі бұрамның басқа түрі **эвольвентті бұрам** (1.75, б сур.) болып табылады, ол беті эвольвентті бұрандалы болып келетін цилиндрлі тісті дөңгелек болып табылады. Бұрам жазықтықтармен, перпендикулярлармен қиылысқан кезде, негізгі цилиндр осінде эвольвенттер пайда болады, осы бұрам осыдан осындай атқа ие болған.



1.75-сурет. Бұрандалы (а), эвольвентті (б) және конволютті (в) бұрамдарды кесу тәсілдері

Эвольвентті бұрамдары бар бұрамдық жұптарын үлкен жүктемелер мен жылдамдықта, жауапты берілістерде жиі пайдаланады, бірақ осындай берілістерді жасау арнайы жабдық пен күрделі өңдеу әдістерін талап етеді.

Цилиндрлі бұрамның келесі түрі орамның қалыпты қиылысындағы *түзу сызықты бейіні* бар және оське көлденең қиылыста орамның бүйір жағы эвольвентті ұзартылған бұрам болып табылады (1.75, в сур.). Осындай бұрамды *конволютті* бұрам деп атайды, ол эвольвентті бұрамның бір түрі болып табылады. Осы бұрамдарды өңдеу біршама қарапайым және бұрамдық беріліс ілінісінің жеткілікті нақтылығын қамтамасыз етеді, ПӘК жоғары және тез тозбайды.

*Глобидті бұрамдардың* бұрам орамының тісті бұрамдық дөңгелекпен түйісу беті үлкен, ал ол қысымды төмендетуге негіз болады, демек, бұрамдық жұп тістерінің беті тозады. Осы бұрамның орам жібi бейіннің цилиндр бетімен емес, глобид бетімен бұрандалы қозғалыс барысында пайда болады.

Өндіру қиындығына қарамастан, оларды үлкен қуаттар үшін берілістерді кеңінен қолданады.

*Бұрамдарды кесуді* қарастырып көрейік. Бұрамдарды өңдеудің ең қарапайым түрі оларды түзу сызықты бейінмен қырнаушы білдегінде кесу болып табылады. Орамның дұрыс бейінін алу үшін, кескіш бейінінде бұрам тістері арасында ойық контуры болу керек және ол белгілі бір қиылыста кесу барысында осы қиылыс жазығымен қиылысу керек.

Архимед бұрамын алу үшін, жиегі түзу сызықты кескіш бейіні бұрам осі арқылы өтетін жақыздықпен қиылысу керек (1.75, а сур. қараңыз). Алайда орамды көтеру бұрышы ұлғайған сайын, бұрамды бір кескішпен кесу бұрыштың ұлғаюына байланысты қиындайды, ал ол кесетін жиектің үгілуі салдарынан кескіш аспапты істен шығарады. Сондықтан архимед бұрамдарын орамдарды көтерудің бұрышы үлкен болған кезде, эвольвентті немесе конволютті бұрамдармен ауыстырады.

Эвольвентті бұрамды екі 1 және 2 кескіштермен кеседі, олардың кескіш жиектерінің бейіндері екі жағынан негізгі цилиндр бетіне қатысты орналасқан екі жазықтықпен қиылысады (1.75, б сур. қараңыз). Негізгі цилиндрдің диаметрі үлкейген сайын, кескіштерді ортадан жоғары және төмен орнату кесу бұрыштарының өзгеруі салдарынан белгілі бір қиындықтар туғызады, сондықтан эвольвентті бұрамдарды кесу барысында, бейін жазықтығын оның осіне перпендикуляр орната отырып, бұрам орамының қалыпты қиылысының контурын сәйкес бейінді қолданады.

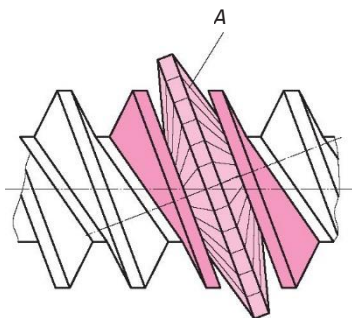
Конволютті бұрамды, кескіш бейінінің симметрия осін бұрам осімен қиылыстыра отырып, оның белгілі бір шамасына немесе оған еңкіш бұрам осіне параллель жазықтықта жоғары немесе одан төмен өз бейінімен жазықтыққа орнатылған кескішпен кеседі. Жұмыс бейіні түзу сызықты конволютті бұрамдарды екі кескішпен өңдейді (1.75, в сур.).

Глободіті бұрамды кескіш жиегі түзу сызықты кескішпен кеседі, бұл ретте бұрам тісінің бейіндері мен іліністегі бұрамдық дөңгелектің салыстырмалы қозғалысын қайта өндіру үшін кескіш осі синхронды түрде кесілетін бұраммен айналады. Бұрамның осы түрін тіс жону білдегінде кескішпен өңдейді.

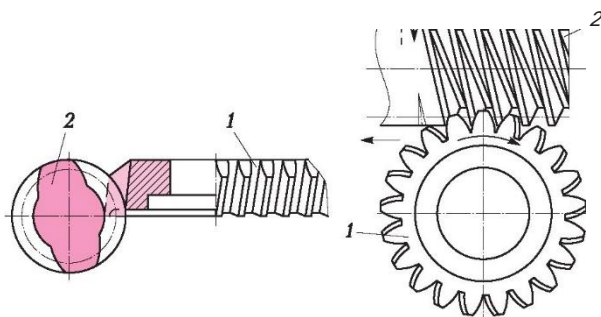
Бұрамдарды қырнаушы білдегінде кескішпен өңдеуден басқа, сондай-ақ жонғыш және бұрандалы жону білдектерінде бейінді кескішпен және жонғыштармен кесуді де қолданады.

Бұрамдарды дискілі жонғышпен кесу - өңдеудің өнімдірек тәсілі, бірақ бұл жағдайда негізі мен жоғарысында орамды көтеру бұрышында айырмашылық болу салдарынан бұрам бейіні бұзылады, әсіресе, көпкірмелі бұрамдықтарда. Сондықтан осындай тәсілді әдетте бұрам бейінін алдын ала өңдеу үшін қолданады. Түзу сызықты бейіннің кескіш жиектерімен дискілі жонғышпен кесу барысында (1.76-сур.) А жонғышының айналу осінің бейіні бұрамдық орамын көтеру бұрышына тең бұрышта орналасады.

Бұрамдықтарды дискілі жонғышпен кесумен қатар, әртүрлі бұрамдықтарды қарапайым тіс жонғыш білдектерде өңдейді. Мысалы, тістің түзу сызықты кескіш жиектері бар бұрамдық жонғышпен өңдеу барысында, эвольвентті бұрамдықты кесуге болады.



1.76-сурет. Бұрамдықты дискілі жонғышпен кесу схемасы



1.77-сурет. Бұрамдықты қашауышпен кесу схемасы

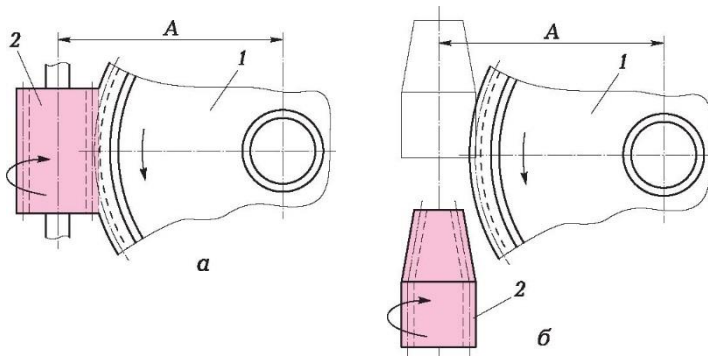
Архимед және конволютті бұрамдықтарды кесу үшін, тістің кескіш бейінінің қисық сызықты бейіні бар арнайы бұрамдық жонғыштарды қолданады. Осы өңдеу тәсілі өнімділік жоғары болған кезде, күрделі аспаптың болуын талап етеді; өйткені ол бұрамдық орамдарының бет бейінін бұзуға әкеліп соғады, оны алдын ала өңдеу үшін қолданады.

Жоғары нақтылықты қамтамасыз ететін өңдеудің өнімді әдісінің біреуі бұрамдықты арнайы білдектерде («Корнелис» типті және т.б.) қашауышпен кесу болып табылады (1.77-сур.). Кесілетін бұрамдықтың осьтік бетіне қатысты орнатылған 1 қашауышта бұрамдық осі бойымен беру қозғалысы болады. Бұдан басқа, қашауыш пен бұрамдыққа жүргізудің айналым қозғалысы беріледі. Осы қозғалыстардың қиылысу нәтижесінде бұрамдықтың барлық орамдары кесіледі.

Осы өңдеу әдісі барысында (қашауыш дәлдеп жасалған жағдайда) бұрамдық бетінің бейіні бұзылмайды және бұрамдықты қашауышпен кесу нақтылығы жоғары және өнімді болып табылады. Алайда, кесілетін бұрамдықтардың орамдарын көтерудің әрбір бұрышына қашауыштар әзірлеу өндірісті дайындау шығынын арттырады, сондықтан осы әдісті тек ірі сериялы немесе көптеп шығаратын өндірісте қолданған ғана үнемді болып табылады.

**Бұрамдық дөңгелектерді кесуді** қарастырайық. Бұрамдық дөңгелектерді бұрамдық жонғыштармен тіс жону білдектерінде үш әдіспен кеседі: радиалды және тангенциалды беру әдістері және аралас әдіс.

**Радиалды беру әдісі** барысында (1.78, а сур.) дайындама 1, үнемі бұрамдық жонғышпен 2 іліне отырып, жонғышқа белгіленген  $A$  мөлшеріне дейін радиалды беруді орындайды, бұл ретте жонғыш тек айналым қозғалысын ғана орындайды. Бұрамдық дөңгелекте бұрамдық жонғыш дайындамамен толық ілескен жағдайда тістердің дұрыс бейіні алынады.



1.78-сурет. Бұрамдық дөңгелектерді радиалды (а) және тангенциалды (б) беру әдістерімен кесу схемалары

Аталмыш әдістің кемшілігі, бұрамдық жонғыш барлық кескіш жиектерімен жұмыс істемейтіндігінде, сондықтан дайындамамен үнемі байланыста болатын жонғыштың ортаңғы бөлігіндегі тістер ғана тозады. Осы әдіспен бұрамдық дөңгелектердің тістерін қалыпты тіс жону білдектерінде қосымша арнайы суппортсыз кеседі. Бұл ретте білдектің бөлу тізбегін икемдеу тұзу тісті цилиндрлі тісті дөңгелектерді кесу кезіндегі икемдеуге ұқсас. Үстелді радиалды ауыстыру үшін қосымша икемдеу радиалды беруге байланысты болады.

**Тангенциалды беру әдісі** барысында (1.78, б сур.) бұрамдық дөңгелектің дайындамасын 1 ортааралық қашықтық мөлшеріне А орнатып, жонғышты 2 дайындамамен ілініске осьтік ауыстыру арқылы енгізеді. Жонғышта 2 конустық алу бөлігі болады және ол, өзінің барлық кескіш жиектерімен жұмыс істей отырып, тегіс тозады. Кесу үрдісінде жонғыш тек айналып қана қоймайды, сонымен қатар ол ось бойынша ілгерілемелі ауысады. Бұл ретте дайындамада 1, ілініспен байланысты негізгі айналым қозғалысынан басқа, жонғышты 2 осьтік ауыстыруға тәуелді қосымша айналым қозғалысы болу керек, әйтпесе бұрамдық жонғыш тістері бұрамдық дөңгелек тістерін кеседі. Жонғыштың 2 осьтік ауысуы мен бұрамдық дөңгелектің дайындамасының 1 қосымша айналымын арнайы суппорт орындайды, оны бұрамдық дөңгелектерді кесу кезінде тіс жонғыш білдектерге орнатады.

Бұрамдық дөңгелектерді кесудің **аралас әдісі** дегеніміз, радиалды және тангенциалды беру әдісінің дәйекті қосылуы болып табылады, және біріншіні тістерді алдын ала кесу үшін, ал екіншісін - соңғы өңдеу үшін қолданады. Соңғы өңдеуге сәйкес әдіп қалдырады, оның мөлшері алдыңғы өңдеудегі кемшілікті өтеуі тиіс.

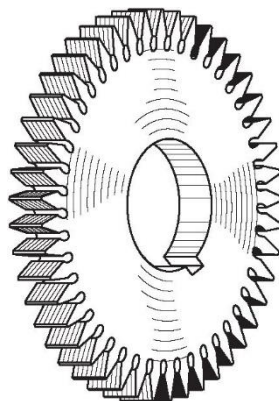
Аралас әдіс барысында бұрамдық жонғыштарды да, бейінді кескіштерді де қолданады, және соңғыларды қолдану әсіресе бұрамдық дөңгелекті соңғы өңдеу үшін қолданады, ең жоғары нақтылықты қамтамасыз етеді.

**Тісті дөңгелектерді өңдеудің әрлеу түрлері.** Тісті дөңгелектерді өңдеудің әрлеу түрлерін жоңқаны ала отырып өңдеуге: тіс қыру, жылтылдату, жаншуыштау, үйкеу түрі және жоңқаны алмастан өңдеуге - таптауға бөледі. Жоңқаны ала отырып жүргізілетін әрлеу жұмыстарына сондай-ақ тісті тісті жұмырлауды, жүзі мен қылауларды алуды жатқызады.

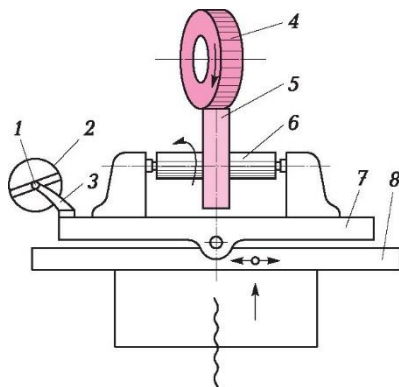
Тістерді **қыруды** шынықпаған дөңгелектер үшін қолданады, тістерді қыру дегеніміз, арнайы аспап арқылы оны тісті дөңгелек бойынша жүргізе отырып, тіс бетінен шамасы 0,1...0,25 мм әдіпті алу болып табылады. Аспап ретінде дискілі тісқырғышты - тістерінің бетінде жиек құрайтын жіңішке кесіктері бар тісті дөңгелек немесе қарапайым тісқырғыш - балама тістері бар төрткілдешті қолданады.

Түзу тісті дөңгелектерді өңдеуге арналған тісқырғышта көтеру бұрышы  $15^\circ$  дейінгі бұрандалы тістері, ал қисық тістілер үшін - түзу тістері бар. 1.79-суретте тістердің бүйір жақ шеттерінде кескіш жиектері бар дискілі тісқырғыш көрсетілген.

Тыс қырудың екі тәсілінің ішінде ең көп тарағаны дискілі тісқырғыш арқылы тістерді қыру болып табылады. Тіс қыру арнайы білдекте (1.80-сур.) орындалады. Өңделетін тісті дөңгелектің 5 осінің бұрышына орнатылған қысқырғыш 4 жиілігі  $250 \text{ мин}^{-1}$  мәжбүрлі айналдырылады, сол арқылы жіберілімінің 6 ортасына бос орнатылған тісті дөңгелекті айналдырады. Осы тердің қиылысуы тісқырғыш тістері мен тісті дөңгелектің бойлық салыстырмалы сырғанауына әкеліп соғады.



1.79-сурет. Дискілі тісқырғыш



1.80-сур. Тісті дөңгелектердің тістерін дискілі тіскырғыш арқылы қыру схемасы

Тіс бетін тіскырғышпен кесу үшін үстелге 8 тісті дөңгелектің бір айналымына 0,1...0,3 мм бойлық беріліс беріледі. Жүріс соңында үстелге көлденең (тік) 0,02.0,04 мм беріліс беріледі, содан кейін үстел кері бағытқа қайтады. Үстелдің жүріс саны әдіп шамасына байланысты. Тісті берілістердің заманауи конструкцияларында кеңінен тараған тістердің бөшке сияқты түрін алу қажет болған жағдайда, білдекте көзделген кронштейні 3 бар тербелмелі плитаны 7 және оған орнатылған саусақты 1 пайдаланады. Саусақты кронштейнге орнатылған көшірмеге тиянақтайды, ол көшірмемен сырғанап отырып, үстел жүрісінің соңында плитаны еңкейтеді, соның нәтижесінде тіскырғыш, тістерді ортасымен салыстырғанда шетінде өте жіңішке етіп қалыптастыра отырып, тісті дөңгелекке кіреді.

Тісті дөңгелекті өңдеу үстелдің 12-14 қос жүрісі барысында жалғасады, дөңгелектің бір тісін өңдеуге 2...3 с. кетеді. Тіскыру арқылы тісті дөңгелекті өңдеу нақтылығы қадам мен бейін бойынша шамамен 0,005 мм, бастапқы шеңбер соғысы бойынша 0,03 мм дейінгіні құрайды.

**Тісті жылтыратуды** негізінен екі әдіспен: жүргізу (таптау) және фасонды жылтылдату шеңберінің көмегімен бейінді көшіру әдістерімен орындалады. Жылтылдату арқылы қалтырылатын әдіп шамасына қарамастан, 11-ші, 12-ші квалитет шегінде тісті дөңгелектің негізгі параметрлерінің нақтылығымен бет бұдырлығының  $Ra$  0,63...0,32 мкм жеткізіледі.

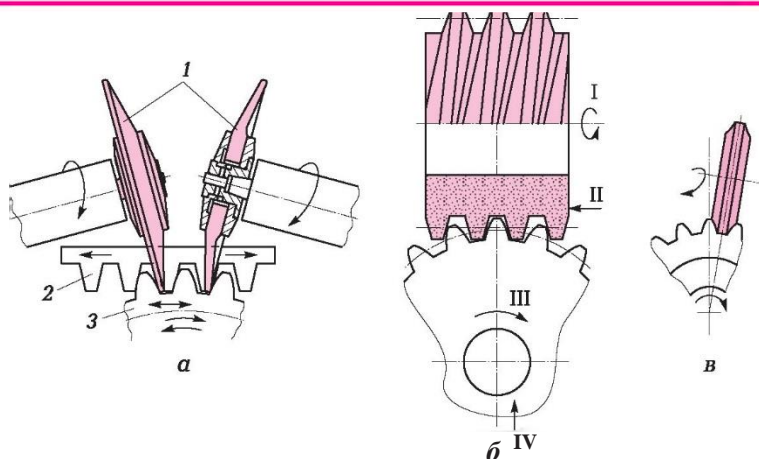


Жүргізу (таптау) әдісі арқылы тістерді жылтылдату дегеніміз, жылтылдату үрдісінде жұптың тісті ілінісін қалпына келтіреді төрткілдеш - аспабы төрткілдеш болып табылатын тісті дөңгелек болып табылады. Осы әдісті, әртүрлі жылтылдату шеңберлерін пайдалана отырып, заманауи білдектерде қолданады.

1.81, *а* сур. цилиндрлі дөңгелектің тісін төрткілдеш - тісті дөңгелек тісін жылтылдату схемасы бейнеленген. Екі жылтылдататын шеңбер *1*, олардың сүмбіге қаратылған шеттері *3* дайындамамен іліністегі елестетілетін өндіруші төрткілдештің *2* тістерінің бүйір жақтарына сәйкес келетіндей етіп орнатылады. Айналатын дайындама *3* бойынша жүре отырып, жылтылдатқыш шеңберлер өзінің сырт жағымен дөңгелек тістерінің бетін жылтылдатады.

Қашақты бұрамдықпен тегістеу ең өнімді тәсіл болып табылады (1.81, *б* сур.). Диаметрі 300 мм бір немесе екі кірісті бұрамдық түрінде жасалған жылтылдатқыш шеңберге өңдеу барысында екі қозғалыс: айналдыру I - 20...30 м/с жылдамдықпен осьті айнала және ілгерілемелі II - дөңгелектің бір айналымында 0,6 мм жылдамдықпен дайындама осі бойымен (беру қозғалысы) беріледі. Тісті дөңгелек қашақты бұрамдықтың айналымымен келістірілген өз осін айнала III айналдыруды алады, және кезеңді радиалды беру қозғалысы IV. Бір кірісті бұрамдықпен өңдеу нақтылығы нақтылық деңгейінің 6-шы деңгейіне, екі кірісті - нақтылықтың 7-ші деңгейіне сәйкес. Өңделген тістер бетінің қол жеткізілген бұдырлығы  $Ra$  1,25.0,32 мкм.

1.81, *в* суретте тісті көшіретін қалпы келтірілген тегістеу шеңберімен тегістеу схемасы көрсетілген.



1.81-сурет. Тегістеу схемалары (а-в)

Тіс бейіні бетінің бұдырлық класын көтеру және беру жұмысы барысында шуды азайту үшін, термиялық өңдеуден кейін дөңгелек тістерін **жануыштауды** қолданады. Тісті жануыштауды қырғанға ұқсас білдекте, жану осі мен өңделетін дөңгелек қиылысу барысында, бірақ радиалды беру механизмінсіз орындайды. Бұл ретте орталыққа орналастырылған тісті дөңгелек, айналдырудан басқа, өз осі бойымен қайтымды ілгерілеме қозғалыс жасайды.

Тісті жануыш дегеніміз, пластмассадан жасалған және қажақпен шаржылған, түйіршіктілігі әдіп шамасына (0,025...0,05 мм) және бет бұдырлығы класының талаптарына байланысты геликоидті дөңгелек болып табылады.

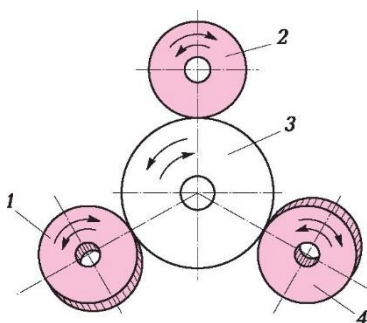
Жаншуыштауды өңделетін дөңгелек тістер мен жануыш арасындағы тұрақты қысым кезінде керіп немесе орталық арасындағы арақашықтық өзгеріссіз болғанда дөңгелек пен жануышты саңылаусыз ілу тәсілімен орындайды. Бірінші тәсіл нақтылығы жоғарырақ тісті дөңгелектерді өндіреді. Тісті жануыштауды тіс бейінінің өңделетін бетінен металл шаңын тиімді кетіру үшін, 1,25.6 мм модульді түзу тісті және қисық тісті дөңгелектерді, сондай-ақ оны екі жақтан қорғалған және бөшке тәрізді тістері бар дөңгелектерді өңдеу үшін, қатты суыта отырып орындайды.

Тісті жануыштау жылдамдығы (бір тістің) 1.5 м/с, ұзақтығы 1...1,2 с, бет бұдырына қол жеткізетін класс 10, 11, тісті жонуышының төзімділігі 18-20 мың тісті дөңгелектерді құрайды.

Тісті дөңгелектердің тістерін **ысқылауды** термиялық өңдеуден кейін арнайы білдектерде орындайды, онда ысқылағыштар - өңделетін тісті дөңгелекпен іліністегі шойын дөңгелектер аспап қызметін атқарады. Ысқылағыштарды ұсақ қажақты ұнтақтың маймен қоспасымен майлайды.

Ысқылау әдісі арқылы тісті дөңгелектерді әрлеу дегеніміз, өңделетін дөңгелекті осьтері өзара қиылысқан үш ысқылағыш арасында жүргізеді (1.82-сур.). Ысқылағыш білдек сүмбісіне орнатылған өңделетін тісті дөңгелек 3 сонымен бірге 1, 2, 4 шойын ысқылағыштарымен іліністе болады. Шиыршықты немесе түзу тісті 1 және 4 екі ысқылағыш осьтері өңделетін тісті дөңгелекке 3 иілген. Үшінші ысқылағыштың 2 осі өңделетін тісті дөңгелектің осіне параллель, осы ысқылағыш тісті екі жағынан тегіс өңдеуді қамтамасыз ету үшін, әртүрлі бағытта 30...60 м/мин жылдамдықпен кезек-кезек айналдырылады. Айналдырудан басқа ысқылағыштарға минутына 60-70 мин барысында 25 мм осьтік бағыттағы қайтымды ілгерілемелі қозғалыс беріледі. Өңделетін тісті дөңгелектің айналым жылдамдығы 30...60 м/мин.

1.82-сурет. Тісті дөңгелектерді  
ысқылау әдісімен өңдеу

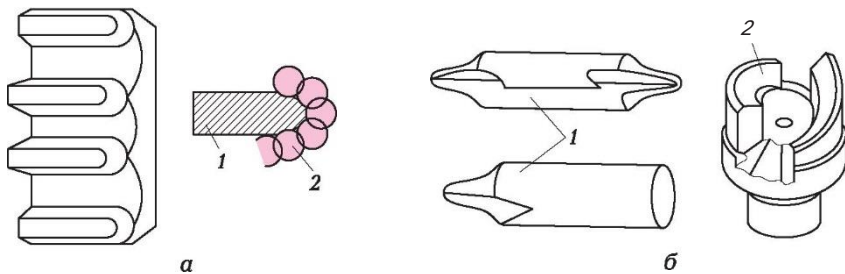


Тіс бетіне түсетін ысқылағыш қысымы сүмбілерді тежеу арқылы екі ысқылағышты реттейді. Өңдеу нақтылығы бастапқы шеңбер ұзындығы бойынша 0,02 мм, қадам бойынша - 0,01 мм және бейін бойынша - 0,08 мм, бет бұдырлығына қол жеткізу класы 10-шы. Бір тісті өңдеу уақыты шамамен 3...6 с кұрайды.

Заманауи машиналарда қозғалысты тоқтатпастан машина жұмысының үрдісі кезінде ауыстыратын тісті дөңгелектерді жиі қолданады (білдек, автомобиль жылдамдығының қорабы және т.б.). Тісті дөңгелектерді ауыстыру барысында ұруларды жою мен жиектерінің үгілісін болдырмас үшін *тісті жұмырлайды* - тістерді тіс жұмырлайтын білдектерде арнайы жонғыштармен жұмырлайды. Өңдеу кезіндегі тісті дөңгелектегі жұмырланатын тіс бейіні 1 мен аспаптың қозғалыс траекториясы 1.83, а сур. көрсетілген. 1.83, б суретінде дөңгелек тістерін жұмырлауға арналған жонғыш конструкциялары берілген: саусақ жонғыштары 1 мен басты жонғыш 2.

**Жүзін алу және қылауларды жоюды** өңделетін дөңгелек тісінің түріна сәйкес бейіндері бар қажакты шеңберлері бар білдектерде орындайды. Айналу тістерді шеңбер орамдары бар ілісімге кіргізу арқылы орындалады. Өндіріс ауқымы үлкен болған кезде, қылауларды алу көп позициялы білдектерде орындалады.

Мөлшері кіші тісті дөңгелектерден қылауларды ультрадыбыс көмегімен алады. Осы тәсіл барысында қылауларды алып тастаудан басқа, тістің өңделген бетіне әсер етпестен, үшкір жиектерді тегістейді. Қылауларды атанақта жұмырлау арқылы алу тәсілі кеңінен тарап келеді, және, сәйкес толтырғыш пен атанақ айналымының жиілігін таңдай отырып, тістер бейінін бұзбастан тістерді жақсылап тазалауға қол жеткізеді.



1.83-сур. Тісті жұмырлау (а) схемасы және тістерді жұмырлауға арналған жонғыштар конструкциялары (б)

Шыныққан тісті дөңгелектерді *таптауды (жүргізуді)* қажакты ұнтақсыз, жоғары нақтылықпен жасалған бір немесе бірнеше шыныққан дөңгелек-эталондармен бір жұпта майлы ортада орындайды. Дөңгелек-эталондар тістерін қысу нәтижесінде өңделетін тістер беті мен осы ретте пайда болатын тойтарыстан өңделетін беттердегі тегіс емес жерлер тегістеледі. Таптау барысында бейін мен тіс қадамы түзелмейтін болғандықтан, ал кейбір жағдайларда тіпті бейін бұзылып, термиялық өңдеу барысында бейіннің бұзылуын ұлғайтатын ішкі қосымша кернеу пайда болады, әрлеудің осы тәсілін жоғары нақтылықты талап етпейтін тісті дөңгелектер, сондай-ақ термиялық өңделмеген дөңгелектер үшін қолданады.

## 1.7. ОЙМАКІЛТЕК БЕТТЕРДІ ӨНДЕУ

**Оймакілтек қосылыстардың түрлері мен мақсаты.** Оймакілтек қосылыстарды әртүрлі мақсаттағы бөлшектерді (тісті дөңгелектер, тегершік, төлкелер және т.б.) тарту немесе саңылау арқылы білікке орнату үшін қолданады. Кілтектілермен салыстырғанда оймакілтек қосылыстардың бірқатар артықшылықтары бар:

- оймакілтек біліктерде бөлшектер жақсырақ орталықтандырылады және білік бойымен қозғалған кезде бағытталады;

- оймакілтектер шетіндегі майысу кернеуі кілте бетіндегілерден азырақ;

- оймакілтек біліктерінің нақтылығы кілтекті біліктермен салыстырғанда, динамикалық және ауыспалы жүктемелерде жоғарырақ.

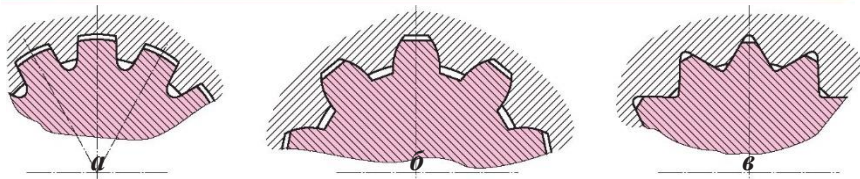
Тік бұрышты, тік бүйірлі (1.84 а сур.), эвольвентті (1.84 б сур.) және үш бұрышты (1.84 в сур.) оймакілтек түрлерімен оймакілтек қосылыстары ең көп кеңінен тараған.

**Тік бұрышты оймакілтек қосылыстарды** (дайындау және пайдалану үшін) оймакілтек білігі мен төлкесін орталықтандырудың (базалаудың) үш тәсілін қолданады: оймакілтектердің бүйір жақтары бойынша; оймакілтектердің сыртқы диаметрі бойынша; оймакілтектердің ішкі диаметрі бойынша.

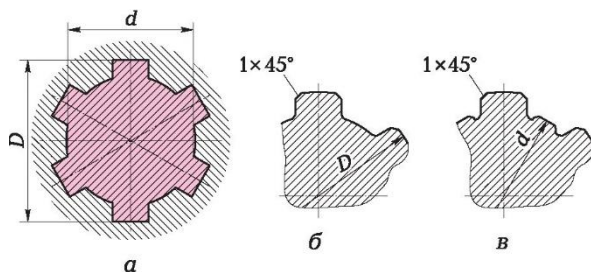
Оймакілтектердің бүйір жақтары бойынша орталықтандыруды, төлкені орталықтандыру нақтылығы онша маңызды болмаған және сонымен қатар пайдалануда қосылыстың жеткілікті төзімділігін қамтамасыз ету керек болған кезде, сыртқы диаметрі 20...90 мм қосылыстар үшін қолданады.

Негізгі назар берілістердің кинематикалық нақтылығына назар аударылатын механизмдерде, мысалы, металл кесетін білдек, автомобильдер, тракторлар механизмдерінде оймакілтектердің сыртқы диаметрі  $D$  немесе ішкі диаметрі  $d$  бойынша орталықтандыруды қолданады (1.85, а сур.).

Орталықтандыру ретінде сыртқы немесе ішкі диаметрді таңдау оймакілтек ойықтары беттерінің қаттылығымен және қосылыс мөлшерлерімен анықталады. Егер оймакілтек ойықтарын термиялық өңдемесе немесе олардың беттерінің қаттылығы термиялық өңдеуден кейін тартумен калибрлеуге жол беретін болса, сыртқы диаметрі бойынша орталықтандыруды қолданады. Егер тесік беттерінің қаттылығы калибрлеуге жол бермейтін болса, онда ішкі диаметрі бойынша орталықтандыруды қолданады. Ішкі диаметрі бойынша орталықтандыруды сондай-ақ термиялық өңдеуге ұшыраған ұзын біліктер үшін де қолданады, өйткені бұл жағдайда бір уақытта оймакілтек тістерінің бүйір жағын (дөнестерін) және біліктің ішкі диаметрін жылтылдатады.



1.84-сурет. Тік бұрышты тік бүйірлі (а), эвольвентті (б) және үшбұрышты (в) оймакілтек түрлі оймакілтек



1.85-сурет. Оймакілтек қосылыстары (а) және оймакілтек қосылыстарын орталықтандыру (б, в)

Біліктің оймакілтек дөңістері бұрыштарының сыртқы диаметрі бойынша орталықтандыру барысында (1.25, б сур.), ал оймакілтек ойықтары бұрыштарында ішкі диаметр бойынша орталықтандыру барысында тесіктерді жүздер мен жұмырлағыштар жасайды. Ішкі диаметр бойынша орталықтандыру барысында, сондай-ақ біліктің бүйір жақ тістері мен тесіктің байланысын қамтамасыз ету керек болғанда, оймакілтек білігі ойықтарының бұрыштарында барынша үлкен тесіктерді жырашықтар жасайды (1.85, в сур.).

Түзу тісті оймакілтек біліктерін тістер диаметрі мен санының әр мәні үшін арнайы бейінді жонғыштармен өңдейді.

**Эвольвентті оймакілтек қосылыстарын** маңызды айналым мезеттерін беру үшін, сондай-ақ түйіскен элементтердің нақтылығына жоғары талап қойылатын жағдайларда пайдаланады. Тістерді біртіндеп тістің басынан негізіне қарай жуандату салдарынан, сондай-ақ негіз жанындағы шоғырлануды азайту салдарынан осы қосылыстар өте жоғары төзімді болады. Бұдан басқа, оймакілтектерді өңдеу кезінде кескіш жиектері түзу сызықты бұрамдық жонғыштарды қолдану арқасында бет бұжырлығының жоғары кластары мен кейіннен жылтылдатуды қажет еткізбейтін оймакілтектерді өңдеу нақтылығы қамтамасыз етіледі. Оймакілтектердің эвольвентті бейіні барысында тісті кесу кезінде қолданылатын өңдеудің әрлеу түрлері: қыру, жүргізу (таптау) әдісімен жылтылдату және т.б.

Эвольвентті қосылыстарды орталықтандыруды сыртқы диаметр бойынша, оймакілтектердің бүйір жағымен және қосалқы цилиндрлі бетпен (артқы ілмекпен) орындайды. Оймакілтектердің бүйір жағымен орталықтандыруды ең көп қолданады.

**Үшбұрышты оймакілтек қосылыстарын** ең бастысы айналым мезеті кішігірім болған кезде (прессті отырып қалудан сақтау үшін), сондай-ақ жіңішке қабырғалы төлкелер үшін пайдаланады.

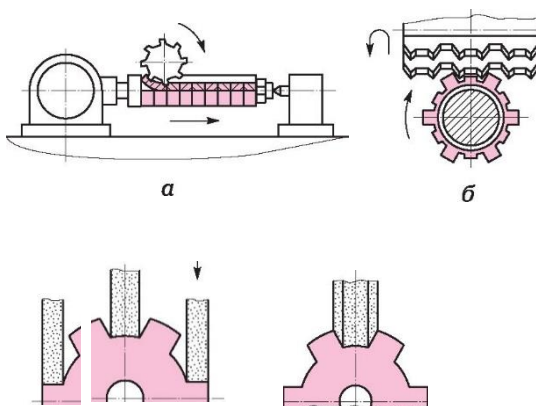
Оймакілтек қосылыстарын орталықтандыруды тек оймакілтектердің бүйір жақтары бойынша ғана орындайды.

Оймакілтек біліктерінің элементтері мен төлкелерін өңдеу әдістері. Біліктердің оймакілтек беттерін бөлу құрылғыларындағы көлденең жонғыш білдектерде (1.86, *a* сур.), тіс жонғыш білдектерде, арнайы оймакілтек жонғыш білдектерде (1.86, *б* сур.), сондай-ақ жылтылдатқыш білдектерде орындайды (1.86, *в, г* сур.).

Соңғы кездері ірі сериялық және көптеп шығаратын өндірісте оймакілтек жонғышты контурлы оймакілтек жону, оймакілтек тарту, аунақшалармен, төрткілдештер және бейінді көп аунақшалы бастиектер қолданыстан ығыстырып келеді. Ол, оймакілтекті кесу үшін көп кірісті жонғышты қолдану аспаптың қымбаттауына әкеліп соғатындығымен және оймакілтек беттерінің нақтылығына қойылатын жоғары талаптарды қамтамасыз етпейтіндігімен түсіндіріледі.

Сериялық өндірісте біліктегі оймакілтектерді әдетте екі операциямен жонғыштайды: алдымен оймакілтектердің бүйір жағын бір уақытта екі дискілі жонғышпен, содан кейін ішкі диаметрді - жонғышпен өңдейді. Көптеп өндіру барысында оймакілтек бейінін (бүйір жағы мен ішкі диаметрін) тіс немесе оймакілтекжонғыш білдектерде бұрамдық жонғышпен жонады.

Диаметрі 30 мм дейінгі оймакілтек біліктерін әдетте бір жұмыс жүрісінде жонады, ал диаметрі үлкен біліктерді екі жұмыс жүрісінде жонады. Бұрамдық жонғышпен жону, көлденең-жонғыш



1.86-сурет. Оймакілтек беттерді көлденең жонғыш (*a*), оймакілтек жонғыш (*б*), жазық жылтылдатқыш (*в*) және оймакілтек жылтылдатқыш (*г*) білдектерде өңдейді

дискілі және бейінді жонғыштармен өндеуден өнімдірек. Оймакілтек бөлігіне буынтық немесе диаметрі үлкенірек (яғни жонғыш үшін шығыс жоқ) саты жақын тиіп тұрған қысқа оймакілтекті оймакілтек біліктерін арнайы қашауыштар көмегімен тіс қашағыш білдектерде өндейді.

Термиялық өндеуден кейін оймакілтек біліктерінің орталық ұяларын әдетте конустық қажақты аспаппен жылтылдатады.

Оймакілтектердің бүйір жақтары мен оймакілтек білігінің ішкі диаметрін жылтылдатуды бір немесе екі операция арқылы орындайды. Сериялық өндірісте бүйір жақтар мен ішкі диаметрді көбінесе жылтылдату шеңберінің перифериясымен тік бұрышты үстелі бар қарапайым жазықжылтылдату білдектерінде екі операциямен жылтылдатады: алдымен оймакілтектердің бүйір жақтарын екі шеңбермен, содан кейін ішкі диаметрді бір бейінді шеңбермен (1.86, *в* сур. қараңыз). Көптеп және ірі сериялы өндірісте бүйір жақтар мен ішкі диаметрді оймақкілтек жылтылдатқыш білдектерді бір операция арқылы жылтылдатады (1.86, *г* сур. қараңыз).

Оймакілтектердің бүйір жақтарының әдібі мен ішкі диаметрі 0,1-ден 0,2 мм құрайды (сырт жаққа).

**Оймакілтек жонуды** көп кескішті басшамен орындайды, оның корпусының ойығына бейінді кескіштер орнатылған. Кескіштер саны мен олардың бейіндері оймакілтек саны мен өнделетін біліктің ойық профиліне сәйкес. Өтпелі емес оймакілтектерді жону үшін білдекте өндеудің белгіленген ұзындығына жылдамдатылған бұрылыс көзделген. Оймакілтекпен жону арқылы өндеуді өнделетін бөлік ұзындығы 70...370 мм және жалпы ұзындығы 435 мм дейінгі ұзындығы бар білікті өндеуге арналған білдекте орындайды. Өнделетін біліктер диаметрі 20...50 мм. Білдек оймакілтек ойықтарын өтімге де, сондай-ақ сыртқы диаметр бетіне шығысқа да өндеуге мүмкіндік береді.

Тік бұрышты тік бүйірлі оймакілтектерді **оймақкілтекті тартуды** кейіннен дайындаманы бұрай (бөле) отырып, екі блокты тартқыштармен орындайды (1.87-сур.). Осы әдіс арқылы өтпелі де, аспаптың шығуына жол беретін өтпелі емес те оймакілтектерді өндейді.

Блокты тартқыштар бір-біріне қарамастан тартымның әр тісінің радиалды ауысуын қамтамасыз етеді. Көшіру сызғышы өтпелі емес оймакілтектерді берілген траектория бойынша созуға мүмкіндік береді. Тік бүйірлі оймакілтектерді блокты тартқыштармен созу оймакілтекті жонудан 5-10 есе өнімдірек.



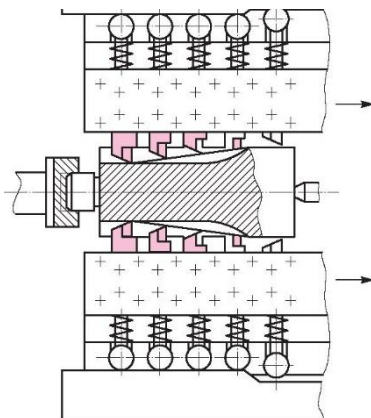
## 1.87-сур. Оймакілтекті тарту схемасы

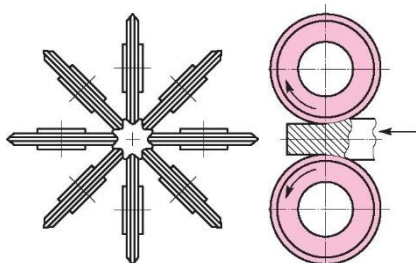
Оймакілтектерді *суық* *бүрмелеуді* аунақшалармен, төрткілдештермен, бейінші көп аунақшати бастиектермен орындайды. Бүрмеленген оймакілтектері бар біліктер кесумен өңделгендерге қарағанда өте жоғары жүктемелерге төзе алады (шамамен 40%). Кейбір жағдайларда оймакілтектерді суық бүрмелеу оймакілтек біліктерін термиялық өңдеу мен оймакілтектерді жылтылдатудан бас тартуға мүмкіндік береді.

Модулі 2,5 мм дейінгі эвольвентті бейіннің оймакілтектерін екі немесе үш жаймалаушы аунақшалармен алады, оларды жүйенің қатты деформациясын ескере отырып, жаймаланатын бөлшектің бөлу шеңберінің мөлшері бойынша орнатады.

Жаймалау барысында дайындаманың осьтік ауысуын мәжбүрлі жасайды, аунақшалардыналу бөлігі болады. Дайындама жаймалауыш аунақшалармен үйлесімді айналып, жаймалауыштаросі бойымен ауысады. Жаймалауыштар арасындағы арақашықтықты алдын ала белгілейді және жаймалау барысында өзгертпейді. Дайындаманы оймакілтек жонудан қарағанда, аунақшалармен суық бүрмелеу арқылы нақтырақ өңдейді. Қаттылы 220 НВ артық емес дайындамаларды суық бүрмелеуге салады.

Осы әдіс арқылы оймакілтектер саны көп біліктерді жаймалайды (18-ден артық). Оймакілтектер саны қаншалықты көп болса, жаймалау үрдісі соншалықты майда жүреді. Эвольвентті оймакілтектрді екі-үш аунақшамен жаймалау барысында қадам бойынша 0,03 мм дейінгі шекте нақтылық алынады. Оймакілтек ұзындығы 250 мм артық болған жағдайда, осы әдіс оймақ кілтекті жонудан шамамен 10 есе өнімдірек, оймакілтек ұзындығы 100 мм артық болған жағдайда, осы әдіс оймақ кілтекті жонудан шамамен 4-7 есе өнімдірек. *Бейінді көп аунақшалы бастиекпен суық*





1.88-сурет. Бейінді көп аунақшалы бастиекпен оймакілтектерді суық жаймалау схемасы

Осы жаймалау әдісі көп аунақшаті басшаны нақтырақ жасауды талап етеді. Аспапты басша сегменттер орналасқан шыныққан сакинадан тұрады, әр сегментке мойынтіректердегі осьтерде еркін айналатын бір бейіндеуші аунақша (схема бойынша - сегіз аунақша) орнатылған. Аунақшаларды бір-біріне қарамастан реттейді және ауыстырады. Өңделетін дайындаманы қысқыш құрылғысының ортасына бекітеді, ал көп аунақшаті басша жылжымайтын өңделетін бөлшек осі бойымен нақты белгіленген ұзындыққа ауысады.

Осы әдіспен алынған тік бүйірлі оймакілтектерде ені бойынша 0,07... 0,08 мм ауытқулары болады.

Бейінді аунақшалармен жаймалау барысында пластикалық деформацилар өңделетін дайындамаға үлкен тереңдікке өтеді. Дайындамалардың қаттылығы 220 НВ артық болмау керек, сондықтан жаймалау үрдісінде ол ұзарады, шығарылған металл ішінара бөлшектің сыртқы бөлігіне орналасады. Жаймалағаннан кейін өңделген бөлшектің сыртқы диаметрі біраз ұлғаяды, сондықтан ол сыртынан жылтылдатылу керек.

Көп аунақшалы бастиектермен жаймалау барысында өңделетін бөлшектің бет қабаттары 20...30%-ға нығаяды. Аспап басшасының төзімділігі 100 мың бөлшекке дейін; ол өңдеудің жоғары өнімді әдісі, бірақ әрбір көп аунақшаті басша оймакілтектің тек бір мөлшерін өңдеуге ғана арналған.

Егер эвольвентті оймакілтектер саны 16-18-ден аспайтын боса, оларды көп аунақшаті басшамен өңдеуге болады; оймакілтектер саны көп болған жағдайда, аунақшаларды бастиекке сиғызу мүмкін емес.

Төлкенің оймакілтекті тесіктерін алдын ала бұрғылау және сыртын кесе отырып, үңгіштеу арқылы өңдейді, содан кейін дөңгелек тесікті, одан соң оймакілтектерді тартады. Көптеп шығарылатын өндірісте тартымды ұзарту арқылы цилиндрлік бөлік пен оймакілтекті созуды кейде бір мезетте бір тарту арқылы орындайды. Барлық сыртқы беттерді немесе бөлшектің

оймакілтекті бөлігімен бір осьті бөліктерді ғана тазалап өндегеннен кейін, термиялық өңдеу жүргізеді, содан кейін оймакілтек бөлігінің ішкі диаметрі жылтылдатылады. Осы операция барысында база ретінде цилиндрлі бетті қолданады, ол біліктің оймакілтек бөлігімен бір осьті болу керек. Ішкі диаметрді ішкі жылтылдату білдектерінде жылтылдатады.

Оймакілтек біліктері мен төлкелердің нақтылығын оймакілтекті бейінді калибрлер арқылы бақылайды. Кейбір жағдайларда оймакілтек білігінің ішкі диаметрін микрометрмен немесе оймакілтектерге арналған кесіктері бар шекті сақиналармен, ал ішкі диаметрі мен білік мойнының бір осьтілігін - индикатормен бақылайды.

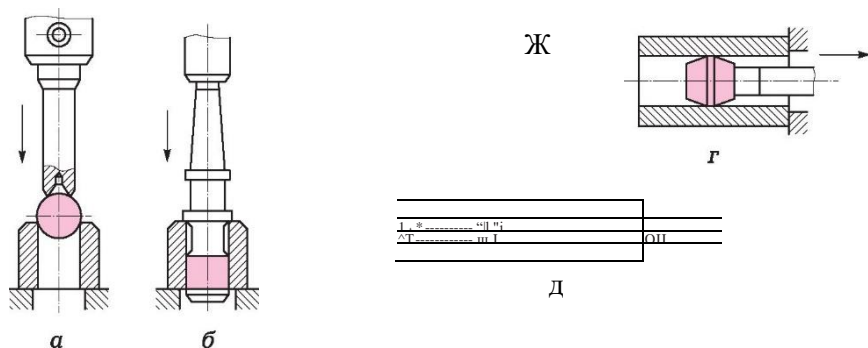
## 1.8. ЕРЕКШЕ ӨНДЕУ ӘДІСТЕРІ

**Металды салқын күйде қысыммен өңдеу.** Заманауи машина жасау саласында металдың жоңқасын шешіп, кесу әдісі арқылы өңдеумен қатар, жоңқаны шешпей өңдейтін бірнеше әдістер де қолданылады. Бұл әдістерді қолдана отырып, өңдеудің өнімділігі мен дәлдігін, беткі бөліктердің сапасы мен беріктік қасиеттерін арттыруға болады. Аталмыш әдістерді металды салқын күйде қысыммен өңдеу әдісі мен электрлік өңдеу әдістеріне бөлуге болады.

Металдарды қысыммен өңдеу әдістеріне төмендегілер жатады:

- саңылауларды шарикпен және жақтаумен калибрлеу;
- қысу немесе созу;
- жаймалау;
- беткі бөліктерді тегіс аунақшалармен өңдеу;
- сығып шығару;
- бұдырларды бүрлеу;
- тісті донғалақтарды бүрлеу;
- беткі бөліктерді шариктермен қақтау;
- бытыра ағынды қақтау.

**Шарикпен және жақтаумен калибрлеу** әдісімен тегіс цилиндр саңылауларын, сондай-ақ қалпына келтірілген қима көлденең саңылауларды калибрлейді. Қысқа саңылауларды тегіс жақтауды немесе шарикті өңделетін керілген саңылау арқылы итеріп, прессте калибрлейді. Калибрлегенде, металл пластикалық түрде түрі өзгеріледі, соның нәтижесінде өңделетін саңылаудың диаметрі аздап үлкейеді, сонымен қатар беткі бөліктің сапасы мен беріктігі артады. Ұзын саңылауларды тартып өңдейтін білдекте өңделетін саңылау арқылы калибрлейтін жақтауды өткізіп, калибрлейді.



1.89-сур. Саңылауларды калибрлеу схемасы:

*a*-шарикті итеріп кіргізу арқылы; *б*, *в*-жақтауды итеріп кіргізу арқылы; *г*-жақтауды тарту арқылы; *д*-жақтауды қайтымды-ілгерілемелі қозғалыспен тарту арқылы

Егер де өңделетін дайындамаға немесе калибрлейтін жақтауға қосымша айналдыру қозғалысын қосатын болса, бұранда сызығы бойынша орналасқан саңылау бөліктерін де калибрлеуге болады. Бітеу саңылауларды қайтымды-ілгерілемелі қозғалыс жасайтын жақтаумен калибрлейді. 1.89-суретінде саңылауларды калибрлеудің әр түрлі схемалары көрсетілген.

Калибрлеу өңдеу дәлдігін 30...35%-ға арттырып, өңдеу қателіктерін түзейді. Сонымен қатар, әр өтпе арасын керетін екі немесе үш еселі калибрлеу арқылы да өңдеу дәлдігін арттыруға болады.

Калибрлеу сапасы, көбіне, калибрленетін беттің жағдайына байланысты болады, себебі өңдеудің бұл түрі беткі бөліктің кедір-бұдырын жою емес, олардың пластикалық деформациялануына тәуелді. Сондықтан, жақсы нәтижелер шығару үшін, калибрлеу саңылауын қашап немесе жазып өндеген дұрыс. Бұл жағдайда калибрлеудің нәтижесінде, саңылаулардың дәлдігі 6-шы, 7-ші қвалитетке дейін жеткізілуі мүмкін.

Калибрлеуде қолданылатын жақтаулармен салыстырғанда, болат шариктердің артықшылығы-оларда сансыз көп калибрлейтін белбеулер болатындықтан, шариктердің қолдану мерзімі ұзаққа жетеді. Сонымен қатар, итеруші күш түсетін жердің ауысуы ауытқу мен қиғаштануды тудырмайды. Шариктерді қолдану аясы олардың стандарттық өлшемдерімен шектеледі.

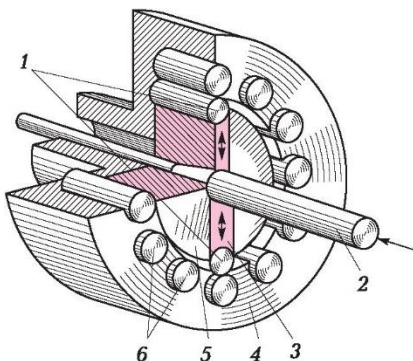
Калибрлейтін жақтауларды бүтін немесе құрама түрде, әр түрлі өлшемдегі белбеулерімен әзірлейді.

Беріктік пен тозуға қарсы төзімділігін арттыру үшін, калибрлейтін құралды хромдайды немесе азоттандырады, сондай-ақ калибрленетін беткі бөліктерді қатты қорытпаның балқымасымен қаптайды.

**Дайындаманы қысу немесе созу әдісімен бөлшектердің пішінін жасау** озық үлгілі өңдеу әдісі болып табылады, ол ұштау және қырнап өңдеу әдістеріне қарағанда, өнімділікті 5-6 есеге арттырып, металды айтарлықтай деңгейде үнемдеп, қақтау мен сығу кернеуін жасау арқылы өңделген беткі бөлік қабатының механикалық қасиеттерін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл әдіс өңдеудің жоғары дәлдігін (6-шы, 7-ші квалитет) және беткі бөліктің  $Ra\ 0,63...0,32$  мкм-ге тең кедір-бұдырлығын қамтамасыз етеді.

Сыртқы беткі бөліктердің пішінін жасау принципі дайындаманы белгілі бір ретпен қысуға негізделеді. Дайындаманың ось бойымен жылжуына қарай, ол айналмалы матрицалардың сығушы күштерінің әсерімен деформацияланады. Бұл ретте дайындама матрицалар науашасының ең кіші диаметріне сәйкес келетін өлшемге дейін қысылмағанша, дайындама металы өз қозғалысының бағыты бойынша «ағып» отырады.

1.90-суретінде цилиндр шыбықшасын қысу процесі көрсетілген. Белгілі бір жылдамдықпен айналатын бастиек айналдырғысында 5 тікбұрышты қималы диаметрлік ойық болады, сол ойық бойынша ортасынан және ортасына қарай матрицалы тоқпақтар 3 еркін қозғалады. Соңғылары, жұмыс барысында өздерінің жұмыс беттерімен шыбықшаның металымен 2 түйісіп, дайындаманы қысып-тарту арқылы оған қажетті пішінін келтіреді. Тоқпақтардың сыртқы қапталдарында тірек аунақшалары 1 орнатылған.



1.90-сурет. Цилиндр шыбықшасын қысу процесі

Айналдырғы 5 шеңбердің 4 ішінде орналасқан, шеңбердің саңылауларында айналмалы және еркін түрде аунақшалар 6 орналасқан, аунақшалардың бүйір беттері шеңберден шығып тұратындай етіп орналастырылған. Айналдырғы тоқпақтар мен матрицалармен бірге айналғанда, тоқпақтар мен матрицалар ортадан тепкіш күштің әсерінен аунақшалар 1 аунақшалар 6 арасындағы кеңістікте тұрғанда, ортадан периферияға қарай жылжиды да, аунақшалар 1 аунақшаларына 6 соғылысқанда, ортаға қарай жылжиды. Бұл ретте матрицалар металл дайындаманы пластикалық түрде деформациялап, өзінің жұмыс беттерімен онымен жанасады: дайындама қысылып, тартылады.

**Жаймалан өңдеу әдісі** бос дайындаманың ішіне сәйкес қалыптағы жақтауды енгізіп, содан соң дайындаманы тез дірілдетуші пішінді жұдырықшалардың көмегімен қысудан тұрады.

Білдек айналмалы бастан тұрады, онда радиал бағытта қозғалатын төрт суппорт орналастырылған. Суппорттар бастиек айналып тұрған кезде аунақшалармен сырғитын қисық беттермен қамтамасыз етіледі, осылайша қайтымды-ілгерілемелі радиал қозғалыс пайда болады. Бастиек  $200 \text{ мин}^{-1}$  жиілігімен айналады. Бастиектен шығатын қысушы күш 2 МН (200 тс) құрайды; дайындамаларды қысудың жалпы саны минутына 1 500. Тегістеу алдында дайындаманы (шыбықша) сыртқы беткі жағындағы ұштары бойынша үшкірлейді.

**Беткі бөліктерді тегіс аунақшалармен өңдеудің** мәні-айналмалы аунақшалар қысымның астында өңделетін беткі бөлікке басылып, кедір-бұдырларды мыжып, мығымдап бекітілген қабаттар жасауға негізделген, бұл өңделетін беттің пайдалану қасиеттерін арттыруға мүмкіндік туғызады. Беткі бөліктерді аунақшалармен өңдеудің схемалары әр түрлі болуы мүмкін. Қандай да бір схеманы таңдау-өңделетін дайындама бетінің пішініне, қаттылығына және өңдеудің технологиялық мақсатына байланысты болады.

Сыртқы цилиндрлік беттерді аунақшалармен тегістегенде, олардың диаметрі азаяды, ал саңылауларды жаймалағанда-үлкейеді. Қатты бөлшектердің беттерін бір жақты аунақшаны муфтаармен (бір аунақшаны), ал аса қатты еместерін-эрекет етуші қысым күштерін теңестіретін, көп аунақшаны құрылғылармен өңдейді.

Аунақшаларды, әдетте, әмбебап білдектерде өңдейді. Мәселен, сыртқы цилиндрлік беттерді тегістеуді жонғыш, айналып тұратын және айналдырғы білдектерде жүргізсе, ал жаймалауды бұрғылау және көлденең бұрғылау қондырғыларында жасайды. Тегіс беттерді көлденең сүргілеу білдектерінді тегістейді.

Өңделетін беттің берілген дәлдігі мен кедір-бұдырын алудың басты шарты - аунақшаға тиісті қысым жасау және оны жасау үшін материалдың қаттылығы жоғары, тозуға қарсы төзімділігін пайдалану болып табылады. Осылайша, аунақшаның жұмыс бөлігінің ені 3 мм және аунақшаның диаметрі 100 мм-ден аспайтын, роликтегі қысым күші 50-ден 200-ге дейін өңделетін материалға байланысты өзгеріп отырады. Жылжымалы бетінің бұдырлығы  $Ra$  1.25...0.32 мкм және өңдеу дәлдігі 6-шы және 8-ші квалитетті құрайды.

Аунақшаларға арналған материал ретінде, 58...65 HRC қаттылығына дейін шыңдалған көміртекті болаттарды және ХВГ, 5ХНЭД және басқа да қоспалаған болаттарды қолдану ұсынылады.

Аунақша, әдетте, білдектің кескіш ұстағышына немесе білдек айналдырғысының жақтауына бекітіледі де, айналдырылады. Аунақша мен өңделетін материалдың арасында туындайтын үйкеліс күшінің әсерінен, дайындау материалының беті қажетті сапаға дейін тегістеледі. Аунақшалардың конструктивті түрлерін таңдау технологиялық мақсаттарға және өңделетін беттің ерекшеліктеріне байланысты орындалады. Осылайша цилиндрлік белбеулі аунақшаларды ұзындық бойымен еркін шығатын дайындамаларды тегістеу үшін, ал жабық радиусты аунақшаларды цилиндрлік және қапталды беттерді тегістеу үшін қолданады.

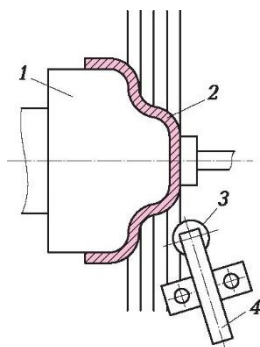
Алдын ала орнатылған қысымның сақталуын қамтамасыз ету үшін тегістеу процесі арнайы сорғымен немесе гидравликалық құрылғылармен басқарылады. Аунақшамен тегістеуге арналған негізгі технологиялық уақыт үшкірлеу кезіндегі уақытпен бірдей анықталады. Беріліс 0,1...0,2 мм/айн. шегінде таңдалады.

Табақ металдан жасалған қуыс бөлшектерді-дөнесті-ойысты конфигурациялы айналу денелерін, цилиндрлік дайындамалардағы жіңішке мойындарды және басқа да ұқсас бөліктерді дайындау кезінде, *сығып шығару* әдісі қолданылады, себебі олар үшін арнайы тартқыш мөрлерді әзірлеу экономикалық тұрғыдан жөнсіз болады.

Бұл әдіс дайындаманың айналмалы қозғалысы үшін және кейбір жағдайларда өзгеру құралы үшін әдеттегі (бейімделген) білдектерде және өңдеудің осы түріне арналған білдектерде қолданылады.

1.91-суретінде басында шаригі бар, қарапайым сыққышпен сығып шығару әдісі көрсетілген.

Сығу білдектерінде сыққанда, дайындама металы жұқарып, пресстерде созу кезіндегіге қарағанда, қаттырақ қақталады, сондықтан бірнеше операциялардан кейін ғана сығылып шығатын бөлшектерді әдетте аралық жұмсартуға жібереді.



1.91 сур. Жұмыр бас қалпақшадан сыққыш арқылы қысып шығару схемасы:

1 - патрон; 2 - дайындама; 3 - жұмыр бас қалпақша;  
4 - сыққыштың тұтқасы

Сығылатын бөлшектердің бетінде көбіне сыққыштың ізі қалып қояды, және ол беткі бөлік бұдырлығының 6-шы класына сәйкес келеді. Одан да жоғары класс нәтижесіне қол жеткізу үшін, өңделген беткі бөліктің үстімен сыққыш-шаберді жүргізеді, ол қалыңдығы 0,05...1 мм жіңішке жоңқаны шешіп өтеді.

Бөлшектерді сығудың дәлдігі әдетте олардың диаметрінің 0,001...0,002 аралығында болады.

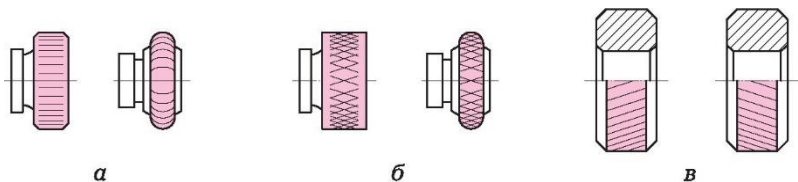
**Бұдырларды бүрлемдеу** үшін цилиндр бөлшектерінің беттерінде жалпақ табақшалар (бұранды бүрлеу білдектерінде) немесе айналмалы цилиндр аунақшалары (жонғыш және айналып тұратын білдектерде) қолданылады.

Тегіс беттерді еркін айналатын аунақшалармен жабдықталған көлденең сүргілеу, қашағыш және көлденең кескіш білдектерде бүрлемдейді.

Бұдырларды бүрлемдеу түрлері түзу, бұрыштық және торлы болуы мүмкін. Бүрлемдеу құралының құрылымын таңдау беттің технологиялық мақсаты мен берілген пішініне байланысты болады. Түзу және бұрыштық бүрлемдеу әдетте бір, ал торлы-бір мезгілде екі роликпен айналдыра отырып, бұрышқа қарсы бүрлемдеу арқылы орындалады.

1.92-суретінде бүрлемдеу түрлері көрсетілген-түзу (1.92, а сур.), торлы (1.92, б сур.) және бұрыштық (1.92-сур.). бұдырларды бүрлемдеу барысында әдетте өңделетін беткі бөліктің диаметрі артады. Бүрлемдеудің қажетті тереңдігіне қол жеткізу үшін, бірнеше жұмыс қимылдары жасалады, олардың саны өңделетін материалдың қасиеттеріне, берілген қадамға және бұдырлықтың тереңдігіне байланысты болады.





1.92-сур. Түзу (а), торлы (б) және бұрыштық (с) бұрлеу түрлері

Тісті доңғалақтарды өңдеу механизмдерінің өнімді әдістерінің бірі - *суық күйде тістерді бұрлеу*. Бұл өңдеу әдісі тісті доңғалақтарды кесудің әдеттегі әдістерімен салыстырғанда, өнімділікті 15-20 есе арттыруға мүмкіндік береді және микрогеометрия мен тозуға қарсы төзімділікке қатысты тіс беттерінің сапасын қамтамасыз етеді.

Суық күйде бұрлеу арқылы тісті доңғалақтарды өңдеудің негізгі шарты-дайындама металының тиісті деңгейде икемді әрі созылғыш болуы. Бұл шартты белгілі бір маркалы қолалардан басқа, алюминий және мыс қорытпалары, сондай-ақ тиісті алдын-ала термиялық өңдеуден өткен тот баспайтын төзімді болаттан жасалған кейбір маркалар орындай алады.

Тісті доңғалақтарды бұрлеу құралы ретінде екі жағынан метал орамдарын осьтік түрде жылжытатын және алауды қалыптастыратын кедергі фланецтермен (дискілермен) жабдықталған тісті кескіштер қолданылады. Тісті кескіштің басы аяғын қалыптастырады, ал тісті кескіштің аяғы-тісті доңғалақтың тісінің басын құрайды, бұл кескіштер тісінің элементтерінің өлшемдерін шарттайды: тіс басы 1,2 модульге тең, ал аяқты-модульге тең етіп алады.

Тісті бұрлеу барысында, металдың беткі қабаттары қатты қақталады, және ол айтарлықтай тереңдікке дейін таралады. Тісті кескіштердің тісбұрлеу құралының тозуын болдырмау үшін, сонымен қатар дайындаманың металл қабаттарының үстіңгі қабатындағы жүктеменің шамадан асып кетуіне жол бермеу үшін, бұрлеу операцияларының арасында дайындаманың аралық термиялық өңдеуін - қыздыра өңдеуді жасаған жөн.

Өндіріс технологиясында тісті доңғалақтарды бұрлеудің бірнеше схемасы пайдаланылады:

- бір кескішпен;
- қоршаулы бөліксіз екі кескішпен;
- қоршаулы бөлікті екі кескішпен;
- үш кескішпен;
- екі төрткілдешпен.

Бүрлеу схемасы, көбіне, өңделетін тістің пайда болатын ұзындығына байланысты таңдалады.

Шағын модульді тісті доңғалақтарды қарапайым жону-бұрама кескіш білдектерінде, бір-біріне  $120^\circ$  бұрышта орналасқан үш жетексіз тісті кескіштері бар арнайы құрылғыны пайдалана отырып, бүрлеуге болады. Бұл әдіс тісті доңғалақтардың 7-ші дәрежелі ілініс дәлдігін және беткі бөліктің кедір-бұдырларының  $Ra$  1,25...0,32 мкм-лі класын қамтамасыз етеді.

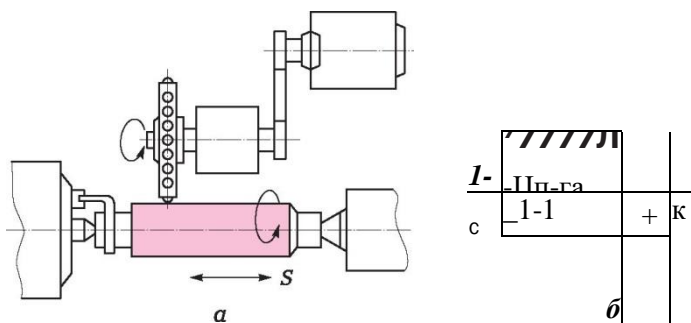
Дайындама бетінің беріктігі мен сапасын арттыру үшін, **шариктермен қақтау әдісі** қолданылады. Бұл әдістің мәні - өңделетін бетті көп рет, шариктермен бірінен кейін бірін ұру арқылы өңдеуге негізделеді. Осы мақсатта шариктерді диск ұясына орналастырады, диск ұясы өте жоғары жылдамдықта айналады, ондағы шариктер ортаға тепкіш күш әсерінен радиалды бағытта белгілі бір шамаға жылжып, диск перифериясындағы саңылаулар арқылы өңделетін бетке соққылар жасайды. 1.93-суретінде білік пен саңылаулардың сыртқы (1.93, *a* сур.) және ішкі (1.93, *б* сур.) беттерін шариктермен қақтау процесі көрсетілген.

Шариктермен қақтау әдісін тегіс беттерге, сондай-ақ көшірме құралын қолданған кезде - пішінделген беттерді өңдеуге де қолдануға болады. Бұл процесс әдетте дискінің айналу жылдамдығы 25 м/с дейін және өңдеуге арналған дайындама - 90 м/мин дейін болғанда жүзеге асырылады. Бұл өңдеу түрі үшін бұрандалы кескіште орнатылған тегістеу машиналары немесе құрылғылары қолданылады.

Қақталған қабаттың қаттылығы мен өңделген беттің сапасы  $1 \text{ мм}^2$ -ге келетін шариктер соққысы мен күшіне тәуелді, сондай-ақ өңделетін металдың бастапқы қаттылығына байланысты. Бұл параметрлер дөңгелектің айналу жылдамдығына (шамамен 25 м/с) және өңдеуге арналған дайындама (шамамен 30,90 м/мин) жылдамдығына, сондай-ақ шариктерді күшпен итеру қашықтығына (0,5...0,8 мм), шарик өлшемдеріне (диаметрі 7,10 мм) ) және т.б. байланысты.

Қақталған қабаттың беткі қаттылығы 15...60%-ға артады, алайда материалдың бастапқы қаттылығы қаншалықты күшейсе, қақтау әсері де соншалықты төмендейді. Мәселен, 45 болатынан жасалған дайындаманың беткі қаттылығы 17%-ға, ал 25 болатынан жасалған дайындаманыкі - 45%-ға артады.

Беткі бөліктерді шариктермен өңдеудің режимін таңдау өте маңызды. Дұрыс таңдалмаған режим жоғары деңгейдегі кернеулердің беткі қабатының пайда болуына, ал шойынды өңдеу кезінде-бұл қабаттың бұзылуына әкелуі мүмкін. Жұмыс шариктері әдетте керосин мен айналдырғы майының қоспасымен майланған, беті керосинмен өңделген болады.



1.93-сур. Цилиндрдің сыртқы (а) және ішкі (б) беттерін шариктермен қақтау схемасы

Соққы жүктемесі жағдайында жұмыс істейтін бөлшектердің беріктігін арттыру үшін, коррозиялық ортада жұмыс істейтін кезде олардың жарылып-шытынап кетуінің алдын алу үшін, сондай-ақ өңделген бетінің май ұстайтын қасиеттерін жақсарту үшін, **бытыра ағынды қақтау әдісі** пайдаланылады. Бұл процестің мәні - өңделген дайындаманы темір, болат, алюминий немесе шыныдан жасалған бытыралармен сансыз көп рет соғуға негізделген. Шойын немесе болат бытыраны болат өнімдері үшін пайдаланса, алюминий немесе шыны бытыраны-түсті қорытпалардан жасалған бұйымдарды қақтау үшін қолданады. Қақталма тереңдігі әдетте 1 мм-ден аспайды. Қақталған қабаттың қалыңдығы бытыра диаметрінің артуы мен оның жылдамдығына қарай артады да, өңделетін дайындаманың қаттылығының артуына қарай төмендейді. Қақтау нәтижесінде қаттылық біраз артады. Мәселен, 20 болатының дайындамаларында - 40%, ал 45 болатының дайындамаларында - 20%-ға артады. Беткі бөліктің жетімді кедір-бұдырлығы  $Ra$  0,63...0,32 мкм. Бытыра ағынды қақтаудың тиімділігі бытыраның өлшеміне (0,4...2 мм), оның қозғалыс жылдамдығына (60...100 м/с), бытыраның ұшу бағыты мен өңделетін беттің осі арқылы өтетін жазықтық арасындағы бұрыш пен қақтау ұзақтығына (тәжірибе ретінде белгіленеді) байланысты болады.

Бұл операцияны орындау үшін жұмыс камерасы мен бытыра ағын құрылғысынан тұратын арнайы жабдық қолданылады.

Ең кең тараған түрлері механикалық және пневматикалық бытыра ағын қондырғылары. Механикалық қондырғы бытыра ағынның астында өңделетін дайындаманы тасымалдауға арналған механизмдермен жабдықталған жұмыс камерасынан, сондай-ақ, бытыраларды шашырататын күрекшелермен жабдықталған жылдам айналатын ротор түріндегі құрылғыдан тұрады. Пневматикалық бытыра ағын қондырғысында бытыра қысылған ауамен бірнеше саңылаулардан 0,5...0,6 МПа (5...6 кгс/см<sup>2</sup>) қысыммен шығарылады. Осы негізгі жұмыс органдарынан бөлек, бытыра ағын қондырғысы әр түрлі (тасымалдау, тазалау және арнайы шаң жинау құрылғылары) құрылғылармен, сондай-ақ желдеткішпен жабдықталған.

**Электрлік өңдеу.** Қазіргі заманғы машина жасау саласында электрлік өңдеудің бірқатар әдістері қолданылады. Олардың ішіндегі ең негізгілері: электрхимиялық, электртермиялық, электрлік ұшқын, электргидравликалық, ультрадыбыстық, электронды және жарық сәулесі.

**Электрхимиялық өңдеу әдісі** (металды электрхимиялық жылтырату және анодты-химиялық өңдеу) электролит ерітінділері арқылы электр тогының өтуіне байланысты құбылыстарға негізделген.

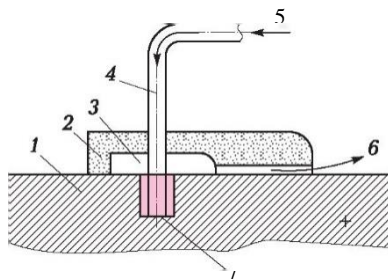
Бұл өңдеу тәсілі өңделген материалдардың беттерін оксидтерден, тоттардан, майлау қабыршақтарынан және басқа да ластаушылардан тазартуға және өңделетін бетті тегістеуге, жылтыратуға, қырнауға мүмкіндік береді.

Металды анодты ерітіп, электрхимиялық жылтырату барысында, яғни металл токтың оң көзімен байланыстырылған электрод (анод) бетінен ерітіндіге өткенінде, жылтыратылатын дайындаманың бетінде жабысқақ тұздар үлпегі пайда болады, ол жылтыратылатын беттің кішкентай ойыстарын ток әрекетінен қорғайды, дегенмен ол дөңес жерлердің еруіне кедергі келтірмейді. Металды ажырату қарқындылығы 3...10 мкм/мин құрайды, процесінің ұзақтығы берілген ажырату түріне байланыс әр түрлі болады: қара және түсті металдар үшін 4...10 мин, жеңіл қорытпалар үшін 3...5 мин. Өңдеудің жетімді дәлдігі 6-8 квалитет шамасында, беттің кедір-бұдырлығы  $Ra$  2,5...0,16 мкм шамасында болады.

Егер де құралдың кесілетін ернеуінде токтың жоғары жиілігін тудырып, сол бөліктегі еру процесін жеделдететін болса, онда кесетін құрал электрхимиялық қайралуы мүмкін. 1.94-суретінде саңылауды электрхимиялық әдіспен тігу схемасы көрсетілген.

1.94-сур. Саңылауларды  
электрхимиялық әдіспен тігу  
схемасы:

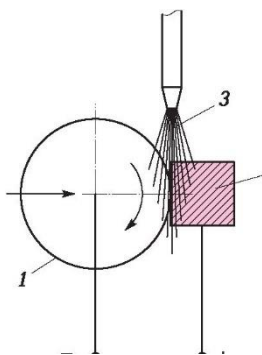
1 - дайындама (анод); 2 - қысу;  
3 - электролиз ваннасы; 4 - жез  
түтікше (катод); 5 - электролитті  
жеткізу; 6 - электролитті қайтару;  
7 - саңылау



Егер де лағыл түтікше 4 (катод) мен өңделетін дайындама бетінің 1 (анод) арасында электролиз ваннасын 3 жасайтын болса, онда түтікшемен шектелген бөліктің анодты еруін жүзеге асыруға болады, яғни саңылаудың 7 электрхимиялық тігуін орындауға болады. Тігу темалл ажырату өнімділігі 500...2 000 мкм/г қарқындылығымен жүреді және ол беттің кедір-бұдырлығының  $Ra$  2,5...1,25 мкм шамасын қамтамасыз етеді.

Сол принцип бойынша, катод трубасының пішіні мен өлшемін өзгерту арқылы әр түрлі пішінді және өлшемді саңылауларды алуға болады.

**Анодты-механикалық өңдеу** әдісі үлпектердің пайда болуымен анод бетінің еруіне негізделген, үлпектер механикалық жолмен қозғалыс арқылы металл катодты жояды. Осы қағидамен, мәселен, металды анодты-механикалық тәсілмен кесу жүреді (1.95- сур.). Катод 1 қозғалғанда (дискінің немесе таспаның), қысыммен пайда болатын таспа үлпек арқылы кесілетін металмен (анод) 2 жанасқанда, кесілетін металл мен сұйық әйнек ерітіндісінің сулы ортасындағы дискі арасында өтетін электрхимиялық және электртермиялық токтың 3 бірігуінің әсерінің нәтижесінде металдың бағытталған бұзылуы орын алады. Кесу барысында металды ажырату қарқындылығы 2 000...6000 мм<sup>3</sup>/мин, өңдеу дәлдігі - 11-ші квалитет, беттің кедір-бұдырлығы  $Ra$  2,5...1,25 мкм шамасында болады.



1.95-сур. Металды анодты-механикалық әдіспен кесу схемасы

Анодты-механикалық әдіспен сондай-ақ **әрлеу және тегістеу** жұмыстарын да жүргізуге болады. Бұл жағдайда процесс электролитке орналастырылған пластинамен (катодты) беті мен өтпесі арасында өтетін кезде, дайындау бетіндегі (анодтың) бетінде қалыптасқан үлпектерді механикалық алып тастаудан тұрады. Үлпекті шығаратын құрал электрлік бейтараптайды. Металды шығару қарқындылығы  $2...6 \text{ мм}^3/\text{мин}$ , өңдеудің дәлдігі 6-шы, 7-ші қвалитет, бетінің бұдырлығы  $Ra \ 0.32...0.16 \ \mu\text{м}$ .

**Электротермиялық өңдеу әдісі** электр тогының қасиетіне негізделеді, ол жылууды босату үшін жабық тізбектен өтеді. Жылу бөлудің төзімділік дәрежесі тізбектің кедергісіне пропорционалды болғандықтан, резистордың алаңдарында жоғары температураға жетуге болады. Байланыс нүктелерінде электр тогы металды қыздыруы, жұмсаруы және тіпті балқытуы мүмкін.

Бұл принципті қолдану арқылы бетінің тегістелуі, металды алып тастау, оны бетіне жағуға, тесіктерді тігіп, ойықтарды кесуге және кескіш аспапты бұрғылауға болады. Процестің үрдісін бақылау үшін, жасанды салқындатууды қолдануға немесе құралды жылжыту жылдамдығын өзгертуге болады.

Осындай әдіс электродты сымды қыздыру арқылы, балқыту арқылы металдың қабатын дайындауға мүмкіндік береді.

**Электр ұшқынмен өңдеу әдісі** өңделетін бөлшектердің және электродтың беттері арасындағы импульстік разряд нәтижесінде металды бұзуға негізделген. Анодтың (өңделетін металл) басым бөлігі бұзылатындықтан, пішін мен мөлшері бойынша жойылған бөлік катодқа (электродқа) сәйкес келеді. Бұл қасиет диаметрі миллиметрдің бөлігін құрайтын саңылауларды жасау үшін, сондай-ақ металл кесу, тар саңылауларды кесу, кескіш кесу, кесу жиіктерін кесу, гравировка және басқа да ұқсас операцияларды сәтті қолдануға арналған. Саңылаулар әдетте май немесе керосинді ортада өңделеді, ал құралды және бөлшектерді қатайту ауада жүзеге асырылады.

1.96-суретінде саңылауларды электр ұшқынмен тігуге арналған схема көрсетілген. Электродтың қапталы 3 мен дайындама бетінің 1 арасында пайда болатын электр разрядтарының импульсі электродтың пішініне сәйкес келетін саңылауды қалыптастыратын алдын ала дайындалған металды бұзады. Кішкентай саңылаулар электродтың немесе дайындамалардың талап етілетін дірілімен тігіледі, ол өндірілген қалдықтарды жою үшін қажет. Құралдың (электродтың) бағытын ток өткізбейтін материалдан жасалған өткізгіш 4 анықтайды. Егер ток көзінен 5 берілсе, өңдеу сұйық диэлектрик немесе арнайы суда жүзеге асырылады.

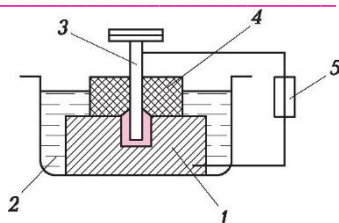
Күрделі пішінді беттерді бұл әдіспен дәлдіктің 8-ші, 9-шы қвалитетіне дейін және бетінің бұдырлығы 2,5...2,5 мкм дейін өңдейді. Диаметрі 3 мм тереңдікте 0,15 саңылаулардың өңдеу қабілеттілігі 1,5 минут.

**Электргидравликалық өңдеу әдісі** қазіргі таңда кеңінен таралған, ол сұйықтық ортасында импульстік жоғары вольтты разрядты қоздыруға негізделген. Осы импульсінің нәтижесінде фокустау өңдеу бетінің берілген бөлігінде жүзеге асырылады, онда бұршақ түрінде ультра жоғары қысымды сұйықтық пайда болады. Импульстардың қуаты мен ұзақтығы электр тізбегінің параметрлері бойынша анықталады. Бұл әдіс сынғыш металл емес материалдарды және саңылауларды тігіп-жамау үшін, металл дайындамалардың беттерін қақтау үшін пайдаланылады.

Қазіргі уақытта ультрадыбыстық әдіс әдеттегі әдістермен өңдеу қиын болып келетін қатты және мыжылған материалдарды (мысалы, әйнек, қызғылт, алмаз, керамика, вольфрамның карбиді және т.б.) өңдеу үшін қолданылады.

Қатты және сынғыш металдарды өңдеуге ультрадыбыстық тербелістерді қолдану өңделетін материалдың дірілдеткіш құрал мен абразивтердің (паста, су немесе май суспензиясы түрінде) өңдеу орнымен жанасқанында, оның жоғары деңгейлі тозуға төзімділігін қалыптастыруға негізделген. Құралды көбіне иілгіш металдан жасайды, онда абразивті бөлшектер енгізілгенде тозбайды. Осылайша, құралдың (дірілдеткіш) өзегі бағыттау үшін ғана қолданылады, ал кесудің қажатты материалмен орындайды.

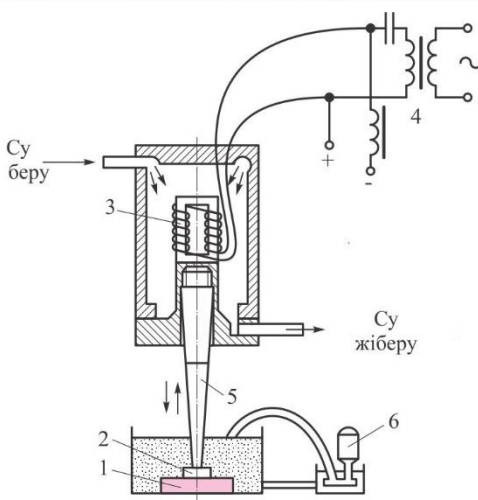
1.96-сурет. Саңылауларды электрұшқынмен тігуге арналған қондырғының схемасы



Қажетті жанасу жүру үшін, дірілдеткішті бастиекке жақындатады. Алайда дайындамаға шамадан тыс қысым түссе, ол тербелістердің өшіп қалуына алып келеді, нәтижесінде кесу жылдамдығы азаяды.

1.97-суретінде ультрадыбыстық өңдеудің схемасы көрсетілген. Құрал 2 жиілігі 16 000...25 000 Гц және амплитудасы 0,02...0,06 мм бойлық тербелістерді орындайды. Құрал конструкциялық болаттан жасалады, пішін бойынша ол өңдеу саңылауының пішініне сәйкес келеді.

Өңдеу аймағына, яғни ультрадыбыстық жиілікпен тербеліп тұрған жіктер арасына құралдың 2 жұмыс қапталымен және дайындамамен 1, сорғышпен 6 көмегімен суда өлшенген қажақты ұнтақты (әдетте, қазақ ретінде бор карбидін қолданады) жібереді. Құралдың тербелістерінің көзі есебінде магнитострикциялы дірілдеткіш 3 қолданылады, онда қуатты электр генераторының 4 электрлік тербелістері механикалық тербелістерге айналады. Дірілдеткіш қапталының магнитострикциялы өзгеруі үлкен емес - 5...10 мкм. Амплитуданы 2-5 есеге арттыру үшін жылдамдық трансформаторларын немесе акустикалық концентраторларды 5 қолданады. Концентратордың жіңішке қимасына құралды бекітеді. Өңдеу барысында құрал дайындамаға қарай бағытта үздіксіз қозғалып отыруы керек. Бітеу саңылауларды өндегенде, құралды арасында көтеріп қойып, ішіне таза абразивтің толуына және кесу өнімдерінің жойылуына мүмкіндік беру керек.



1.97-сурет. Ультрадыбыстық өңдеу схемасы



Ультрадыбыстық өңдеудің өнімділігі өңделетін материалдың қасиеттеріне, құралдың амплитудасы мен жиілігіне, абразивтік материалдың түрі мен тартылуына, өңдеу аймағының өлшемдері, өңделетін беттің конфигурациясына және құрал мен дайындама арасындағы қысымға (статикалық) байланысты.

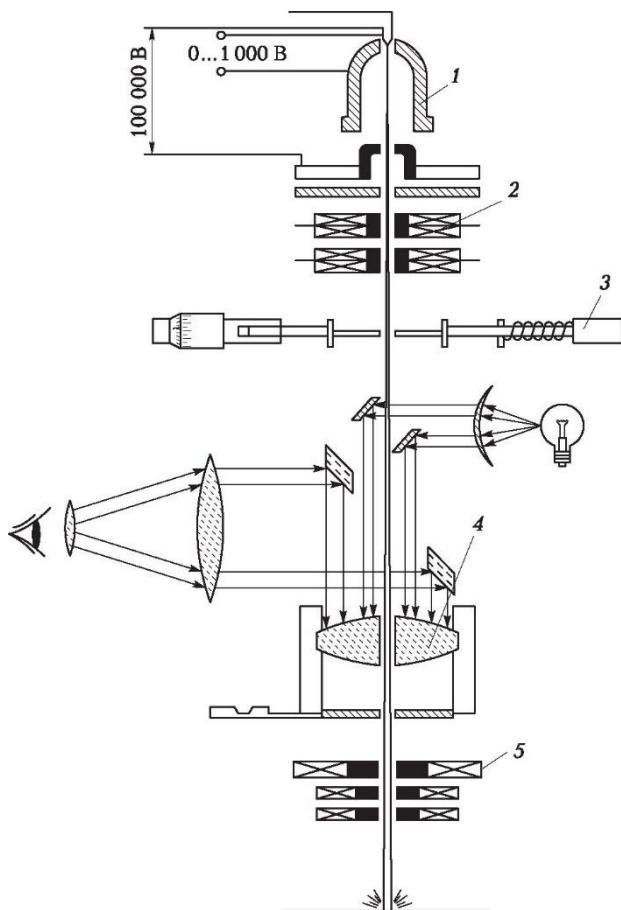
Ультрадыбыстық білдектердың қазіргі таңдағы үлгілері 0,15...90 мм диаметрлі саңылауларды, қатты қорытпалар үшін 0,01 мм өңдеу дәлдігі мен максималды өңдеу тереңдігі - 2-5 диаметр болғанда өңдеуге мүмкіндік береді.

Ультрадыбыстық әдіс бедерлерге (мысалы, медальдарға) арналған қатты қорытпалы нақыштарды дайындау кезінде пайдаланылуы мүмкін, бұл жағдайда дірілдегіш құрал бөлшектің рельефіне сай болуы керек.

*Электрон сәулесімен өңдеу әдісі* (электрондық бомбылау) қатты материалдарды өңдеудің жоғары тиімді әдісі болып табылады. Электронды микроскопты пайдалану тәжірибесі балқытылған қатты материалдарды өңдеу үшін концентрацияланған электронды сәуленің энергиясын пайдалану мүмкіндігін орнатуға мүмкіндік берді. Ауыспалы камерада 1-ден 3 000 Гц жиіліктегі электронды сәуле және 0,01-ден 0,00005-ге дейінгі серпін ұзақтығы шамамен 115 000...165 000 км/с электрон жылдамдықта пайда болады. Өңдеу аймағындағы температура алынып тасталған металл мөлшеріне және оның жылу және химиялық қасиеттеріне байланысты, металлдың механикалық қасиеттері өңдеу уақытына әсер етпейді.

Электрондық-сәулелік қондырғы қуат көзінен, вакуумдық жабдықтан, бағдарламалық басқару блогынан және электрондық-оптикалық түтіктен тұрады. Электрондардың сәулеленуін және электронды сәулені шығару үшін катодты қыздыруды жүзеге асыратын қуат көзі бар. Механикалық және диффузиялық май сорғысынан тұратын вакуумдық жабдық терең вакуумды жасайды, онсыз материалдарды өңдеу мүмкін емес. Басқару блогы электронды сәулені өңдеуді автоматтандыру қызметін атқарады.

Электрондық-оптикалық түтікте (1.98-сур.) электронды сәуле көзі-электронды қару 1, импульстік генератор 2, электромагнитті реттегіш құрылғы 3, магниттік фокустаушы линза 4 және электромагниттік өзгертілген құрылғы 5 бар. Импульстік генератор 2 жылу аймағын шектеу үшін электронды сәуленің үзілуі және электромагнитті реттеу құрылғысы оны тұрақтандырады.



1.98-сурет. Электронды-оптикалық түтікше қондырғысы

Магниттік фокустаушы линза 4 фокустық қашықтықты қадамсыз реттеу жолымен, сәулені 0,5 диаметріне дейін және тіпті 0,01 мм-ге дейін фокустау үшін, ал электрмагниттік-магниттік бұрғыш құрылғы 5 электронды сәулені өңделетін беттінің бойымен жылжыту үшін арналған.

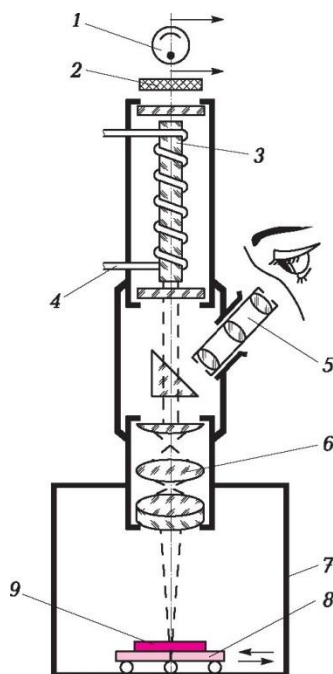
Электрондық сәулелерді өңдеудің өнімділігі басқа өңдеу әдістеріне карағанда әлдеқайда жоғары; осылайша, қалыңдығы 0,5 мм, ені 0,005 мм және ұзындығы 3 мм саңылауды қалыңдығы 0,5 мм болат пластинада өңдеу үшін 29...30 с қажет. Қалыңдығы 1 мм-ге дейінгі болат табақшалар электронды түрде 1200 мм/мин жылдамдықпен кесіледі.

Электрондық сәуле дәл қазіргі кезде дәл аспап жасау құрылысында диаметрі 0,001 мм дейін саңылауларды өңдейді, сонымен қатар күрделі пішіндерді де фрезермен өңделеді.

Электрондық сәуле тантал, молибден, цирконий, ниобий, титан және вольфрам тәрізді материалдардан жасалған бөлшектерді, сондай-ақ кейбір қорытпаларды дәнекерлеу үшін пайдаланылады.

### **Жарық сәулесімен өңдеу әдісі**

кванттық-оптикалық генераторлар (лазерлер) көмегімен алынған жарық диапазонының электромагниттік ауытқуларын пайдалануға негізделген. Бұл электромагниттік тербелістер бақылануы мүмкін, олар бұрыштық минуттар (шамамен 30') өлшем бірліктерімен өлшенген өте жұқа сәулелерге бағытталуы мүмкін, олар жоғары когеренттілікке ие, яғни шығарылған жарықта тербелістер іс жүзінде бір фаза мен жиілікте болады. Бағдарлы когерентті жарық сәулесі үлкен жарық пен жылу энергиясына ие.



1.99-сурет Квантты-оптикалық лағыл генераторының лазер сәулесімен өңдеу схемасы:

- 1 - жарық энергиясын реттейтін фотоэлемент;
- 2 - фильтр;
- 3 - лағыл өзек;
- 4 - толықтыру шамы;
- 5, 6 - оптикалық жүйе;
- 7 - жұмыс камерасы;
- 8 - жіберу механизмі;
- 9 - өңделетін бөлшек

1.99-суретте кванттық-оптикалық рубин генераторымен лазер сәулесін өңдеу схемасы көрсетілген. Рубин өзегі-корунд кристаллдары (алюминий тотығы), алюминий атомдарының бір бөлігі (шамамен 0,05%) хром атомдарымен ауыстырылады.

Рубин өзегінің қапталдарын жазық және параллель етіп жылтыратылады, содан соң күмістеледі. Сорғы шамымен қозғалатын жарық шыбықша бойымен өтетін кезде, ол айнаның ұштарынан кезек-кезек көрінеді. Жеңіл тербелістерді генерациялау конденсатор банктерін сорғы шамына шығарумен жүзеге асырылады. Бұл жағдайда жарық қарқынды хром атомдарының санымен анықталған жоғары қарқындылыққа жетеді. Жарық сәулесін шығару үшін айналалардың бірі мөлдір болады.

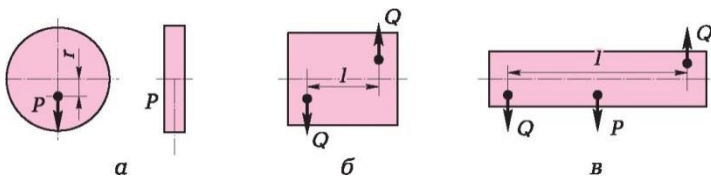
Оптикалық генератордан шыққан сәуле үлкен бағыттылыққа ие, ол диаметрі 0,01 мм-ден аспайтын болады. Жарық сәулесі бағытталған осы нүктесінде, ол ондаған мың градусқа ұзып, материал буланады. Бұл әдістің алуан түрде қолдануға болады. Мысал ретінде, 0,1...0,3 мм диаметрлі саңылауларды беттік кедірі 5-ші, 6-шы классқа жататын, қалыңдығы 0,01...5 мм материалда кем дегенде 20 с уақыт бұрғылауды алуға болады. Бұл әдіс кез келген материалдық саңылаулар мен жарықшақтарды тігуге мүмкіндік береді (гауһар, рубин, тантал және т.б.). Қуатты жарық сәулесі тығыз кеңістіктер, машиналар мен құралдар, қазіргі заманғы микроэлектрондық өнімдердің жұқа компоненттерін дәнекерлеу үшін пайдаланылады.

## 1.9. МАШИНАЛАРДЫҢ БӨЛШЕКТЕРІН ТЕҢГЕРУ

Дайындау материалдарының, дисперстік қателіктердің және өңдеудің, сондай-ақ құрастыру қателіктерінің (жұтылу бөліктерінің сәйкес келмеуі немесе ауыстыруының салдарынан) әртүрлі болуына байланысты машина бөлшектері мен құрастыру қондырғыларында *теңгерімсіздік* бар.

Теңгерімсіздіктің үш түрі болады:

- статикалық-бөлшектің ауырлық түсу орталығының ( $P$  ауырлық күшінің әсерінен) оның айналу осіне қатысты айналдыру осіне қатысты  $r$  шамасына жылжуы (1.100, *a* сур.);
- моменттік -  $Q$  тең күшіне келтірілген, бір жазықта қарама-қарсы бағыттарда әрекет ететін,  $l$  иықты металл теңестірілмеген массаларының әрекеті (1.100, *б*, сур.);



1.100-сур. Бөлшектердің статикалық (а), динамикалық (б) және аралас (в) теңестірілмегендігі

- динамикалық, мұнда бөлшектің оның айналу осіне қатысты ауырлық орталығының жылжуы мен теңестірілмеген массалардың әрекеті қатар жүреді (1.100, в, сур).

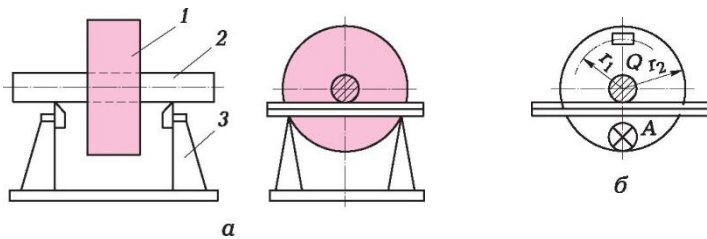
Теңгерімсіздіктің бірінші түрі ұзындығы шағын  $L$  диаметрі едәуір  $d$ ,  $L/d < 1$  болғандағы бөлшектер үшін, ал екіншісі мен үшіншісі -  $L/d > 1$  қатынасына келеді.

Теңгерімсіздікті жою үшін теңестіру тәсілін қолданады, ол теңгерімсіздіктің шамасын және бағытын табуға және сол теңгерімсіздікті бөлшектің тиісті жеріне металл қосып, немесе керісінше алып тастау арқылы компенсациялауға негізделеді. Теңестіруден кейін бөлшекті өндеудің ешбір түріне жол берілмейді (кейбір жағдайларда, жекелеген беттердің жылтырату немесе аса ажарлаудан басқа).

Айналмалы бөліктерді теңестіру маңызды технологиялық операция болып табылады, өйткені қазіргі заманғы жоғары жылдамдықты құрылымдардағы теңгерімсіз массалар механизмнің немесе машинаның қалыпты жұмысын бұзатын дірілдеуге әкелуі мүмкін.

**Статикалық теңестіру** келесі түрде орындалады (1.101, а, сур.). Арнайы жақтауға 2 салынған теңестірілетін бөлшекті  $I$ , екі көлденең параллель призмаға 3 орнатылады.

Бөлшектердің теңгерімсіздігі көрсетілген призмалар бойынша оны айналдыру арқылы анықталады. Бөлшектің ауырлық орталығы өз осімен сәйкес келсе, оның бөлігі призмалардағы кез келген бұрыштық позициясына бекітіледі. Тепе-теңдік болмаған жағдайда, бөліктің «ауыр» жағы (1.101, б сур.) ең төменгі позицияға ие болады. Бөлшектің қарама-қарсы жағына жүктемені бекіту арқылы бөлшекті теңестіруге болады. Бөлшектің «жарық» жағынан жүктемені орнына, оны «ауыр» жағынан бұрғылауға болады.



1.101-сур. Статикалық теңгеру схемасы (а, б)

Айналдыру осінен  $r_1$  қашықтықта «ауыр» жағынан алып тастау қажет металлдың  $Q_1$  массасының мөлшері формула бойынша анықталуы мүмкін:

$$Q_1 = Q r_1 / r_2,$$

мұндағы  $Q$  - бөлшек массасы;  $r_1$  - ауырлық ортасының жылжу шамасы;  $r_2$  - бөлшектің радиусы.

Статикалық теңестіруде призмалардың орнына жылтыратылған өзектерді (шағын массасы бар бөлшектерді теңестіру үшін) немесе шариктерді (сермерлерді теңестіру үшін) пайдаланады.

**Динамикалық теңестіру** төңестірілетін бөлшекті айналдыру арқылы орындалады. Мұндай теңестіру кезінде бөліктің айналу осі бүкіл жүйенің инерциясының негізгі осіне сәйкес келеді. Динамикалық теңгерімсіздік бөліктің ұзындығы бойында металл массасын дұрыс таратпаумен байланысты. Егер бөлшекте айналмалы осьтің екі жағында орналасқан теңдестірілмеген массаның шоғырлануының екі нүктесі болса, ортадан тепкіш күштер  $Q_1$ -дің күші мен моментті тудырады

$$M = (Q_1 / g) r_1 \omega^2 l_1,$$

мұндағы  $g$  - еркін құлаудың үдеуі;  $r_1$ -теңестірілмеген массалардың айналу осіне қарай жылжуы;  $\omega$  - айналу жиілігі;  $l_1$  - теңестірілмеген массалардың шоғырланған нүктелері арасындағы қашықтық.

Бұл жағдайда бөлшектің ауырлық орталығы айналу осіне келеді және статикалық теңестірудегі теңсіздік анықталмайды.

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

---

1. Айналу денелерінің беткі бөліктерін өңдеу әдістерін атаңыз.
2. Айналу денелерінің беткі бөліктерін жонып өңдеудің негізгі технологиялық схемаларының қандай түрлерін білесіз?
3. Айналу денелерін өңдеуде қолданылатын жонғыш автоматтар мен жартылай автоматтардың түрлерін атаңыз.
4. Айналу денелерінің сыртқы бөліктерін қырнауға арналған білдектер қандай топтарға бөлінеді?
5. Айналу денелері типті бөлшектердің беткі бөліктерін әрлеп өңдеудің түрлерін атаңыз.
6. Саңылауларды өңдеудің қандай әдістерін білесіз?
7. Саңылауларды өңдеуге арналған білдектердың негізгі түрлерін атаңыз.
8. «Созу» түсінігіне анықтама беріңіз. Сіз созудың қандай түрлерін білесіз?
9. Сіз оюдың қандай түрлерін білесіз?
10. Жазық беттерді өңдеу әдістерін таңдауда қандай өлшемдер қолданылады?
11. Күрделі беттердің жіктелуі жөнінде айтыңыз.
12. Оймакілтекті және кілтекті кертпелердің өңдеу әдістерін атаңыз.
13. Тісті қосылыстарды өңдеу әдістерін көрсетіңіз.
14. Пішінді беттерді өңдеу әдістерін атаңыз.
15. Бөлшектерді өңдеудің машина жасауда қолданылатын қандай ерекше әдістерін білесіз?
16. Бөлшектерді өңдеудің ерекше әдістерін таңдаудағы өлшемдер туралы айтыңыз.

# МАШИНАЛАРДЫҢ ТИПТІК БӨЛШЕКТЕРІН ДАЙЫНДАУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРІ

## 2.1. КОРПУСТЫҚ БӨЛШЕКТЕРДІ ЖАСАУ

Корпустық бөлшектерді әзірлеу мақсаты мен техникалық шарттары. Корпустық бөлшектер құрастырмалы қондырғы бірліктері мен бөлшектерді орналастыруға арналады. Корпустық бөлшектер бөлшектер мен механизмдердің салыстырмалы күйінің дәлдігін статикалық күйінде де, машинаны пайдалану кезінде де тұрақты болуын қамтамасыз етеді, сондықтан олар жеткілікті деңгейде қаттылыққа ие болуы керек.

Құрылымдық ерекшеліктері мен әзірлеу дәлдігі. Корпустық бөлшектерге құрастырмалы бөліктерді, агрегаттар мен жекелеген бөлшектерді бекітетіндіктен, олардың негізгі беттері дәл де нақты болуы керек, ал корпустар - машинаны қолдану мерзімінде барлық жалғанған бөлшектердің өзара күйін өзгеріссіз сақтауды қамтамасыз ету үшін берік әрі қатты болғаны абзал. Машиналардың әртүрлілігі корпустық бөлшектердің әр түрлі түрлерін анықтайды. Ауқымды жоспарда корпустық бөлшектерді шартты түрде келесі топтарға бөлуге болады:

- қорап тәріздес;
- күрделі кеңістікті пішіндес;
- қайтымды-ілгерілемелі және айналымды қозғалысты (қозғалғыш) бұрмалайтын;
- қақпақтар, тақтайлар, тұғырық секілді ашық;
- бүтін немесе құрамалы (жиналмалы) және т.б.

Машина құрылымының басқа да элементтерін бекіту қызметін атқаратын корпустардың негізгі беттері көп жағдайда жазық және цилиндрлік пішінге ие болады.

Бұл беттерде қосалқы негіздер-саңылаулар мен жазықтардың беті орналасқан. Корпустық бөлшектердің саңылаулары негізгі (нақты) және қосалқы деп бөлінеді. Негізгі саңылаулар біліктер мен мойынтіректер үшін тірек ретінде қызмет атқарады, бұрандаларды, майлауыштарды және т.б. орнату үшін қосалқы саңылаулар қолданылады.



Корпустық бөлшектерге дәлдік, беріктік, қаттылық, тозуға қарсы төзімділік, ауыспалы температурада минималды өзгеру, тығыздық, бөлшектерді оңай құрастыру және бөлшектеу бойынша талаптар қойылады. Дәлдік талаптарына жататындар: шақтама өрісі  $H7$  және  $Ra\ 1,6...0,4$  мкм болатын мойынтіректер орнатылатын негізгі саңылаулардың диаметрлерін әзірлеу, саңылаулардың өстестігінің шегіне рұқсат берілу, оны кіші саңылау диаметріне қатысты шақтама өрісінің жартысы шамасында береді, конус тәрізділік және сопақтық сәйкес диаметрге қатысты шақтама өрісінен  $0,3...0,5$ -нен аспауы қажет.

Саңылау осьтерінің параллельдік шақтамасы  $100$  мм ұзындыққа  $0,02...0,05$  мм-ді құрайды. Түйісетін беттер бүкіл ұзындық бойынша түзуден  $0,05,0$  мм-ге және  $Ra\ 1,6.0,8$  мкм-ге ауытқиды. Сырғымалы беттер жазықтылықтан  $1000$  мм-ге  $0,02...0,05$  мм және  $Ra\ 0,8...0,4$  мкм-ден ауытқуына рұқсат етіледі. Қаптал беттерінің саңылаулардың осіне перпендикулярлығының шақтамасы  $100$  мм қаптал радиусына  $0,01...0,05$  мм-ге дейін және  $Ra\ 0,8...0,4$  мкм-ден артық болмауы керек. Ажыратылатын корпустарда саңылаулар осі мен ажырату жазықтығымен сәйкессіздігі  $\pm 0,2$  мм-ге дейін рұқсат етіледі.

**Дайындамалардың алу тәсілдері мен материалы.** Көп жағдайда, корпустық бөлшектердің дайындамаларын сұр шойыннан, таптауға көнгіш шойыннан, түсті қорытпалардан жасайды. Діріл, соғу, бұралу және иілу сәттері жағдайында жұмыс істейтін корпустық бөлшек дайындамаларын болаттан, ал агрессивті ортада жұмыс істейтін корпустық бөлшек дайындамаларын  $3X13$   $3N18N10T$  маркалы коррозияға төзімді болаттардан жасайды. Дәнекерленетін корпустық бөлшектер үшін Ст3, Ст4 төменкөміртекті болаттар қолданылады. Құйма дайындамаларды жерге, қабықшалы қорама мен темірқорамға құю арқылы алады, шағын бөлшектер үшін қорытылатын модельдер бойынша құю тәсілі қолданылады. Темірқорамға немесе металл формаларға құюды түсті қорытпалар дайындамасын алу үшін қолданады.

Қысыммен құю әдісін алюминий қорытпаларынан саңылаулы, ішкі және сыртқы ойықтары бар күрделі пішінді дайындамаларды алу үшін қолданады. Бұл әдіс өлшем дәлдігі 12-ші қалитетке тең дайындамаларды алуға мүмкіндік береді. Құю және дәнекерлеу әдісімен алынған дайындамалар термиялық өңдеуге ұшырайды.

**Корпустық бөлшектердің өңдеуі.** *Корпустық бөлшектердің өңдеу үрдісі* базалардың таңдауымен және түрлі жазықтықтар арасындағы өлшем байланысымен анықталады. Корпустық бөлшектерді базалардың тұрақтылығын және қиыстыруын ұстанып базалайды. Бұны орындаған кезде базалаудың ең жиі екі тәсілін қолданады: координаталық бұрышты жасайтын үш жазық бойынша; құрылғының екі орнату саусақтарына отырғызу арқылы Н7 квалитетпен өңделген беттер және екі тесік бойынша

Кейінгі операциялардың көбінде технологиялық базалар ретінде қолдану үшін арналған өңделетін бір немесе бірнеше беттердің дұрыс орнатуына қол жеткізуге ұмтыла отырып, бірінші операцияларда дайындаманы өңделмеген жазықтыққа орнатады. Осы операцияда кейінгі операцияларда өңдеуге жататын беттерді өңдеу үшін әдіптердің дұрыс бөлуін қамтамасыз етуге ұмтылады. Екі негізгі құйылған тесік жеткілікті диаметральді мөлшерге ие болған жағдайда, алғашқы операцияда дайындаманы ол тесіктер бойынша базалайды. Базалаудың сондай тәсілі негізгі тесіктердің кейіннен өңдеуі кезінде біркелкі әдіптің шешуін қамтамасыз етеді. Базалау үшін өзіцентрленетін түзеткіш немесе арнайы құрылғылар қолданылады.

**Корпустық бөлшектің өңдеу бағыты** келесі негізгі кезеңдерді қамтиды:

- кейіннен өңдеу технологиялық база ретінде беттердің өңдеуін;
- өзара байланысты тегіс беттердің өңдеуін;
- негізгі және бекітпе тесіктердің өңдеуін;
- тегіс беттердің тазадай өңдеуін;
- негізгі тесіктердің өңдеуін.

Әр кезең өңделетін беттердің түрінен және дәлдік бойынша талаптарға байланысты бірнеше операциялардан тұрады. Кейбір жағдайларда қаралтым және тазадай өңдеу арасындағы бағыт ескіруді қамтиды.

Білдек үстеліндегі немесе жерсеріктегі дайындаманың орнатуын және тексеруін арнайы айлабұйымдар арқылы іске асырады.

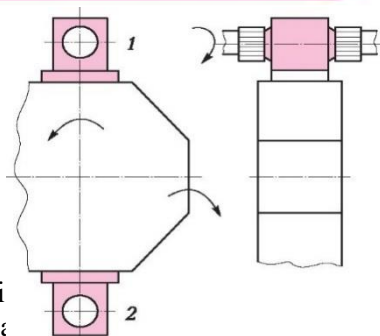
**Корпустық бөлшектің сыртқы жазықтықтарын өңдеу** үшін жону, фрезерлеу, ұштату, тегістеу және тарта жону қолданады. Өңделетін беттердің сипаты мен орналасуына, бөлшек шығаруының ауқымына қарай консоль-жоңғылау, бойлай жону (көп айналдырғылы), айналмашақты жону, барабан жону білдектерді, СББ бар білдектерді және көп мақсатты білдектерді қолданады.

Автоматты желілерде агрегаттық жону білдектерді қолданады. Жалпы мақсаттағы бойлай жону білдектері қаралтым және тазадай жону үшін шағын-сериялы өндірісте қолданады.

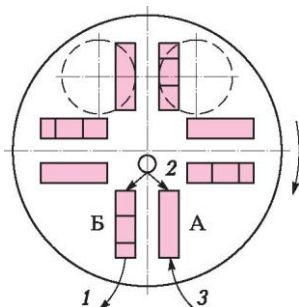
Ірі сериялық және ортасериялық өндірісте өңдеуді мамандандырылған көп айналдырғылы бойлай жону білдектерде үлгілем немесе стандартты жонғыштың жиынтығымен орындайды. Барабан жону білдектерде (2.1-сур.) бір мезгілде алдын ала және түпкілікті 1 және дайындамалардың 2 екі параллельді жазық беттерін өңдейді.

Бөлшектерді екі-екіден ауыстырумен үстелдің үздіксіз айналуы кезінде беттерді айналмашақты жону білдектерде жасайды (2.2-сур.). Қаралтым және тазадай өңдеу дәйекті түрде екі жонғышпен орындайды. Автоматты желілерде агрегатты бойлай жону автоматтарын қолдану арқылы жазық беттерді бір уақытта бір немесе екі жағынан қапталдық жонғышпен өңдейді. 4 екіайналдырықты жону бастиектері (2.3-сур.) жұмыс тұрғыда бекітілген дайындамалардың 3 қаралтым және тазадай өңдеуін дәйекті түрде орындап тіреуішке 1 дейін солға қарай жылжытады. Конвейер 2 келесі дайындаманы жібереді, бұл ретте бастиектер 4 бастапқы қалыпқа түседі. Содан кейін өңдеу циклі қайталаынады. Екі жұмыс жағдайындағы жылдамдық кезіндегі жону арқылы (қаралтым және тазадай) 10-ші квалитеттің  $Ra\ 3,2...1,6$  мкм кедір-бұдырлық дәлдіктерге қол жеткізіледі.

Ажарлау жазық ажарлағыш білдектерде дөңгелек шеттігімен, табақшалы және құрама бунақты дөңгелектің жағымен орындалады. Құйма қабыршығы және кідірмелі беттер үшін тегісті күштік ажарлау аса сезілмейді, сондықтан дайындаманы жонумен алдынала өңдеуінсіз және салыстырмалы түрде шағын әдіптер (3...5 мм) кезінде сүргілеу арқылы ажарлауға болады.

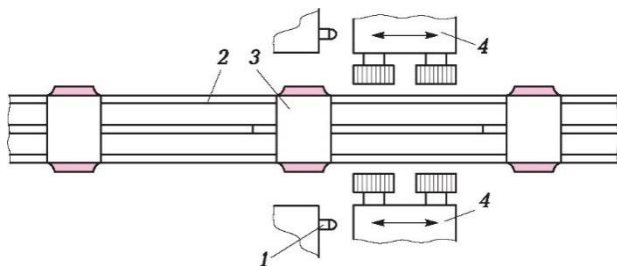


2.1-сур. Барабан жону білдектерде екі жазықтықтарды өңдеу схемі



2.2-сур. Дайындамаларды қайта орнатумен дайындаманың екі беттердің айналмашақты жону білдекте өңдеу схемасы:  
 1 - дайындаманың орымы; 2 - дайындаманы А қалыптан Б қалыпқа қайта орнату; 3 - өңдеуге жататын дайындаманың қайта орнатылуы

Жаппай өндірісте қатты бөлшектердегі сыртқы беттердің тартажонуы кеңінен пайдаланады, оны қаралтым және тазадай өңдеу үшін, сондай-ақ, тазалау және калибрлеу үшін қолдады. Тартажону жоғары өнімді, және оны қатты қорытпалардан құрылған тартажонумен, кесу жылдамдығы 60 м/мин жететін қуатты және жүрдек тарту білдектерде орындайды. Көлденең және тік типтегі тартажону білдектерді, біртұрғылы және көп тұрғылы білдектерді автоматты желінің ішіне енгізеді. Беттердің дәлдік және кедір-бұдырдығына деген жоғары талаптар кезінде әрлеу операциясын, жете ажарлау және жонуды енгізеді. Шағын-сериялы өндірісте базалық беттерді қырады.



2.3-сурет Автоматты желіде корпусық бөлшектердің өңдеу схемасы

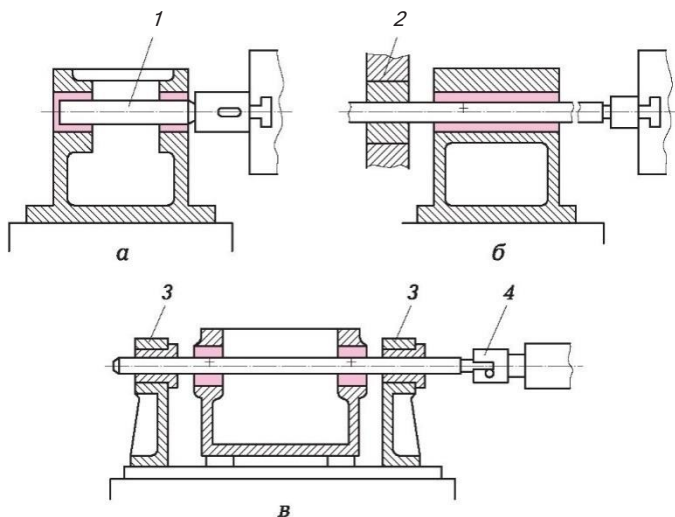
**Негізгі тесіктерді өңдеу** үшін бұрғылар, кескіштер, үңгілер, қашау басы, кеулейжону бастиектер, кеулейжону тілімше және қашаулар қолданылады. Өрлеу жұмыстары үшін шарикті және аунақшалы домалатуларды қолданады. Бұрғыларды тұтас материалдағы тесіктерді алдын-ала бұрғылау үшін қолданады. Диаметрі 30 мм ден астам құрайтын тесіктер әдетте балқыту арқылы алады. Кондуктор бойынша бұрғылаған кезде диаметральді өлшемнің Н11, Н12 квалитет бойынша дәлдікке қол жеткізіледі.

Құймалардағы тесіктер жеке және ұсақ сериялы өндіріс жағдайлары кезінде кескішпен кеулей жонады; бұл жөндеу тесік өсінің дұрыс орналасуын қамтамасыз етеді. Тісті кескіш бастиектерде және кескіш блоктарда үлкен диаметрлі тесіктерді өңдеу үшін қолданады. Үңгілерді құйма тесіктердің қаралтым өңдеуі, кескіш арқылы бұрғылаудан және кеулей жонғаннан кейін тесіктердің жартылай таза өңдеуі үшін қолданылады. Дәлдігі Н10 квалитетінен аспайтын тесіктердің түпкілікті өңдеу үшін үңгіні қолдануға болады. Үңгілеу кезінде жазықтықтың бұдырлығы  $Ra$  1,6 мкм және оданда артық құрайды.

Үлкен диаметрлі негізгі тесіктерді (100 мм және оданда артық) қатты қорытпадан жасалынған тілімшелермен жабдықталған көпкескішті кеулейжону бастиектермен өңдейді. Жоғары режимдері кезінде олар жұмыс жағдайындағы жылдамдықтың ең аз саны ішінде үлкен әдіпті шығаруға мүмкіндік береді және ең өнімді құрал болып табылады. Диаметрі 400 мм-ге дейінгі тесіктердің Н6 - Н10 квалитеттер бойынша таза өңдеуі көптеген жағдайларда жазу арқылы іске асырылады. Қатты қорытпадан жасалынған тілімшелермен жабдықталған қашауларды қолданады.

Н8 және Н9 квалитеттегі тесіктер бірреттік жазу арқылы, ал Н7 квалитеттің тесіктері - екі реттік жазу арқылы алады. Жазу арқылы Н6 квалитеттегі тесіктердің өңдеуін қолмен жеткізілген кесу ернеулері бар қашаумен және МСС-мен іске асырады. Бұл ретте  $Ra$  0,8 мкм және оданда артық кедір-бұдырлығын алады.

Қаралтым жазудың астындағы әдіптерді 0,5 мм дейінгі диаметрге қалдырады, таза жазуға - 0,07...0,15 мм қалдырады. Сериялық және жаппай өндірісте кеулейжону блоктар және жылжымалы тілімшелер 600 мм дейін диаметрлі тесіктердің өңдеуі үшін (қаралтым және таза кеулей жону) кеңінен пайдаланады. Біркескішті қашаумен салыстырғанда кеулейжону блоктармен немесе тілімшелермен өңдегенде кесу күшінің радиалды құрамдастары теңдестірілген, бұл өз кезегінде түзеткіштердің иілімін жоққа шығарады. Өңдеудің дәлдігі Н7 квалитет және  $Ra$  0,63 мкм және одан астам бұдырлық бойынша қамтамасыз етіледі.



2.4-сурет. Көлденең кеулейжону білдектерде тесіктердің түзеткішпен (а), борқарнақпен (б) және арнайы құрылғылармен (в) кеулей жону схемасы

Тесіктердің шетжак беттердің тілікшелі кескішпен немесе шетжак үңгімен өңдейді. Шетжак беттердің кесуін кескішпен немесе жонғышпен орындайды.

Негізгі тесіктердің өңдеуін көлденең кеулейжону, тік кеулейжону, координаталы кеулейжону, айналмашақты, агрегаттық, көп мақсатты білдектерде және СББ бар білдектерде орындайды. Өзікаралық қашықтықтың дәлдігін, осьтердің параллельдігін және перпендикулярлығын, тесіктердің өстестігін оның бір құрылғылардан өңдеуі арқылы қамтамасыз етілед.

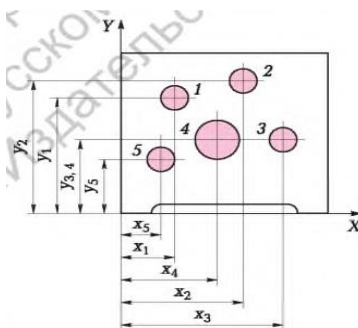
Жеке және шағын-сериялы өндірісте көлденең кеулейжону білдектерде негізгі тесіктерді кеулей жонған кезде негізгі үш тәсіл қолданылады:

- 1 консоль түзеткіштермен өңдеу (2.4, а сур.);
- тіректің 2 артқы тіреуін қолданып борқарнақпен өңдеу (2.4, б сур.);
- кеулейжону түзеткіштердің 4 білдектің айналдырғысымен топсалы қосылысы арқылы арнайы құрылғыларда 3 өңдеу (2.4, в сур.).

Осы тәсілдердің әрбірі кезінде беріс айналдырғымен іске асырылады. Консоль өңдеуі оңай, бірақ басқа екі тәсілге қарағанда аз дәлдікті қамтамасыз етеді.

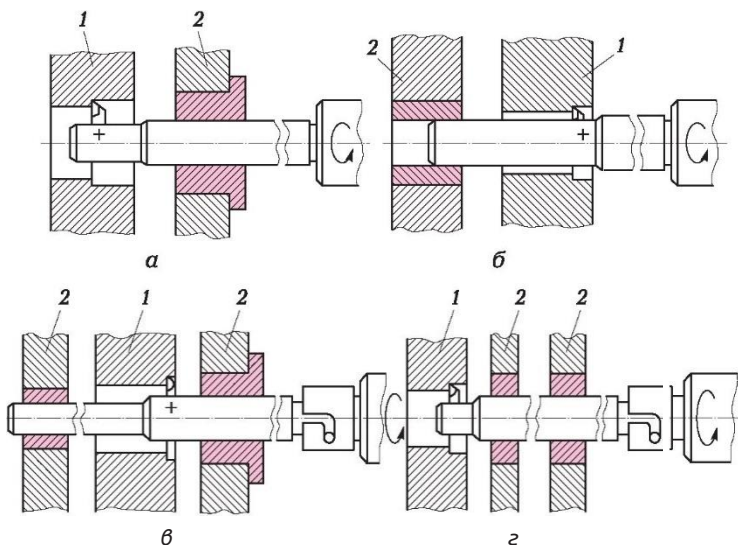
Консоль кеулейжонуы кезінде түзеткіштің ұзындығы және айналдырғының шығыңқы бөлігінің ұзындығы (5...6)  $d$  аспау керек, мұндағы  $d$  - түзеткіштің диаметрі. Консоль қашауы кезінде берісті білдек үстелінің жылжытуымен іске асырғаны артық көрінеді, өйткені айналдырғымен беріс берілген кезінде түзеткіштің ұшуы арттады және технологиялық жүйенің қаттылығы төмендейді, өз кезектен бұл тесіктің пішіні мен мөлшері қателіктерінің пайда болуына әскеледі. Тіректің артқы тіреуін қолданып борқарнақпен кеулей жону ірі бұйымдардың ұзын тесіктердің кеулей жонуы үшін қолданады, бұл борқарнақтың орнатуы және түзетуі үшін көмекші уақыттың үлкен шығындарымен байланысты.

Базаға қарасты ост аралық қашықтардың дәлдігі және осьтес тесіктер тұрғысының дәлдігі кеулей жону арқылы орындалады. Көлденең кеулейжону білдектерде координаталы кеулей жону дайындаманың бір қондырғы ішінде іске асырады. Жону кезінде алдын-ала есептелген координаттарға сәйкес айналдырғы осінің әрбір өңделетін тесіктері өсімен қиылыстыруы тік тұрғыда айналдырғы қыспағының, ал көлденең тұрғыда үстелдің жылжуымен жүзеге асырады (2.5-сур.). Бұл әдісті қолмен басқарылатын білдектерде және СББ бар білдектерде өңдеген кезде қолданады. Мұндай өңдеу кезінде  $\pm 0,02$  мм құрайтын осаралық қашықтықтардың дәлдігіне қол жеткізіледі. Координаталы әдіспен тесіктердің жонуын сондай-ақ координаталы жону білдектерде жасайды. Бұл білдектер жоғары дәлдікпен ерекшеленеді, есептеу-өлшеу жүйелерге ие, 1...8 мкм шегінде тесіктердің осаралық қашықтардың және мөлшерлердің жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді.



2.5-сурет. 1-5 корпустық бөлшектегі тесіктердің осы координаттар бойынша өңдеуі:

$x, y$  - өңдеуге жататын тесіктер осьтерінің координаттары



2.6-сурет. Тесіктерді жонуға арналған құрылғылардың бағыттаушы элементтерінің орналасуы:

*а* - алдыңғы; *б* - артқы; *в* - алдыңғы және артқы; *г* - қос алдыңғы; *1* - дайындама; *2* - қашауға арналған құрылғы

Сериялық өндірісте кезеулеткіштердегі жону кеңінен қолданылады. Саңылаулаудың дәл орналасуы құрылғының бағыттау төлкелері арқылы анықталады. Құрылғылар бағыттаушы элементтердің әртүрлі орналасуына ие (2.6-сур.). Айналдырғысы бар түзеткіштің топсалы қосылыспен жонған кезде білдектің геометриялық қателіктері өңдеу дәлдігіне мүлдем әсер етпейді. Бұл жағдайда өңдеудің дәлдігі құрылғының дәлдігімен, түзеткіш пен төлкелердің арасындағы саңылаулардың үлкендігімен анықталады.

Көлденең бұрғылау білдектерде жону бағыттаушы элементтерге ие бұрылыс айлабұйымдарда орындалады. Жону үшін құрылғылардың табанында немесе дайындамаларда бекітілетін бастырма кезеулеткіштер қолданылады. Кезеулеткіштердегі тесіктерді координаталы жону білдектерде тұрғысына қарасты жоғары дәлдікпен кеулей жонады. Олар корпустық бөлшектерде өңдеуге жататын тесіктерге сәйкес болады.

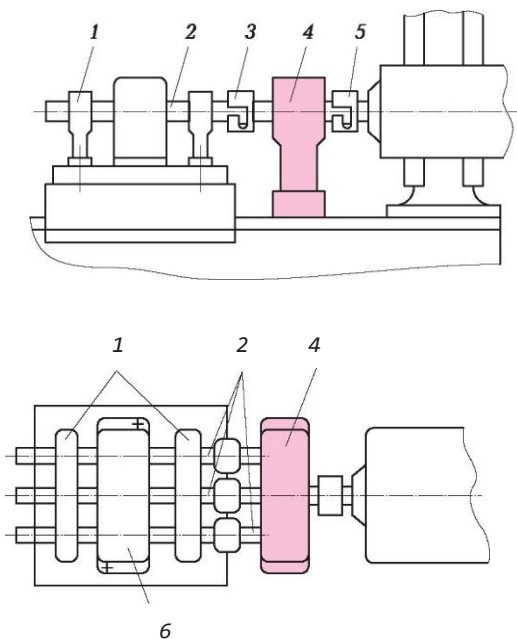
Кеулей жону білдектерде 4 көп айналдырғылы жону бастиектердің қолдануы (2.7-сур.) өңдеудің өнімділігін жоғарылатады. Бастиекті топсалы 5 айналдырғымен қосады. 3 бастиектің айналдырғысы кондуктор *1* бойынша дайындамада *б* параллельді осьтері бар бірнеше тесіктерді кеулей жонатын *2* жону борқарнақтарға бұраушы кезенді жібереді.



Ірі сериялық және жаппай өндірісте негізгі тесіктерді өңдеу үшін автоматты желілерде жұмыс істейтін немесе жеке пайдаланылатын көп айналдырғылы агрегатты жону білдектері қолданады. Агрегаттық жону білдектер түрлі құрастыруларға ие; олардың күштік бастиектері тік, көлденең немесе еңкіш бағытта қозғалуы мүмкін. Осы білдектердегі жұмыс циклы автоматталған. Агрегаттық білдектерде цилиндрлі және конусты тесіктердің бұрғылауын, үңгілеуін, жонуын, жазуын, шетжақтардың кесуін, жүздің шешуін, түрлі жырашықтардың жонуын және бұранданың кесуін орындайды.

Шағын-сериялы өндірісте негізгі тесіктерді өңдеу үшін құрылғының автоматты ауысуы үшін қораппен жабдықталған СББ бар көпмақсатты білдектерді қолданады.

**Бекіткіш және басқа саңылаулардың өңдеуін** тік-, радиалды-бұрғылау және агрегаттық білдектерді орындайды.



2.7-сурет. Көп айналдырғылы бастиекпен тесіктерді кеулей жону схемасы

Корпустық бөлшектердің мөлшеріне және құрылымдық пішіндерге, шығу сериясына қарай қорап типтегі кондукторларды, жапсырмалы бұрылыс кондукторларды қолданады немесе белгілер бойынша өңдеуді жасайды.

Шағын диаметрлі бекіткіш және басқа да саңылаулардың өңдеуі бұрғылауды, үнгілеуді, шенжоңғыны, жүздің шешуін, бұранданың кесуін және жонуын қамтиды. Жеке және шағын-сериялы өндірісте қолмен басқарылатын білдектерде өңдеуді белгілер бойынша орындайды. Шығу сериясы көп болса, көп айналдырғылы және бұранда кескіш бастиектерді қолданады, сондай-ақ, өңдеуді агрегаттық білдектерде жасайды.

**Негізгі тесіктердің өңдеуі** жете жонуды, планетарлы ажарлауды, жануыштауды және аунақшамен домалатуды қамтиды. Алмас-кеулейжону білдектердегі жете кеулей жону Н6 және Н7 квалитеттері бойынша тесіктер мөлшерінің жоғары дәлдігі, олардың геометриялық пішінінің дәлдігі (сопақтық және конус тәрізділікке шақтама 3...4 мкм) және тесіктер остерінің турашылдығы үшін қолданады. Алынатын беттің кедір-бұдырлығы -  $Ra$  1,25...0,63 мкм. Осындай өңдеуді орта және шағын мөлшеріндегі бөлшектерді шағын диаметрлі дәл тегіс тесіктер үшін қолданады.

Кеулей жонуды қатты қорытпалардан жасалынған тілімі бар біржүзді кескімен, сондай-ақ аса қатты кесетін материалдармен жасақталған кескімен және алмас кескімен жасайды. Диаметрі 150 мм асатын тесіктерді өңдеу үшін ішкі планетарлы ажарлауды қолданады.

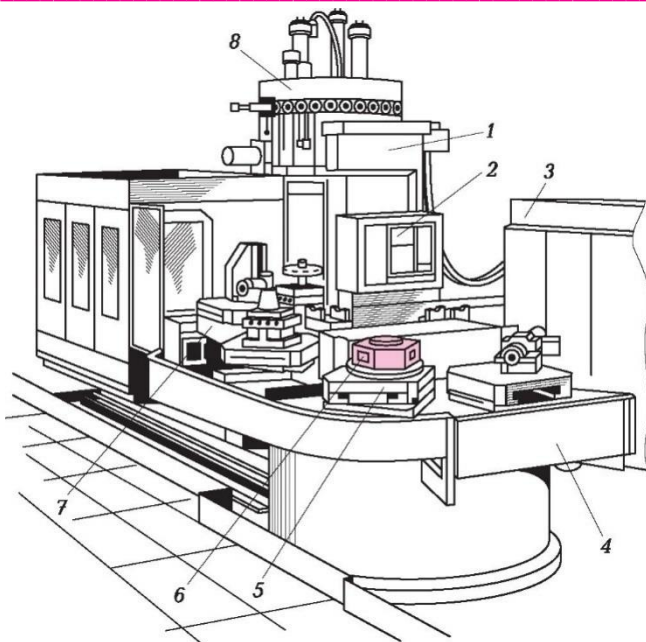
Ажарлауыш шарық планетарлы қозғалысты, яғни тесік осіне қарасты айналысын жасап, айналдырғы осіне қарасты айналады. Бойлық берісті дайындаманың қайтымды ілгерілеме қозғалысымен, көлденең берісті - ажарлауыш шарықтың жылжуымен іске асырады. Бұл ретте Н6 квалитет бойынша тесіктердің жоғары дәлдігіне және  $Ra$  0,32 мкм не одан артық болатын беттің кедір-бұдырлығына қол жеткізіледі. Алайда бұл процесс өнімсіз.

Жануыштауды бір немесе көпайналдырғылы жануышты білдекте орындайды. Жануыштаумен 15...200 мм диаметрлі тесіктерді өңдейді және Н6 квалитет бойынша жоғары дәлдікке және  $Ra$  0,08...0,04 мкм құрайтын беттің кедір-бұдырлығына қол жеткізіледі. Жануыштау өнідіруші әрлеу операциясы болып табылады және жазу мен ажарлаудан кейін қолданылады.

Тесіктердің болат корпустық бөлшектерде дөңгелету арқылы  $Ra$  0,08,0,04 мкм құрайтын беттің кедір-бұдырлығына қол жеткізіледі, бұл ретте беткі қабаттың қаттылығы 20...25% ұлғаяды. Бұл тәсілдің өнімділігі жануыштау өнімділігімен салыстырғанда 5 есе артық.

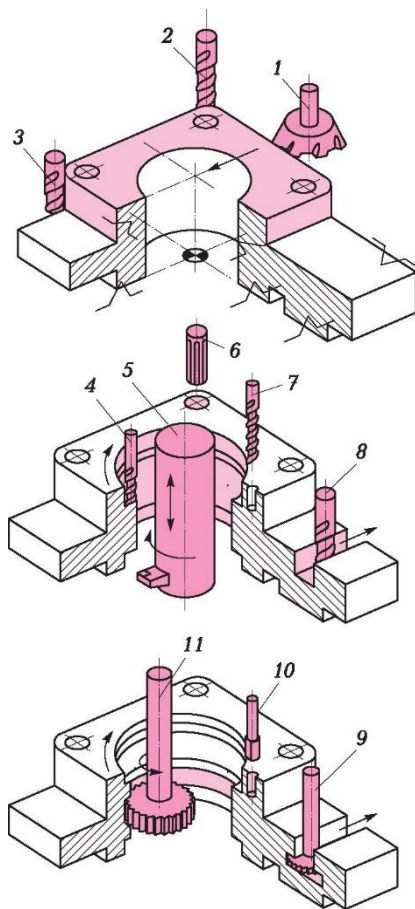
Жеке және шағын-сериялы өндірісте тесіктердің минималды кедір-бұдырлығын қамтамасыз етуі үшін жұмсақ және қатты түрпілі материалдарды қолданып, сылауды жасайды.

**СББ бар білдектерде корпустық бөлшектердің өңдеуі.** Корпустық бөлшектерді өңдеудің өнімділігін арттыру үшін құралдың автоматты ауысымына ие СББ бар көпоперациялық білдектер (2.8-сур.) қолданылады. Көп операциялық білдектер бір қондырғы жүзінде дайындаманы төрт-бес жақтардан автоматты түрде өңдеуге мүмкіндік береді (2.9-сур.). Бұл білдектерде консоль құралын қолданады және пішін мен жазық бет бойынша фрезерлеуді, координаталы бұрғылау мен кеулей жонуды, тесіктердің үңгілеуін және жазуын, бұранданың шенжоңғуын және кесуін жасайды. Осындай білдектердің негізінде КАЖ индексіне (корпустық бөлшектерді өңдеудің автоматты жүйесі) ие, автоматты көліктік құрылғылармен және роботтармен жабдықталған ИӨЖ құрылады.



2.8-сурет. Корпустық бөлшектерді өңдеуге арналған СББ бар көп операциялық білдек:

1 - СББ бар көп мақсатты бұрғылау-фрезер-кеулейжону білдек; 2 - басқару құрылғысы; 3 - СББ шкафы; 4 - дайындамалардың айналмалы жинақтауышы; 5 - жерсерік құрылғысы; 6 - дайындама; 7 - тоқ үстелі; 8 - аспаптық қорап



2.9-сурет. Тік орналасқан көпмақсатты білдекте бір қондырғы жүзінде корпусық бөлшектерді өңдеу кезінде орындалатын технологиялық өтпелдердің сұлбасы:

1 - бетті фрезерлеу; 2 - ұсақ тесіктердің бұрғылауы; 3 - пішін бойынша фрезерлеу; 4 - тесікті аунала фрезерлеу; 5 - басты тесіктің кеулейжонуы; 6 - жазуы; 7 - бұранда тесіктердің бұрғылауы; 8 - жырашықтың фрезерлеуі; 9 - Т-бейнелі саңылаудың фрезерлеуі; 10 - бұранданың белгімен кесуі; 11 - тесіктердегі дөңгелек жырашықтың фрезерлеуі

Бұл ИӨЖ-де корпусық бөлшектердің кең номенклатурасын өңдейді және қаралы, жартылай таза және таза жонғышты, кеулейжонғышты, бұрғылау, бұранданы кесу және басқа да операцияларды үш-төрт жақтан дайындаманың қайта орнатуынсыз жасайды.

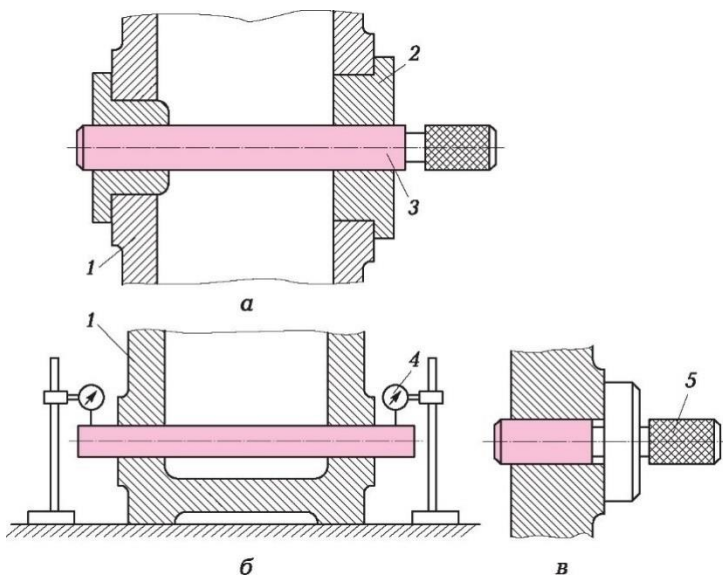
Орындалуы тиімсіз немесе СББ бар білдектерде мүмкін емес базалық беттер мен операциялардың алдын-ала өңделуі (мысалы, жоғары дәлдікті координаталы кеулейжонғыш, ажарлағыш немесе қашағыш жұмыстары) ИӨЖ-ден тыс жасайды. Кейбір кезде ИӨЖ-дің құрамына соңғы операциялар үшін қосымша құрал-жабдықтарды енгізуге болады. СББ бар білдектерден басқа КАЖ типтегі автоматтандырылған учаскінің құрамына дайындаманың алдын ала өлшеуі және белгілеу үшін координаталы белгі қою машина және түпкілікті өңделген корпустық бөлшектердің өлшеуі үшін бақылау-өлшеу машинасы енгізіледі. ИӨЖ-де корпустық бөлшектерді өңдеген кезде әдетте дайындамаларды тасымалдауда жерсеріктік тәсіл қолданылады. ИӨЖ-де бағдарлы технологиялық үрдісті құру ерекшеліктерінің бірі операциялардың бір білдекте максимал шоғырлануының қамтамасыз етуі, яғни бір қондырғы жүзінде технологиялық өтпелердің ең көп санын орындау мүмкіндігі болып табылады.

**Корпустық бөлшектердің бақылауы.** Әдетте корпустық бөлшектерде мынадай сипаттамаларды бақылайды:

- негізгі (базалық) беттер орналасуының турашылдығын және дұрыстығын;
- негізгі тесіктердің мөлшерлері мен пішіндерін;
- тесіктер осьтерінің осьтестігін;
- осьаралық қашықтарын;
- осьтердің параллельдігін және перпендикулярлығын;
- негізгі беттерге қарасты тесіктердің дұрыс орналасуын;
- тесіктердің осьтеріне қарасты шетжақтық беттердің перпендикулярлығы.

Беттердің турашылдығын деңгеймен немесе индикатормен бақылайды. Тесіктердің диаметрін өлшеу үшін әмбебап өлшеу құрылғыларды қолданады: индикаторлық және микрометрлік іш өлшеуіш, штангенциркуль, калибр-тығынды. Тесіктердің осьтестігін тегіс немесе сатылы бақылау түзеткіштермен бақылайды. Бұл түзеткіштерді h5 қвалитет бойынша және  $Ra$  0,63...0,16 мкм кедір-бұдырлықпен орындайды.

Үлкен диаметрлі тесіктерді бақылаған кезде өтпелі төлкелерді қолданады (2.10, *a* сур.). Параллельдіктің осьаралық қашықтық және ауытқуларды индикатормен, микрометрмен және штангенциркульмен тексереді. Тесіктердің негізі бетке қарасты дұрыс орналасуын (параллельдік) индикатор арқылы тексереді (2.10, *б* сур.). Тесіктер осьтерінің перпендикулярлығынан ауытқуын



2.10-сур. Корпустық бөлшектің бақылау схемасы (а-в):  
 1 - корпус; 2 - төлке; 3 - түзеткіш; 4 - индикатор; 5 - калибр

индикаторлары бар түзеткіштермен бақылайды. Беттердің шетжақтары перпендикулярлығының оське қарасты бақылауын қуыс бұрғы және калибр көмегімен индикатор арқылы орындайды (рис. 2.10, в сур.).

СББ бар арнайы бақылау-өлшеуіш құрылғылар корпустық бөлшектердің параметрлер кешенінің дәлдігін бақылауға мүмкіндік береді.

**Ірі сериялық өндірісте қораның құрамдық корпусын өңдеудің типтік үрдісі келесі операцияларды қамтуы мүмкін:**

- 05 - жазық ажарлағыш: жазық ажарлағыш білдекте жалғағыш жазығын алдын ала ажарлау;
- 10 - бұрғылайтын: кейінгі операцияларда екі саусақтарда бөлшекті базалау үшін қолданылатын 7 қвалитеттің дәлдігімен жалғағыш жазығында екі тесікті өңдеу;
- 15 - фрезерлеу: пневможетегі бар қысқыш төрторындық айлабұйымдарда төртайналдырғылы бойлай жону білдекпен бүйір жақтарды түпкілікті фрезерлеу (дайындаманы жалғағыш жазығы және екі тесіктер бойынша базалау);

- 20 - фрезерлеу: пневможетегі бар қысқыш төрторындық айлабұйымдарда сегіз айналдырғылы бойлай жону білдекпен корпустың қалған беттерін түпкілікті фрезерлеу (дайындаманы жалғағыш жазығы және екі тесіктер бойынша базалау);
- 25 - агрегаттық: қысқыш төрторындық айлабұйымда агрегаттық 32-айналдырғылы төрт позициялық білдекпен тесіктерді екіжақтан өңдеу (жалғағыш жазығы және екі тесіктер бойынша базалау);
- 30 - агрегаттық: агрегаттық төрт позициялық көпайналдырғылы білдекте тесіктерді екіжақтан түпкілікті өңдеу;
- 35 ажарлағыш: жалғағыш жазығын магнитті плитада жазық ажарлағыш білдекпен түпкілікті ажарлау (негіз жазықтары бойынша базалау);
- 40 - алмас-кеулейжону: қысқыш құрылғыда алмас-кеулейжону білдекпен жануыштауға деген әдіппен тесіктерді айналдырғының мойынтіректерінің астына кеулейжону (жалғағыш жазығы және екі тесіктер бойынша базалау);
- 45 - жануыш; тесіктерді мойынтіректердің астына жануыштау.

## 2.2. БІЛІКТЕРДІ ЖАСАУ

**Құрылмалық ерекшеліктері және жасау дәлдігі.** Кез-келген машинаның білігі оның ең жауапты тетіктерінің бірі болып табылады, себебі ол үлкен жүктемемен және көбінесе, үлкен айналымдармен жұмыс істейді. Осы себептерге байланысты біліктерді біршама жеңіл, бірақ берік, дәлірек айтсақ, қуыс және қабырғалары жұқа етіп жасауға ұмтылады. Турбиналардың, компрессорлардың, редукторлардың біліктерінің сыртқы үстіңгі беттері тегіс тегіс қылта, оймакілтек, бұранды, тісті доңғалақтардың тістері, ернемек, радиалды және осьті саңылаулар және басқаларының түрлі үйлесімін білдіреді.

Біліктердің жұмыс істейтін ауыр жағдайлары олардың үстіңгі беттерін дәлдеп өңдеуге және құрылмалық базасы болып табылатын

үстіңгі беттерінің өзара орналасу дәлдіктеріне қойылатын жоғары талаптарды айқындайды. Көптеген жауапты біліктердің дәлдігі келесі мәндермен сипатталады.

1. Мойынтірек қылтасына дәлдігі - 7-8-інші квалитет.
2. Жұмыс беті емес үстіңгі беттің дәлдігі - 9-10-ыншы квалитет.
3. Жұмыс бетінің геометриялық пішінінің дөңгелектен ауытқуы - 0,005...0,02 мм.
4. Жұмыс беті емес үстіңгі беттердің геометриялық пішінінің ауытқуы - 0,01...0,04 мм.
5. Осьтік саңылаулар дәлдігі - 9-10-ыншы квалитет.
6. Түйісетін үстіңгі беттерінің дәлдігі - 7-9-ыншы квалитет.
7. Бұрандының дәлдігі - бұрандыға арналған 6-8-інші квалитет.
8. Оймакілтектердің дәлдігі - 8-інші квалитет.
9. Жұмыс беттерінің өзара соғылуы - 0,05...0,2 мм.
10. Жұмыс бетінің кедір-бұдырлығы - 7- 10-ыншы класс.
11. Жұмыс беті емес үстіңгі қабаттардың кедір-бұдырлығы - 5-7-нші класс.

**Міндетті статикалық немесе динамикалық теңгерілім.** Төмен көміртекті болаттардан жасалатын біліктердің үстіңгі жұмыс беттерін 0,7...1,2 мм тереңдікке цементпен жабады. Кейбір біліктердің үстіңгі жұмыс беттерін 0,6...0,9 мм тереңдікке азотпен жабады. Жарықшақтар, қажамалар, сынықтар мен басқа да үстіңгі бет ақаулары болмауы керек.

Біліктерді 35, 40, 45, 40X, 40Г және басқа болаттан жасайды. Біліктер үшін дайындамаларды ыссы илемнен және калибрленген илемнен алады. Дара және ұсақ сериялы өндірісте, негізінен, илемнен алынған дайындамаларды оны келесі механикалық өңдеумен кесу арқылы алады. Салмағы 15 кг артық білік дайындамаларын еркін сомдау (қалыпсыз) әдісімен алу мақсатқа сәйкес.

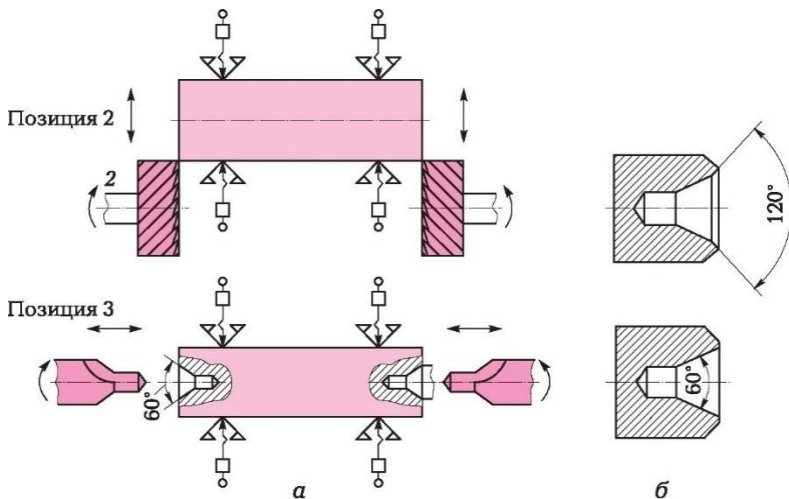
Орта сериялы өндірісте біліктерге арналған дайындамаларды илемнен төсемелі немесе топтастырылған қайта бапталатын қалыптарда келесі механикалық өңдеумен немесе сомдаумен кесу арқылы алынады. Бағдарламамен жүргізілетін сомдаушы машиналарда айналмалы сомдауды кеңінен қолданады. Ірі сериялы және жаппай өндірісте біліктер үшін дайындамалар үшін негізінен, илемді кесу (кестерге) арқылы алады, ол келесіде минималды әдіптерді (1,5...2 мм) және дайын біліктің пішіндемесіне дайындаманың пішіндемесінің максималды жақындауын қамтамасыз ететін қымбат қалыптарға сомдалады.



Біліктердің дайындамаларын дайындама цехтарының механикалық цех бөлімшелерінде жасайды, мұнда ұста-баспақ жабдықтарынан басқа түзетуші-калибрлеуші, кескіш, жонғыш-центрлеуші, центрлеуші, жону-сыдырушы және басқа да білдектер орнатылады. Бұл жабдықтарда илемді кесуді және оны соғылмалар мен қалыптаманы (ұста-баспақ жабдық) алу үшін сомдауды орындайды, илемді түзетуші-калибрлеуші білдектерде орнындағы және жалпы қисықтықты түзету, түзетуден кейін илемді кесу мақсатында орындайды.

Кесуді кескіш білдектерде орындайды, олар дискілі сегментті аралармен, резеңкелі біріктірмелердегі және соғылма кенептердегі ажарлаушы дөңгелектермен жұмыс істейді. Илемді кесу әдісін таңдау өндіріс түріне, дайындама диаметріне және материалдың қаттылығына байланысты болады. Илемнен даналы дайындамаларды алудың ең өнімді әдісі баспақтарда кесу болып табылады. Бұл әдіс өндіріс тиісті түрде ұйымдастырылғанда барлық өндіріс түрлерінде қолданылуы мүмкін. Біліктердегі орталық саңылауларын ұңғылау мен шеттерін өңдеу сериялы өндірісте атаңқты үлгідегі МР77 және МР78 мод. Жонғыш-центрлеуші жартылай автомат білдектерде орындайды.

2.11-суретте, *a* сериялармен жасалатын тетіктерді өңдеуге арналған МР77 мод. жонғыш-центрлеуші жартылай автоматтарындағы баптау схемасы көрсетілген. Позиция 1 (көрсетілмеген) - тиегіш, дайындаманы орнатуға және босатуға арналған. Позиция 2 екі жағынан да шеттерін жонады, позиция 3

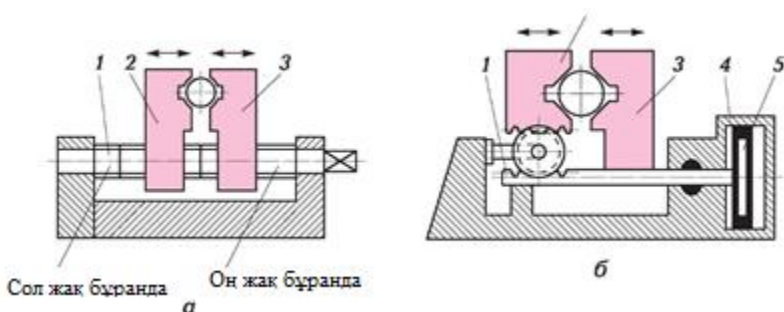


2.11-сурет. Білікті өңдеуге (*a*) және центрлі тесіктердің конструкциясын (*б*) өңдеуге арналған жонғыш-центрлеуші жартылай автоматты баптау схемасы

- центрлі саңылауларды ұңғылау.  $120^\circ$  сақтандырғыш жүзі бар және жүзі жоқ центрлі тесіктердің конструкциясы 2.11-суреттің *б* нұсқасында көрсетілген. Бір позициядан екінші позицияға дайындаманың орнын ауыстыру атанақты  $120^\circ$  бұрумен жүзеге асырылады.

Шетжақтарын жеке жону мен центрлі тесіктерді бұрғылауды кеңінен қолданады. Бұл операцияларды 73С1 мод. және басқаларының бір және екі жақты центрлі білдектерінде және жону білдектерінде жүргізеді. Жеке-дара және ұсақ сериялы өндірісте шетжақтарын өңдеу мен центрлі тесіктерді бұрғылауды екі рет жонғыш-бұрама кескіш білдектерде жүзеге асырады.

Автоматты желілерде шетжақтарды жону үшін А981 мод. білдектерді және центрлеу үшін А982 мод. білдектерін қолданады. Жонғыш-центрлеуші білдектердің басты артықшылығы шетжақтарды дәлдеп өңдеу мен бір рет өткенде қайта тесіктерді өңдеу мен минималды қатесі бар технологиялық базаларды құру болып табылады. Осы білдектерде призмалы пішініндегі өзі центрленетін еріншесі іскенжелерді қолданғанда (2.11-суреттің, *а* іскенжелерді орнату МемСТ 3.1107-81 «Бірыңғай технологиялық құжаттама жүйесі. Тіреулер, қысқыштар және орнатушы құрылғылар. Графикалық атаулары» бойынша көрсетілген) бұрғылау айналдырғы осінің дайындама диаметріне байланысты дайындама центрінің күйін орнығуы қамтамасыз етілген. 2.12-суретте жону-центрлеуші білдектерде және центрлеуші білдектерде қолданылатын призмалы пішіндегі еріншелері бар өзіцентрлеуші іскенжелер көрсетілген. 2.12.-суреттің *а* көрсетілген іскенжелер ұшынды бүрлі бағытталған бұрандысы бар бұрамамен 1 жабрақталған. Іскенженің бұрамасы (электр қозғалтқышымен немесе қолмен) айналғанда 2 және 3 бірігеді де, дайындаманы бекітеді немесе ашылады. 2.12-суреттің *б* көрсетілген іскенженің жетегі пневматикалық. Цилиндрдің оң жақ қуысына 4 қысылған ауа



2.12-сурет. Призмалы еріншелері бар өзі центрлеуші іскенже (*а*, *б*)

келіп түскенде піспек 5 пен соташық 1 еріншемен 3 бірге сол жаққа жылжиды да, ал ерінше төрткілдеш 2 берілістің арқасында - оң жаққа жылжиды да, қысу болады. Бұл іскенжелер центрлі тесіктердің орнатылатын біліктің диаметріне байланысты емес күйінің тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

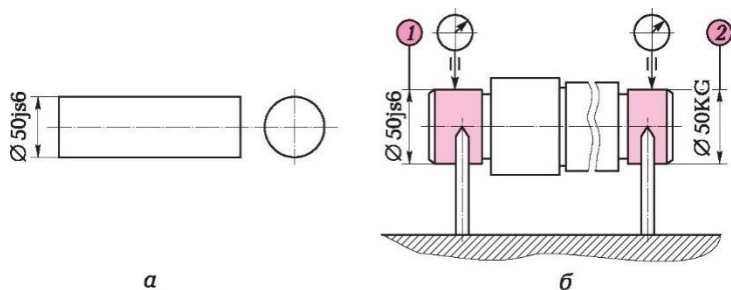
**Біліктерге қойылатын техникалық талаптар, оларды қамтамасыз ету және бақылау әдістері.** Жылдамдықтар, редуكتورлар мен қалыпты дәлдіктегі өзге механизмдердің қораптарында орнатылатын біліктерге келесі талаптар қойылады:

- тербеліс мойынтірекеріне қылта дәлдігі және тісті доңғалақтар 6-ншы квалитет шегінде болуы тиіс (қондырма h6, js6, k6 және т.б.), кедір-бұдырлығы  $Ra\ 0,8 \dots 0,4$  мкм;
- мойынтірекерге қылта цилиндрлеріне және дөңгелектілігіне рауасы шамамен  $0,25 \dots 0,5$  рұқсат жасауға;
- тісті доңғалақтарға қылтаның радиалды соғу рауасы мойынтірекердің қылтасына қарай  $0,01 \dots 0,03$  мм;
- мойынтірекерге қылта осі рауасы  $0,01 \dots 0,02$  мм;
- қылта мойынтірекерінің жалпы осімен салыстырғанда оймакілтек беттерінің тістері мен тартажонғыш бунақтарының бүйір жақтарының симметриялы рауасы  $0,03 \dots 0,05$  мм.

Техникалық талаптарды қамтамасыз ету үшін келесі әдістер қолданылады. 6-ншы квалитет қылтасының диаметрлерінің дәлдігі және кедір-бұдырлығы  $Ra\ 0,8 \dots 0,4$  мкм H класты дөңгелекті ажарлаушы білдектердің центрлерінде жетеді. Бұл операцияны тазартып жонудан кейін орындайды. Цилиндрлік пен дөңгелектен ауытқуға қатты рұқсат дөңгелектеп ажарлаумен қамтамасыз етіледі, ол түзету кезінде дірілді болдырмайтын дәлдеп өлшеуге түседі.

Үстелді оның бойлық орнын ауыстырудың бағыты үлкен дәлдікпен білік центрінің осі бағытымен сәйкес келетіндей орнату керек. Бұл мақсат үшін дөңгелекті ажарлаушы білдектерде микронды дәлдіктегі дайындамасымен үстелді бұру механизмі бар. Радиалды соққыны болдырмас үшін олардың ажарлануына қылта осьтілігін бір реттен орындау керек. Алайда, дөңгелектеп ажарлаушы білдектерде центрлер айналмайтындықтан, қылтаны ажарлауды бір және одан көп орындалады, ось жоғары дәлдігін қамтамасыз ете отырып, радиалды соққыға рұқсат беріледі.

Кілтекті бунақтардың бүйір жақтарының симметриялылығы бунақты жону кезінде призмадағы біліктің айлабұйымдарын қолдануды қамтамасыз етеді. Бұл жағдайда жонғыш білдекті



2.13-сурет. Цилиндрлік пен дөңгелектіктен (а) және осьтілігінен ауытқуды өлшеу схемасы

баптаған кезде жонғыштың осі мен бірінші тетіктегі біліктің осінің сай келуіне қол жеткізу керек. Оймакілтекті үстіңгі беттердің тістерінің бүйір жақтарының симметриялылығы оймакілтекті жону және оймакілтекті ажарлау білдектерінде баптау кезіндегі білік мен құралдың өзара орналасуымен қол жеткізіледі.

**Білік элементтерінің дәлдігін бақылау.** Орта сериялы өндірісте дәлдікті бақылауды әмбебап өлшеу құралдарымен және калибрлермен жүргізеді. 6-ншы және 7-нші квалитет дәлдігінің қылталарын иіңтіректі қапсырмаларымен немесе 0,002 мм иіңтіректі шкалаларға бөлінген микрометрлермен және калибр-қапсырмалармен өлшеуді, не болмаса цилиндрлік пен дөңгелектілік рауасын өлшеуді (2.13-сурет, а). 8-інші, 9-ыншы квалитет қылталарын 0,01 мм бөлу мөлшері бар микрометрлермен өлшейді. 10-ыншы квалитет қылтасын және одан үлкендерін 0,1...0,05 мм нониус бөлу мөлшері бар штангерциркульмен өлшейді.

Радиалды соғу мен қылта осьтілігінен ауытқуды берілген рауасына байланысты 0,01...0,002 мм бөлу мөлшері бар индикатордың көмегімен призмаларда немесе центрлері бар айлабұйымда өлшейді (2.13-сурет, б), кілтекті бунақтың бүйір жақтарының симметриялылығы және оймакілтекті үстіңгі беттерін кешенді калибрлеуші-сақиналармен және басқалармен тексереді.

**Білікті жасаудың үлгілік технологиялық процесі** (2.1-кесте).

Беру: білік - білік топтарының өкілі (2.14-сурет); материал - болат 45; өндіріс түрі - орта сериялы; дайындама - қалыптама.

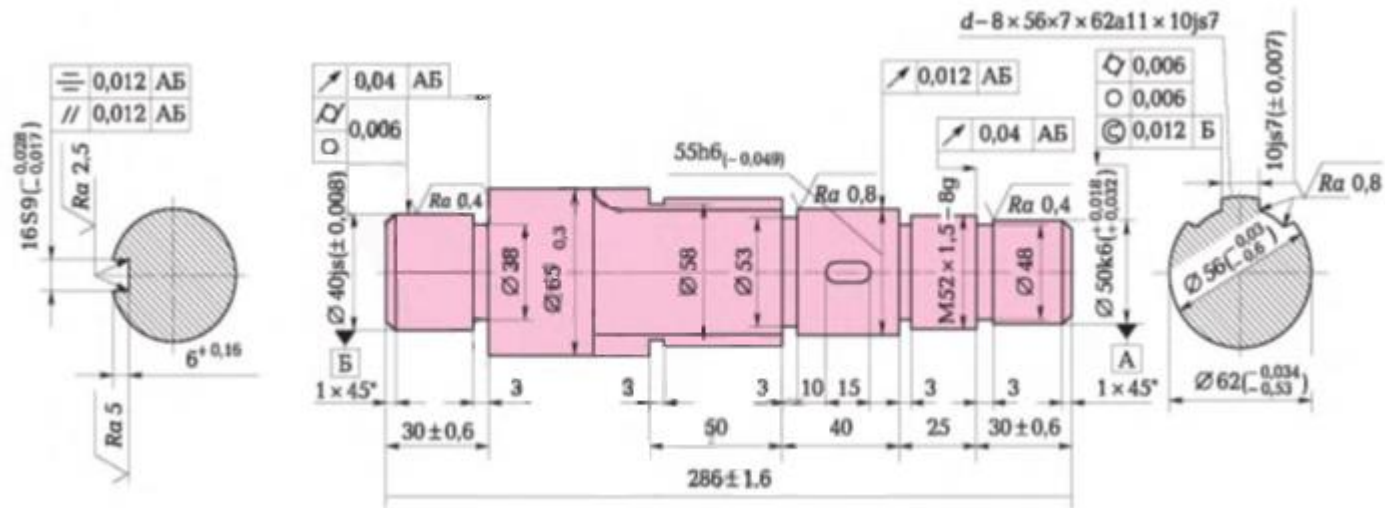
Білікті жасаудың үлгілік технологиялық процесі келесі операциялардан тұруы мүмкін:

- 05 - жону-центрлеуші (код 4269): шетжақтарын жону және центрлі тесікті қорытынды бұрғылау. Білдек - жону-центрлеуші мод. МР76М (код 381825).

2.1-кесте. Сериялы өндірісте біліктердің түрлі үстіңгі беттерін өндеудің үлгілік технологиялық операциялары

Біліктің үстіңгі беті	Квалитет	Кедір-бұдырлығы Ra, мкм	Операцияларды орындау сипаттамасы мен бірізділігі (өтулер)
Цилиндрлі және конусты шынықпаған	11 және одан үлкен	25 және одан үлкен	Н класты білдектерде қаралтым жону
	9 және одан үлкен	3,2 және одан үлкен	Н класты білдектерде қаралтым және таза жону
	6 - 8	1,0...0,4	Н класты білдектерде қаралтым, таза жону және дөңгелектеп ажарлау П класты білдектерде қаралтым және таза жону
Цилиндрлі және конусты шыныққан	6 - 8	1,6...0,4	Н класты білдектерде қаралтым және таза жону, шыңдау, дөңгелектеп ажарлау
			П класты білдектерде қаралтым және таза жону
			Н класты білдектерде қаралтым, таза жону, шыңдау, дөңгелектеп ажарлау
			Бор нитриді (композит 01), карбонад (мысалы, АСПК маркасы) және басқаларының негізінде тым қатты кескіш материалдарды қолдана отырып, П класты білдектерде қаралтым және таза жону
Оймакілтекті шыныққан	6 сыртқы диаметрі үшін	1,6... 0,4	Қаралтым, таза жону, дөңгелектеп ажарлау және оймакілтекті ажарлау

Біліктің үстіңгі беті	Квалитет	Кедір-бұдырлығы Ra, мкм	Операцияларды орындау сипаттамасы мен бірізділігі (өтулер)
Оймакілтекті шыныққан	6 сыртқы диаметрі үшін	1,6...0,4	Қаралтым, таза жону, оймакілтекті жону, шынықтыру және оймакілтекті шынықтыру
Шынықтырылатын оймакілтекті үстіңгі беттер	6, 7 ішкі диаметрі үшін	1,6...0,4	Қаралтым, таза жону, оймакілтекті жону, шынықтыру және оймакілтекті ажарлау
			Таза жону, оймакілтекті жону, шынықтыру және оймакілтекті жону
Цилиндрлі кілтекті бунағымен	8, 9 бунақ еніне арналған, 6 - 8 сыртқы диаметрі үшін	0,4; 1,6; 0,8	Қаралтым, таза жону, кілтекті жону және дөңгелектеп ажарлау
			Таза жону, кілтекті жону және дөңгелектеп ажарлау
Қалыпты және ұсақ адымды бекіту бұрандысы	8h-8g	1,6	Қаралтым, таза жону, бұрандыны бұранкескішпен немесе бұрандыны жонумен кесу
			Таза жону, бұранкескішпен немесе кескіштермен кесу
			Жартылай таза жону және бұрандыны бүрлеу
Қалыпты және ұсақ адымды бұрандылы	4h - 6g	0,8	Қаралтым, таза жону және бұрандыны кескіштермен кесу
			Қаралтым, таза жону, бұрандыны бүрлемдеу және бұрандыны ажарлау



2.14-сурет. Үлгілік білік

Өлшемдердің шекті көрсетілмеген ауытқулары:  
біліктердің h14, тесіктердің H14, қалғандардың ±  
IT14/2

Айлабұйым - призма пішініндегі өзі центрленетін еріншелері бар іскенжелер, жетегі пневматикалық (код 396131). Базалау - сыртқы үстіңгі беттері мен дайындаманың бір шетжағы бойынша. Құралдар - шетжақ жонғыштары диаметрі 100 мм, тістерінің саны 12, кесетін бөлігінің материалы Т14К8 (код 381855), центрлеуші бұрғы диаметрі 5 мм, материалы Р6М5 (код 391242). Өлшеуші құрал - штангенциркуль ШЦ-I, өлшеу диапазоны 400 мм, нониус бөлу мөлшері 0,1 мм (код 393310 баптау үшін), ұзындықты бақылау үшін шаблон 286±0,6 (код 393610 жұмыс істеу үшін);

- 10 - жону-көшіру (код 4117): 50к6; 55h6; 52; 62 және 65 мм диаметрлі үстіңгі беттерін қаралтым қайрау. Білдек - жону-гидрокөшіргіш жартылай автомат мод. 1Н713 (код 381115). Айлабұйым - пневможетегі бар центрлер (код 382840) мен жетектемелі патрон (код 396115). Құрал - өткіш кескіш, оң жақ қимасы 25^20 мм, кесу бөлігінің материалы Т14К8, сызбадағы бас бұрышы  $\phi = 45^\circ$ , артқы бұрышы  $a = 8^\circ$  және алдыңғы бұрышы  $u = 2^\circ$  (код 392101). Өлшеу құралы - штангенциркуль ШЦ-I, өлшеу диапазоны 125 мм, нониус бөлу мөлшері 0,1 мм (код 393310 баптау үшін), калибр-қысқыштар - 51; 5h14; 53; 5h14; 56; 5h14; 63, 5h14 (код 393120 жұмыс істеу үшін);
- 15 - жону-көшіру (код 4117): үстіңгі бетті 40js6 және 65 мм диаметрінде қаралтым қайрау (басқа деректер 10 операцияда берілген);

20 - бағдарламалық басқарумен жону: үстіңгі бетті 50к6, 55h6, 40js6 диаметрімен жонып, ажарлауды 65; 60a11; 52 диаметрінде түсіру, жону диаметрі 38; 48; 53; 58 мм және жүзі 1 x 45° қорытындылау. Білдек - жону 16К20Т мод. ЧПУ (код 381021). Айлабұйымы - жетектеуші қалқымалы центр қалқымалы бөлігінің диаметрі 36 мм (код 392840). Дайындаманы базалау - центрлі тесіктер мен сол шетжағы бойынша диаметрі 10 мм. Құралдар - өткіш кескіштер, оң және сол жақ қимасы 20 x 25 мм, кескіш бөлігінің материалы Т14К8;  $\phi = 90^\circ$  (код 392101), кескіш , кескіш бөлігінің ені 3 мм, кескіш бөлігінің материалы Т14К8 (код 392112); сол және оң үлгілемді кескіштері  $\phi = 45^\circ$  (код 392114). Өлшеу құралы - штангенциркуль ШЦ-I баптау үшін, калибр-қысқыштар жұмыс істеу үшін - 40, 3h9; 50, 4h9; 60a11; 65<sub>0,3</sub>;



- 25 - кілтекті-жону (код 4272): ойық кілтекті 16S9 ақырғы жону. Білдек - кілтекті жонғыш жартылай автомат мод. 692A (код. 381610). Айлабұйымы - призмалы негіздемесі мен пневматикалық жетегі бар іскенже (код 396131). Базалау - үстіңгі бетінен диаметрі 58h6 және шетжағынан диаметрі 62 мм. Құрал-сайман - кілтекті жүзінің диаметрі 16 мм, кескіш бөлігінің материалы Т14К8 немесе Р6М5 (код 391826 немесе 391856). Өлшеу құралы - штангенциркуль ШЦ-I (код 393310), калибр-тығын 16S9 (код 393110);
- 30 - ойма кілтекті жонғыш (код 4260): оймакілтектерді ажарлауға орын қалдырып жону. Білдек- ойма кілтекті жонғыш мод. 535013 (код 381630). Айлабұйым - жетектемелі құрылғы (код 39615), центрлері (код 392840). Базалау - центрлі тесіктерінен. Құрал -Р6К5 маркалы бұрамдық оймакілтекті жонғыш,  $d-8 \times 56 \times 7 \times 62a11 \times 10js7$  (код 391810). Өлшеу құралы - кешенді калибр-төлке (код 393180);
- 35 - оймакілтекті ажарлағыш (код 4142): оймакілтектерін ақырғы ажарлау. Білдек - оймакілтекті ажарлаушы мод. 3Б450 (код 381315). Айлабұйымы - центрлері (код 392840), жетектемелі құрылғы (код 396115). Базалау - центрлі тесіктерінен. Құрал - ажарлаушы бейіндік шарықтас ПП250 х16 х7624А25ПСМ15 К435М/С2КЛА (код 397111). Өлшеу құралы - кешенді калибр-төлке (код 393180), тегіс микрометр өлшеу диапазоны 50...75 және 0...25 мм және де бөлу мөлшері 0,01 мм (код 393310) ішкі диаметрін және тістердің (оймакілтектердің) қалыңдығын өлшеу үшін;
- 40 - дөңгелектеп ажарлаушы (код 4131): үстіңгі бетін 50k6, 55h6, 40js6 диаметрінде ақырғы ажарлау. Білдек - дөңгелектеп ажарлаушы (код 381311) мод. 3М150А. Айлабұйым - центрлер (код 393840), жетектемелі құрылғы (код 396155). Базалау - центрлі тесіктері бойынша. Құрал - ажарлаушы шарықтас ПП350 х 50 х 12724А25ПСМ15К435М/С2КЛА (код 397111). Өлшеу құралы - иінтіректі қапсырмалары өлшеу диапазоны 25.50 және 50.75 мм бөлу мөлшері 0,002 мм баптау үшін (код 394240), калибр-қапсырмалар 40js6, 50К6 (код 393120);

- 45 - бұранды жонғыш (код 4271): бұранды жону М52 х 1,5 - 8g ақырғы. Білдек - бұранды жонғыш (код 391632) мод. 5Б63Г. Айлабұйымдары - центрлер (код 392840), жетектемелі құрылғы (код 396115). Базалау - центрлі тесіктері бойынша. Құрал - бұранды тарақты жонғыш маркасы Р6М5 (код 391810). Өлшеу құралы - бұранды калибр-сақиналар М52 х 1,5 - 8g (код 393140).

Берілген топтың нақты біліктеріне жұмыс маршрут процестерін құрған кезде операциялардың бір бөлігі түсірілуі мүмкін (мысалы, білікте бұранды, оймакілтектері, кілтекті бунақтары немесе басқалары болмағанда). Келтірілген процестің кейбір операцияларында білікті өңдеуге және өлшеуге қажетті кескіш және өлшеу құралдарының барлығы аталмаған.

Біліктерді жону өңдеуі кезінде цилиндрлі, конусты, оймакілтекті, бұранды және өзге үстіңгі беттерді жөрмелейді. Бұл ретте алынатын үстіңгі беттердің дәлдігі мен кедір-бұдырлығы 2.2-кестеде келтірілген. Біліктерді жонып өңдеу кезіндегі технологиялық базалар білік білдегіне орнатылған сол шетжағы мен центрлі тесіктер болып табылады. Бұл шетжақтан осьтік және сызықтық өлшемдердің дәлдігін қамтамасыз етуге ыңғайлы, себебі құралкүймешіктердің бойлық жылжуын шектейтін тірек жүйелері айналдырғы белдемесімен байланысты. Жонып өңдеу өндіріс үлгісі мен біліктердің құрылымына байланысты түрлі білдектерде орындайды: жеке-дара және ұсақ сериялы өндірісте - жонғыш-бұрама кескіш және ЧПУ жону білдектерінде, орта сериялы өндірісте - көп кескіштерде және басқаларында.

2.15-суретте, *a шлемнен алынған дайындаманы өңдеу кезінде* көп кескішті білдекті баптау схемасы. Бұл жағдайда баптауды әдіпті бөлу әдісі бойынша өткізеді. Кескіштермен 2 және 3 алынатын әдіптер тым үлкен, және олардың бір жұмыс барысында кетіру қиындатады. Сондықтан кескіш 1 жұмысын оң шетжағынан бастайды, әдіпті I кеседі, ал кескіштер 2 және 3 әдіптің қалған бөліктерін II және III кеседі. Бұл жағдайда кесудің қосынды қуаты кескіштің қайрайтын сатысына келетін әдіпті кесуден кем болады. Бұл әдісті қозғалтқыштың қуаты жетпегенде де қолданады.

Машина уақыты

$$t_{\text{маш}} = (I_1 + I_2 + I_3 + I_{\text{кпр}})/(nS),$$

**2.2-кесте. Болаттан және сұр шойыннан жасалған дайындамаларды өңдеу кезіндегі орташа экономикалық дәлдік пен кедір-бұдырлылық**

Операция	Квалитет	Ra, мкм
Сыртынан жону және кеулей жону:	12 және одан үлкен	12,5
алдын- ала	10 және одан үлкен	3,2...1,6
таза	5 - 6	0,6...0,4
II класты білдектерде жұқа		
Жонғылау:	12 және одан үлкен	6,3
алдын-ала	8	3,2... 1,6
Бұрғылау	11, 12	6,3.3,2
Үңгілеу	10 және одан үлкен	3,2. 1,6
Жаймалау:	8 және одан үлкен	1,6...0,8
алдын-ала		
таза	7	0,8...0,4
Тесікті тартау жону	8, 7	0,8...0,4
Сыртқы және ішкі ажарлау:		
таза	7	0,4.0,2
II класты білдектерде жұқа	5, 6	0,1.0,05
Ысқылау	5 және дәлірек	0,1.0,25
Бабына жеткізу	4 және дәлірек	0,05 және кемірек
Жануыштау	5 және одан үлкен	0,05.0,025
Аса ажарлау	5 және одан үлкен	0,05 және кемірек

мұндағы  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  - білік сатыларының ұзындықтары, мм;  $I_{кiр}$  - кіреkesу шамасы, мм;  $n$  - айналу жиілігі, мин<sup>-1</sup>;  $S$  - берілісі, мм/айн.

**Қалыпталған сатылы дайындамаларды өңдеген кезде** баптауды өңдеу ұзындығын бөлу әдісі бойынша орындаған дұрыс (2.15-сурет, б). Бұл жағдайда кескіш 1 сатыны ұзындығымен  $I_1$  қайрайды, ал кескіш 2 - ұзындығы  $I_2$  сатысы және т.б.

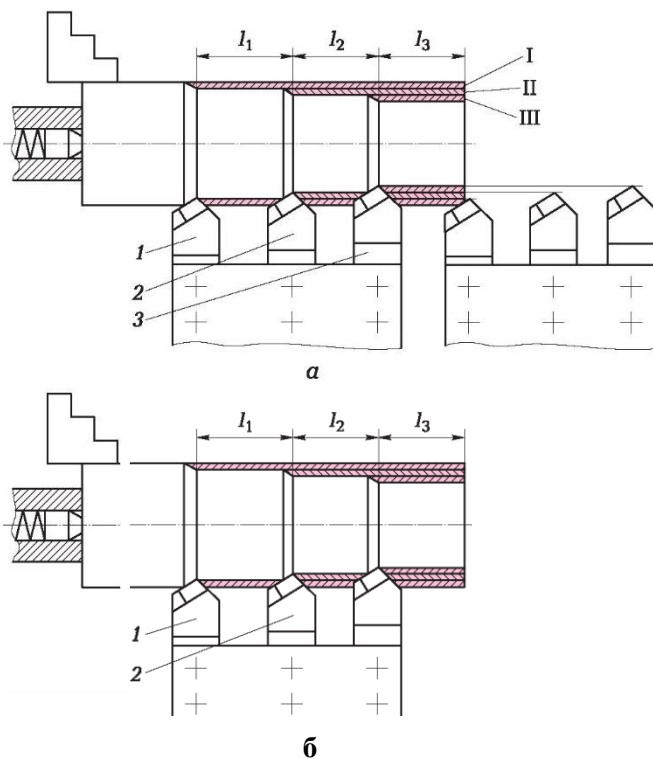
Машина уақыты

$$t_{\text{маш}} = (l_1 + l_{\text{кр}}) / (nS),$$

мұндағы  $l_1$  - ең үлкен ұзақтықтың ұзындығы, мм.

Кейде көп кескішті білдекті баптаған кезде қарастырылған екі әдісті қолданады, яғни өңдеуді бөлу және алынатын әдіптің ұзындығын бөлу арқылы өңдейді.

Ұсақ және орта сериялы өндірісте біліктерді қайрау үшін гидрокөшіру автоматтары мен жартылай автоматтарын қолдану мақсатқа сай болады. Гидрокөшіру қайрау ұзындықты бөлу әдісімен өңдеуге болмайтын үстіңгі бетіне қойылатын жоғарғы талаптардың қылта ұзындықтарымен біліктерді таза жону келеді. Бұдан басқа, көшіріп таза өңдеу кезінде біршама жоғары дәлдік қамтамасыз етіледі. Көп кескішті және гидрокөшіру жартылай автоматтарының центрінде біліктерді өңдеген кезде сызықтық өлшемдердің тұрақты



2.15-сурет. Білікті өңдеу кезінде көп кескішті білдекті баптау (а, б)

тұрақты базасынан ұстау үшін қалқымалы алдыңғы центрлерді қолдану ұсынылады.

Жонып өңдеу үшін гидрокөшіргіш жартылай автоматты 1708, 1Н713, 1Б732 және 1Б732Ф3 мод. қолданады. Гидрокөшіргіш жартылай автоматтарда біліктерді қайрау даярлау-аяқтау уақытының уақытының шығындарын және техникалық қызмет көрсету уақытын қысқартуға мүмкіндік береді.

Ірі сериялы және жаппай өндірісте ұзындығы шағын және үлкен диаметрлі біліктерді қайрау үшін көп шпиндель жонушы жартылай автоматтар 240-6П, 11А261П мод. және басқалары қолданылады. Жартылай автоматта алты немесе сегіз позицияның болуы бүкіл жонып өңдеуді жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Әрбір позицияда өңдеуді бір немесе екі кескішпен жүргізеді. Бұл ретте дайындама центрінде немесе патронына бекітіледі.

**ЧПУ жону білдектерінде біліктерді өңдеу.** Ұсақ сериялы өндірісте экономикалық жағынан мақсатқа сәйкес сатылы біліктерді 16К20Т, 16К20Т1, 16К20Ф3С5, 1713Ф3 ЧПУ және басқаларында өндегенде қолданады.

Басқарушы бағдарламаны (ББ) әзірлеген кезде құралдардың қозғалу траекториясын айқындайды және траекторияның тірек нүктелерінің координаттарын есептейді. Құралдың қозғалыс траекториясы ЧПУ білдектерінде оның бірізді орнының (тірек нүктелерінің) қатары түрінде беріледі, олардың әрқайсысы сандармен анықталады. Алынған ақпаратты операциянды есептеу-технологиялық картасына (ЕТК) енгізеді де, содан кейін белгілі түрде геометриялық және технологиялық параметрлерін бағдарламалау картасына, сондай-ақ білдектің жұмыс циклдарын басқаруға қажетті командаларды жазып алады. Алынған деректерді белгіленген кодында бағдарлама тасымалдаушысына жазады. Дайындалған ББ қолданар алдында тексереді де, және егер қажет болса, түзетеді.

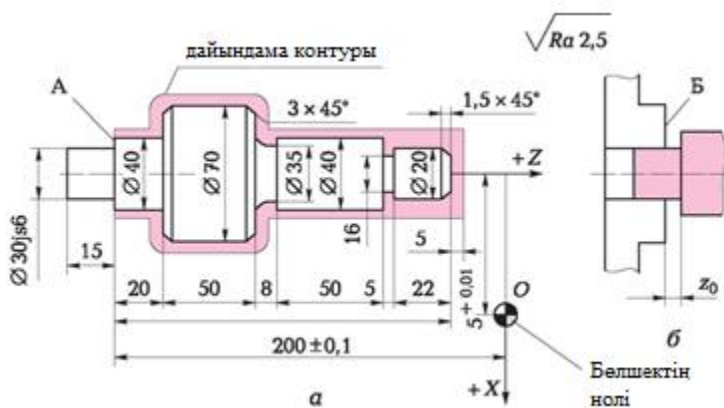
ЧПУ жону білдектерінде орнатудың екі дәстүрлі схемасы ең көп қолданысқа ие болды: центрінде (біліктердің дайындамалары үшін) және патронда (дискілер мен төлкелердің дайындамалары үшін).

Центрлер, өзіцентрлейтін патрон немесе цанговый қысқыш автоматты түрде білдектің Z осінің координатымен дайындаманың осінің бағытын үйлестіреді. Құралдың орнын ауыстыруды бсанауды бастаудың орналасқан жерін анықтау үшін (тетіктің ноі) дайындаманың базалық шетжағы болуы керек, ол жеткілікті дәлдікпен және тұрақтылығымен дайындаманың Z осі бойынша санау басталатын жерден бірдей қашықтықта болатындай қамтамасыз етуі керек.

2.16-суретте,  $a$  сатылы білік көрсетілген, технологиялық базасы өңделген цилиндрлі қылта 030js6, шетжағы А және центрлі тесігі (артқы бабка жағынан) болып табылады. Шетжақтан А қашықтықта ( $200 \pm 0,1$ ) мм тетік нолінің күйінің нүктесі ( $O$ ) көрсетілген. Қандай қашықтықта  $z_0$  білдек нолінен  $Z$  осімен патрон жұдырықтарының Б беті орналасқандығын білу керек (2.16-сурет, б).

Тетіктің базалық шетжағынан А өлшемін берілген рұқсат шегінде алу үшін оны орнатуға және оның салыстырмалы түрде орналасуына санауды бастау үшін рауалы ауытқудың жартысынан артық болмауы керек. Осі  $X$  бойынша санаудың басталуы дайындаманың максималды диаметрі мен ең мүмкін өңдеу диаметрі арасындағы аймақта орналасады. ЧПУ жону білдектерінде құралдың автоматты ауысуымен негізінен, құрал бастиектердің бірнеше позицияларын өңдеу үшін қолданылады. Тетіктің ноль координатасын ең үлкен кескіштің кесуші кесектерінің шығының күйінен тағайындайды. Басқа құралдардың ББ бастапқы күйіне шығуы үшін құралдың бос жүруін қарастырады.

ЧПУ жүйесі бар білдектерді жонып өңдеу үшін мини-ЭЕМ (микропроцессорлық жүйелер) базасында шығарады. Бұл жүйелерде оператор ББ қолмен пернелердің көмегімен енгізе алады, олар басқару панелінде орналасқан, ББ жүйенің жадында сақталады. ЧПУ жүйесінің бұл класы «Электроника НЦ-31» 16K20T1 мод.білдегімен жарақталған, оның алты позициялы револьвер бастиегі бар. Нөлдік нүктені  $X$  осі бойынша білдек центрлерінің осінде, ал  $Z$  осі бойынша - патрон жұдырықшаларының немесе шпиндель шетжағының бетінен кейбір арақашықтықта (4...5 мм) (2.17-сурет, а). Бастапқы нүкте күйі  $BH) 0_1$ , одан құралды дайындамаға өңдеудің (басында әкеледі



2.16-сурет. Бөлшектің нолін анықтау сызбасы

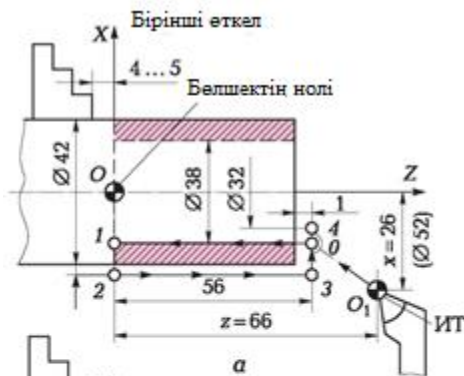
де, оған өңдеуден кейін құралды ауыстырғанда соңғысы дайындамаға немесе білдектің тораптарына тимейтіндей таңдап алынады, ал тетіктерді алған кезде соңғысы құралға тимеуі керек. БН құралдың позициясының ауысуы болады.

Құралдың қозғалу траекториясын құру үлгілері екі цилиндрлі бетті өңдеу үшін екі өткенде бір кескішпен кесілуі 2.17-суретте көрсетілген. Құралдың қозғалу бағыты нұсқармен көрсетілген, құралдың жұмыс барысы тұтас сызықпен, ал бос жүруі - үзік сызықтармен белгіленген.

БН күйін тетіктің ноліне қарай таңдап аламыз ( $x = 26$  мм,  $y = 66$  мм). БН (2.17-сурет, а қараңыз) жылдам жүрісінде кескішті нольдік тірек нүктеге  $O$  ауыстырамыз. Нольдік тірек нүктесінің күйі тетіктің координаттар жүйесінде келесі өрнектер таңдап алынады:  $X$  осі бойынша - тетіктің сызбасын есепке алғанда, аралық өту өлшемі мен цилиндрлі беттің диаметрінің рұқсаты (мысалы, 38 мм диаметрінде);  $Z$  осі бойынша - тетіктің базалау нүктесіне байланысты (тірек нүктесінің күйінің дәлдігі 5) нольдік тірек нүктені тетіктің шетжағынан белгілі бір арақашықтықта орналастыру қажет (мысалы, 1 мм арақашықтықта). Тетіктің ұзындығын есепке ала отырып ( $l=55$  мм) және тетіктің шетжағынан таңдап алынған арақашықтыққа байланысты ( $I_1 = 1$  мм) нольдік тірек нүктесі тетіктің ноліне қарай 56 мм арақашықтықта болады. Нольдік тірек нүктенің мұндай күйі кескішті жеделдетілген жүрісте тетікке бұрғылаудан сақтандыруға мүмкіндік береді.

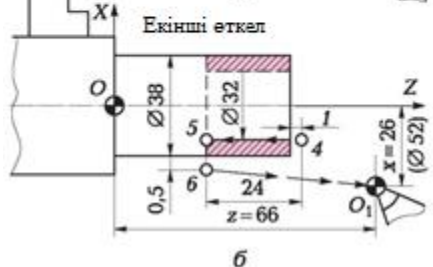
Нольдік тірек нүктеден тірек нүктеге 1 кескіш жұмыс жүрісінде ауысады (цилиндрлі беттің өңделуі). Тірек нүкте 1 келесі координаттарда болады:  $X$  осі бойынша - алдыңғы тірек нүктенің мәні, яғни диаметрі 38 мм тең;  $Z$  осі бойынша - 0 мм, себебі ноль тетіктің сол шетжағында орналасқан. Тірек нүктеден 1 тірек нүктеге 2 кескішті жұмыс барысында (тетіктің бірінші шетжағының өтуі) орнын ауыстырады. Тірек нүктенің 2 координаттары  $X$  осі бойынша 43 мм диаметрге тең (дайындама өлшеміне рұқсат есебі мен 100%-тік кесу кепілдігін тірек нүктенің 2 бойымен  $X$  координаттары цилиндрлік беттен кейбір қашықтықта беріледі - 42 мм, мысалы 0,5 мм арақашықтықта);  $Z$  осі бойынша - алдыңғы тірек нүктесінің мәні.

Тірек нүктеден 2 тірек нүктеге 3 кескіш жеделдетілген жүріспен жылжиды. Тірек нүктенің 3 координаттары  $X$  осі бойынша - 43 мм;



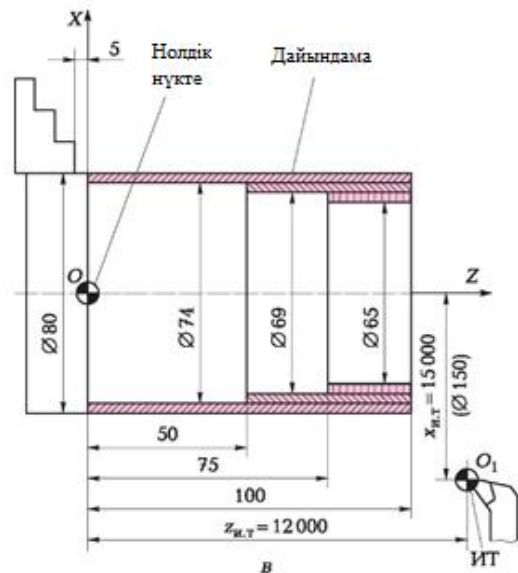
Бірінші өткел

Тірек нүктенің номері	Тірек нүктелердің координат мәндері (мм) және дискрет			
	ОсьX		ОсьZ	
0	52	5200	66	6600
1	38	3800	56	5 600
2	43	4300	0	0
3	43	4300	56	5600
4	32	3200	56	5600



Екінші өткел

Тірек нүктенің номері	Тірек нүктелердің координат мәндері (мм) және дискрет			
	ОсьX		ОсьZ	
4	32	3200	56	5600
5	32	3200	32	3200
6	39	3900	32	3200
ИТ	52	5200	66	6600



2.17-сурет. Сатылы білікті өңдеуге 16K20T1 мод. жону білдегін баптау схемасы:

а, б - кескіштің қозғалу траекториялары және тірек нүктелердің координат мәндерінің кестесі; в - иінді білік



Z осі бойынша - 56 мм. Тірек нүктеден 3 тірек нүктеге 4 кескіш те жеделдетілген жүріспен ауысады. Тірек нүктенің 4 координаттары X осі бойынша - 32 мм (радиалды бағытта кескіштің жүрісі басқа тетіктің иінін өңдеу үшін); Z осі бойынша - алдыңғы тірек нүктенің мәні 56 мм. 2.17-суретте, б кескіштің қозғалу траекториясы екінші иінді біліктің өңделуі кезінде көрсетілген: кескіштің жұмыс жүрісіндегі бойлық жылжуы тірек нүктеден 4 тірек нүктеге 5 (цилиндрлі үстіңгі бетті өңдеу 032 мм); жұмыс жүрісінде кескіштің радиалды қозғалуы тірек нүктеден 5 тірек нүктеге 6 (тетіктің екінші шетжағының өтуі) және кескіштің жеделдетілген орын алмасуы бастапқы нүктеге. Бірінші және екінші өту эскиздерінде бастапқы және тірек нүктелердің координаттары миллиметрлерде көрсетілген, ал тиісті өту кестелерінде - миллиметрлер мен дискреттерде.

Ступенчатый білікті өңдеуге арналған ББ құруды қарастырайық, ол 2.17-суретте, в көрсетілген. Технологиялық процесс мына өткелдерден тұрады:

- үстіңгі бетті 074 мм ұзындығы 100 мм кесу тереңдігі  $t = 3$  мм; берілісі  $S = 0,3$  мм/айн; айналу жиілігі  $n = 500$  мин<sup>-1</sup> шпиндельдің тура айналу кезінде қайрау;
- үстіңгі бетті 069 мм ұзындығы 50 мм  $s t = 2,5$  мм;  $S = 0,3$  мм/айн;  $n = 500$  мм<sup>-1</sup> шпиндель тура айналған кезде қайрау;
- үстіңгі бетті 065 мм ұзындығы 25 мм  $s t = 2$  мм;  $S = 0,3$  мм/айн;  $n = 500$  мм<sup>-1</sup> шпиндель тура айналған кезде қайрау.

Құралды таңдап алып, оны білдектің револьверлі бастиегіне орнатады. Құралды байланыстыру үшін нольдік нүктені  $z = 5$  мм бастиектің шетжағынан және  $x = 0$  (яғни, білдек центрлерінің осінде) таңдайды. Бастапқы нүктесін 150 мм ұзындығында нольдік нүктеден бастап және 120 мм диаметрінде (яғни,  $x_{ит} = 15\ 000$  және  $y_{ит} = 12\ 000$ ) таңдайды, ББ келесі кадрлар жиынтығымен берілетін болады:

- № 0 M3 - шпиндельдің тура айналуы берілген;
- № 1 M39 - шпиндельдің орташа айналу жиілігі берілген;
- № 2 S5 - шпиндельдің айналу жиілігі берілген  $n = 500$  мин<sup>-1</sup>;
- № 3 F30 - жұмыс берілісі берілген 0,3 мм/айн;
- № 4 71 - құралдың номері берілген (қаралтым жону үшін кескіш);

№ 5 Z10100 ~ - жеделдетілген жүрісінде кескіштің ұзындығы бойынша 101 нүктесіне келеді, яғни тетікке дейін 1 мм жетпей (бұл арақашықтық X осі бойынша жылдам жеткенде кескіш

дайындамаға тимеуі керек;

№ 6 X7400 ~ - кескіштің жеделдетілген жүріспен нүктеге 074 мм келуі;

№ 7 Z0 - кескіштің жұмыс берілісінде Z осі бойынша жылжуы (өңделетін беті 074 мм);

№ 8 X8100 - кескіштің жұмыс берілісінде білік дайындамасынан X осі бойынша 081 мм дейін (бұл кескіштің кері жеделдетілген жүрісінде тозуын болдырмау үшін жасалады);

№ 9 Z10100 ~ - жеделдетілген жүрісте кескіштің Z осы бойынша өңдеудің басына бұрылуы және 1 мм арақашықтықта Z осі бойынша дайындамадан оны тоқтату;

№ 10 X6900 ~ - кескіштің 069 мм өлшемді нүктеге жеделдетілген жүрісте кескішті бұру (біліктің келесі иіні);

№ 11 Z5000 - кескіштің жұмыс берілісінде Z осі бойынша 50 мм нольдік нүктеден жылжуы, өңделетін беті - 068 мм;

№ 12 X7500 - кескіштің жұмыс берілісінде білік дайындамасынан X осі бойынша 075 мм нүктеге дейін шығуы;

№ 13 Z10100 - кескіштің жеделдетілген жүрісте Z осі бойынша біліктің дайындамасына дейін 1 мм бұрылуы;

№ 14 X6500 - кескіштің жеделдетілген жүрісте біліктің соңғы иінінде 065 мм нүктесіне бұрылуы;

№ 15 Z7500 - кескіштің жұмыс берілісінде Z осі бойынша 75 мм ұзындығына дейін біліктің дайындамасының келесі иінін өңдеумен орын ауыстыруы;

№ 16 X7000 - кескіштің жұмыс берілісінде білік дайындамасынан X осі бойынша 070 мм нүктесіне дейін шығуы;

№ 17 X12000 ~ - кескішті жеделдетілген жүрісте бастапқы нүктеге X осі бойынша бұрылуы;

№ 18 Z15000 ~ - кескіштің жеделдетілген жүрісінде бастапқы нүктеге Z осі бойынша бұрылуы;

№ 19 M5 - шпиндельдің автоматты түрде тоқтауы;

№ 20 M30 - бағдарламаның соңы.

«~» белгісі жеделдетілген жүрісте осьті бойлай жылжып өңдеу дегенді білдіреді.

ЧПУ білдектеріндежонғылаушы контурлы кескіштермен жүзеге асыруға болатын тетіктердің үстіңгі беттерін бас бұрышымен  $\phi = 93^\circ$  және қосымша  $\phi_1 = 27...32^\circ$  бұрышында жүзеге асыруға болады, **негізілерге** - шетжақты, цилиндрлік және конусты беттер жатады, сондай-ақ қисық сызықтарды түзуші және 1 мм дейінгі терең емес бунақтардың үстіңгі беттері. Кескіш құрал қажет болатын пішінін құру үстіңгі беттері **қосымшаға** жатқызылады.

ЧПУ жону білдектерінде келесі технологиялық схема бойынша дайындамалардың өңделуін жүзеге асырады:

- центрлеу, егер бұрғылау диаметрі 20 мм кем болса;
- бұрғылау;
- шетжағын кесу;
- негізгі үстіңгі беттерді қаралтым өңдеу;
- қосымша үстіңгі беттерді қаралтым өңдеу;
- қосымша беттерді таза өңдеу;
- қаралтым өңдеуді қажет етпейтін қосымша үстіңгі беттерді таза өңдеу;
- негізгі үстіңгі беттерді таза өңдеу (центрлерде өңдеу кезінде алғашқы үш өткелде алып тастау керек).

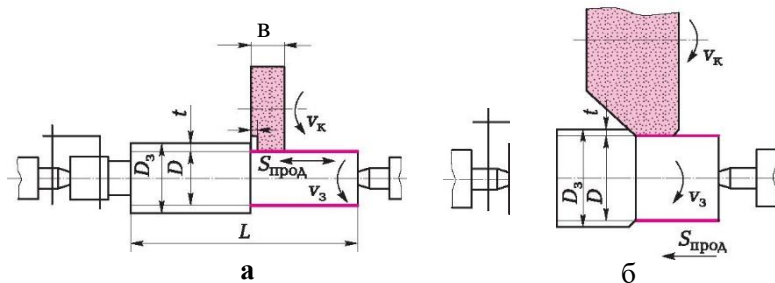
ЧПУ жону білдектерінде көп қырлы қатты балқымалы тілімді (үш қырлы, ромбы, бес қырлы және табақшалы) механикалық бекітпесі бар кескіштерді қолданады. Титан карбиді мен алюминий оксидінен қапталған тілімдерді қолдану олардың беріктілігін бірнеше ретке арттырады. Бұл білектерде қатты балқымадан (кесілген, бунақты және жоңғылы) дәнекерленіп жасалған кескіштерді де қолданады. Қосалқы құрал кескіш құралдың жылдам және дәл ауысуын, оның білдектен тыс өлшемін баптауды және кесілетін кесектің күйір реттеуді қамтамасыз етеді.

**Білік қылталарын ажарлау.** Біліктің нақты дәлдігіне ықпал ететін біршама жауапты операциялар біліктің негізгі базалаушы қылталарын өңдеу операциялары болып табылады, сондай-ақ ондағы тетіктерде орналасқан және біліктің күйін айқындайтын қылталарының шетжақтарын өңдеу операциялары. Аталған үстіңгі беттердің дәлдігі центрлерде сияқты, центрлеусіз ажарлауда қол жеткізіледі. Біліктер 3К12 үлгісінегі дөңгелектер 25П-32П түйіршікті, СМ1-СМ2 қаттылығымен дөңгелектеп ажарлау білдектерінің центрлерінде ажарлайды.

Біліктің диаметріне  $D$ , оның ұзындығына  $L$  және олардың өрнегіне бавйланысты біліктерді бойлық беріліс, тереңдетіп ажарлау әдісімен және ою әдісімен, яғни бойлық беріліс әдісімен ажарлайды.

**Бойлық беріліс әдісімен** үлкен ұзындықтағы біліктерді  $t = 0,03...0,1$  мм кесу тереңдігімен немесе үстелдің екі рет жүрісімен ажарлайды (2.18-сурет, а).

**Тереңдетіп ажарлау әдісі** (2.18-сурет, б) қатты біліктердің қылталарын  $L/D < 10$  өңдейді. Тереңдетіп ажарлаудың ерекшелігі жоғары кесу тереңдігі  $t = 0,1...0,4$  мм және беріліс  $S = 1.6$  мм/айн. болып табылады, бұл тетікті бір-екі жұмыс жүрісінің ішінде өңдеуге мүмкіндік береді. Осының негізінде тереңдетіп ажарлау әдісі біршама үнемді.



2.18-сурет. Бойлық берілісі (а) мен тереңдетіп ажарлау (б)

центрлерінде сыртқы дөңгелектеп ажарлау схемалары:

$O_3$  - ажарлауға дейінгі дайындама диаметрі;  $D$  - тәдіпті алғаннан кейінгі тетіктің диаметрі;  $S_{\text{прод}}$  - бойлық беріліс;  $u_3$  - дайындаманың айналуының шеңберлі жылдамдығы;  $u_k$  - дөңгелектің шеңберлі жылдамдығы

Кесу әдісін ажарланатын үстіңгі беттің ұзындығы дөңгелектің енінен  $B$  кем болғанда қолданады. Бойлық беріліспен ажарлау және кесіп ажарлауды центрлі-ажарлау білдектерінде жүзеге асырады. Ажарлаумен салыстырғанда центрлі емес ажарлаудың ерекшелігі өңдеудің үлкен дәлдігі болып табылады, себебі бұл жағдайда жону-центрлі операцияларының қатесі болмацды (центрлі тесіктерді жасау қатесі), бірақ біліктің жеке қылталарының шоғырлануы (осьтілігіне) жету мүмкін емес.

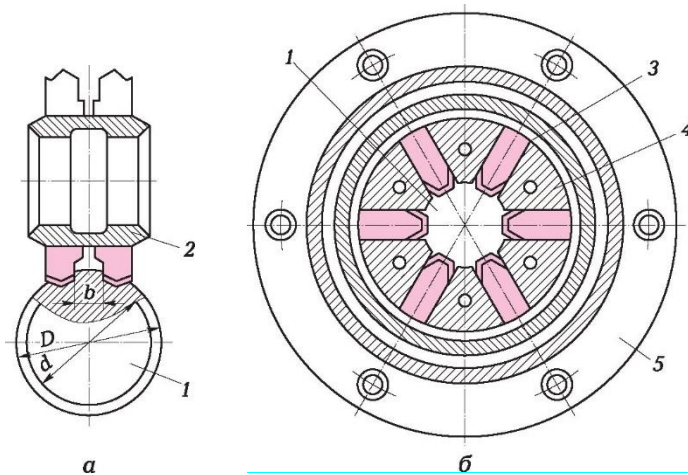
**Біліктердің қылталы, кілтекті және бұранды үстіңгі беттерін өңдеу. Оймакілтекті үстіңгі беттерін өңдеу.** Конструкциялары жағынан оймакілтектер тура, эвольвентті және басқа пішіндерде болады. Тура оймакілтектері бар оймакілтекті қосылыстар центрлеумен ішкі  $d$  немесе сыртқы  $D$  диаметрлермен және оймакілтектердің  $b$  ені бойынша орындалады (2.19-сурет, а). Эвольвентті оймакілтектерде центрлеу оймакілтектің бүйірлік пішіні жағынан жүзеге асырылады. Оймакілтекті біліктің сапасы иіндердің диаметрлі өлшемдерінің дәлдігімен, оның осьтілігімен, оймакілтектердің ені мен қадамының дәлдігімен, центрлеуші және өзге үстіңгі беттердің қаттылығымен анықталады. Бұл элементтерге дәлдік нормаларын белгілейді.

Біліктерде оймакілтектерді жонумен, сүргілеумен, тарта жонумен және суық бүрлеумен кеседі. Оймакілтектерді өңдеу оймакілтектерді қосуды центрлеумен, термиялық өңдеу тәсіліне, термиялық өңдеу түрлеріне және өндіріс сериясына байланысты болады. Сериялы өндірісте оймакілтектер әдетте оймакілтеке немесе тісті жонғыш білдектерде дөңгелету әдісімен бұрамдық жонғыштармен кеседі. Осындай тәсілмен талап етілетін дәлдігіне

байланысты бір-екі жұмыс жүрісінің ішінде оймакілтектерді кеседі. Технологиялық базалар ретінде біліктің центрлі тесіктерін қолданады. Шынығатын біліктерде оймакілтектерді алдын ала сыртқы ажарлаудан кейін жонады, ал шынықпайтын біліктерде - біліктің сыртқы үстіңгі бетін таза ажарлаудан кейін жонады.

Ірі сериялы өндірісте біліктерде тура оймакілтектерді кесу үлгілемдік дискілі жонғыштармен жону арқылы жүзеге асырылады, кейіннен оймакілтектердің үстіңгі беттерін ажарлайды. Өңдеуді механикаландырылған көлденең жонғыш білдектерде жасайды. Дайындаманы білдектің үстеліне орнатылған бөлгіш бастиектің ортасына бекітіп салады. Оймакілтектерді бұлай кесу әдісі 3-4 есеге өнімдірек, ол оймакілтекті және тіс жонғыш білдектерде өңдеуге қарағанда өнімдірек.

Оймакілтектерді алудың прогрессивті тәсілі бастиектің корпусына 5 жиналған үлгілемдік кескіштердің 3 жиынтығымен көшіру әдісі арқылы оймакілтекті ойып контурлап салу болып табылады (2.19-сурет, б), олардың саны мен пішіні біліктердің арасындағы ойымдардың пішіні мен оймакілтектердің санына сәйкес келеді. Соңғы жағдайда біліктің конструкцияларында жоңқаның шығуы үшін 6...8 мм өлшемді бунақты қарастыру керек. Бұл ретте өңделген үстіңгі беттің кедір-бұдырлығы  $Ra\ 2,5.1,25\ \mu\text{m}$ .



2.19-сурет. Үлгілемдік кескіштері (а) мен оймакілтекті сүргілеуші білдектің кескіш бастиегінің (б) біліктерінде оймакілтектерді кесу схемасы:

1 - дайындама; 2 - жонғыш; 3 - кескіш; 4 - бағыттаушы; 5 - бастиектің корпусы

Тарта жонуды біліктегі қарама-қарсы екі диаметрлі ойымдармен бір уақытта екі блокты тартумен жүргізіледі, біліктің келесі бұрылу бұрышы  $\alpha = 360^\circ/x$ , мұндағы  $x$  - оймакілтектердің саны. Тарту блогы тәуелсіз радиалды жылжитын кескіштер жиынтығынан тұрады. Бұл әдіс өтпелі және өтпелі емес оймакілтектерді өңдеуге мүмкіндік береді.

Өнімділігі жағынан оймакілтектерді ою мен оймакілтектерді тарту 5-8 есе (оймакілтектердің өлшемдеріне байланысты) оймакілтектерді жонудан артық болады. Оймакілтектерді суық бүрлеу әдісі перспективалы, мұнда олардың пішіні жоңқа алусыз аунақшалы, рейкалы және көп аунақшалы пішінді бастиектерсіз пластикалық пішін өзгертуімен түзетеді. Бүрлеу кезінде металл қабатын нығыздау оймакілтекті біліктердің беріктілігін арттырады. Кейде, суық бүрлеу біліктердің термиялық өңделуінен және оймакілтектердің механикалық өңделуінен бас тартуға мүмкіндік береді. Негізінде суық бүрлеумен эвольвентті оймакілтектерді жасайды.

Эвольвентті пішіндегі оймакілтектер 2,5 мм дейінгі модульмен екі немесе үш аунақшаларды суық бүрлеумен алады, олар технологиялық жүйесіне байланысты икемді деформацияны есепке ала отырып, алдын ала өңделген дайындаманың бөлу шеңбері бойынша орнатады. Бүрлеу аунақшаларын Х122ФН және Х6ФН маркалы жоғары шынықтырылған болаттан жасайды. Белгілі бір модульдегі бір аунақшамен оймакілтектерінің саны әртүрлі біліктерді өңдеуге болады. Бүрлеуге 220 НВ артық емес қаттылықтағы дайындамалар түседі. Алынатын дәлдік қадам бойынша 0,01...0,03 мм, жиналған қатесі 0,05.0,1 мм қадамы бойынша, кедір-бұдырлығы  $Ra$  0,63...0,32 мм. Оймакілтектердің ұзындығына байланысты өнімділік бүрлеу кезінде оймакілтекті жону кезіне қарағанда 10 есеге артық.

Ішкі диаметрдің үстіңгі беті бойынша центрленетін оймакілтекті термоөңделген үстіңгі беттердің көбі оймакілтектерді кесуден кейін бұдан әрі оймакілтекті жонуға түседі. Біліктерде оймакілтектердің пішінін түзетін үстіңгі беттері ішкі диаметрінің үстіңгі бетімен центрленеді, бір жүргенде пішінді шеңберлермен ажарлайды. Екі рет өткенде оймакілтектердің бүйір жақ беттерін екі цилиндрлі дөңгелектермен ажарлайды, ал содан кейін ішкі центрлеуші диаметрінің бетін ажарлайды.

Дәлдігі және өнімділігі жағынан ең үздік нәтижелерді бір пішінді дөңгелекпен ажарлау береді. Оймакілтекті біліктер сыртқы диаметрі бойынша центрленгенде дөңгелек-ажарлаушы білдектерде ажарлайды, ал содан кейін оймакілтектерді жонады, бұл бір кешенді калибр-тығынмен жасауға мүмкіндік береді.

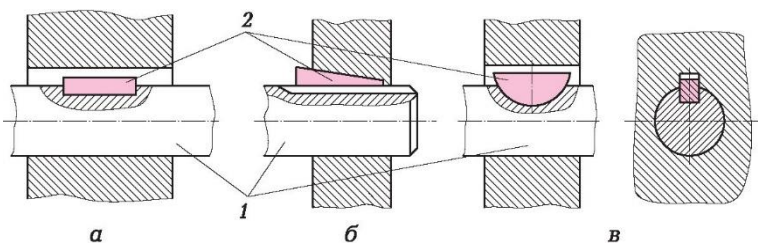
**Кілтекті үстіңгі беттерін өңдеу.** Біліктерде кілтекті бунақтар призмалы кілтектерді орнату үшін жабық болуы мүмкін (2.20-сурет, а), тегіс шетжағы бар призмалы және клинді кілтекті қондырғылар үшін ашық (2.20-сурет, б), сондай-ақ, сегментті кілтектер (2.20-сурет, в). Кілтекті ойықтар олардың пішініне байланысты қарапайым жонғыш немесе арнайы білдектерде ұштық немесе дискілі жонғыштармен (кілтекті жонғыш) өңдейді, олар маятникті әдіс бойынша жұмыс істейді, ол әрбір жүрісте металдың аз қатпарларын екі тісті ақырғы жонғыштармен алу.

Бунақ ашық болғанда ең өнімдісі дискілі жонғышпен жону болып табылады. Бунақтар сегментті кілтектерге дискілі жонғышы бар тік және көлденең жону білдектерінде жонылады (2.21-сурет).

**Бұранды беттерін өңдеу.** Сыртқы бұрандыны техникалық шарттарына, бар жабдықтарды шығару масштабына қарай бұранкескіштермен, бұрандалы кескіштермен, тарақтармен, бұранды жонғыштармен, бұран кескіш және бұранды бүрлеуші бастиктермен, бүрлеу аунақшаларымен кеседі.

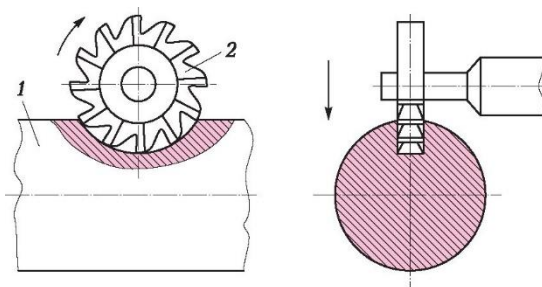
**Дөңгелек бұранкескіштермен** төмен класты дәлдіктегі бұрандыларды кеседі (8h-8g қвалитеттер). Центрілі қайралатын бұранкескіштермен кесектерді ең жоғары дәлдікте, орта және жоғары класс дәлдігімен (6g-4h қвалитеттер) бұрандыларды калибрлеуге болады.

**Бұранды кескіштермен** бұрандыны жону-бұран кескіш білдектерде кеседі. Себебі бұранды кескіш  $60^\circ$  шыңында бұрышы өту кескішін білдіреді немесе  $55^\circ$  (дюймді бұранды кесуге арналған) және бір бас кескіш кесегі болады, бұрандыны кесуді бірнеше жүріс ішінде жүзеге асырады, бұл үнемді болып табылмайды. Бұрандыны бұранды кескішпен кесу жеке-дара және ұсақ сериялы өндірісте бұранкескіштер, өлшегіштер болмағанда және дәл бұрандыларды өңдеусіз жүзеге асырады.



2.20-сурет. Призмалы (а), клинді (б) және сегментті (в) кілтекті қосылыстар:

1 - білік; 2 - кілтек



2.21-сурет. Сегментті кілткке арналған кілтккті бунақты жону схемасы:

1 - білік; 2 - дискілі жонғыш

Бекіту бұрандасын бұрандалы фрезер білдектерге **тарақты фрезамен**, сонымен қатар ірі бұранданы дискілі фрезалармен фрезерлеу орта және ірі көлемді өндірісте жүргізіледі. Алынған дәлдік біршама төмен, сондықтан дискілі фрезерлеу алдын ала өңдеуді орындайды.

Кіші диаметрлі бұранданы ұстағышқа бекітілген **роликтерді айналдыру** арқылы алады. Дайындама диаметрі кесілетін бұранданың орташа диаметріне сәйкес болуы керек. Бұранданы бүрлемдеу жұмыстары жону-бұрама кескіш білдектерде және арнайы автоматтарда іске асырылады.

Бұранданы тегістеу тәсілімен алу ажарлағыш білдектерде ажарлауыш шарықпен орындайды, оның пішіні кесілетін бұранда ойысының пішініне сәйкес келеді.

**Біліктерді әрлеу жұмысы.** Тегістеуден бөлек біліктердің ең маңызды бөліктері әрлеу жұмыстары жасалады: орау, аса ажарлау, орамаларда илеу және құю.

**Сылауды** сұрту арқылы жүзеге асырады, оның үстіне бет жағынан майлайтын немесе паста араластырылған ұнтақ қолданылады. Ажарлағыш материал ретінде егеуқұм қағазы, электрокорунд, алмас тозаң және т.б. қолданылады. Ысқылау кезінде ажарлағыш ұнтақты



керосинмен сулайды. Сылауды әдіптеу 0,005...0,02 мм құрайды.

*Аса ажарлауды* ең кіші бұдырлықты алумен сыртқы және ішкі цилиндрлік бетті өңдеу үшін пайдаланады, оны айналмалы дайындама беті бойымен жоғары жиілікпен тербелгіш ілгері-кейінді қозғалыс жасайтын ажарлауыш қайрақпен жасап шығарады. Процесс алдыңғы өңдеуден қалған тарақшаны жоюдан тұратындықтан, суперфинишке әдіп қалдырмайды. Бұл ретте өлшемдер 1.2 мкм өзгереді.

*Тегістеу* кезінде бетінің бұзылуы түзіледі, ал металл алу өте аз орын алады немесе мүлдем орын алмайды. Тегістеуден соң үстіңгі беті жылтырап, жарқырауға дейін жетеді.

Тегістеу түйіршіктілігі M20 – M14 электркорунд болатын микроұнтақтарды пайдалану арқылы киіз дөңгелектермен іске асырылады.

Цилиндрлік беттерді аунақшалармен *таптау*, кернеу концентрациясының төмендеуіне алып келеді, ол айныма таңбалы жүктеме кезінде жұмыс жасайтын тетіктердің жұмысын ұзартады. Таптау процесі кезінде сонымен қатар өңделетін беттің бұдырлығы 5-тен 0,32 мкм дейін жақсарады. Дайындама пішінінің ақаулығы таптаумен болмашы қалпына келтіріледі.

**Жонғыш білдекке арналған құралдар.** Жонғыш білдектерде қолданылатын білік дайындамаларын қондыру мен бекіту үшін құрылғыларды айналмалы мезетті беруге арналған центрлік саңылауларда білікті қондыруға арналған құрылғылар және біліктерді тірек мойынға бекітуге арналған құрылғылар деп бөлуге болады.

Бірінші топқа *орталықтар, жетектеме патрондар және люнет жатады*. Орталықтар тіректік, айналмалы, жетектеме, қалқымалы, қалқымалы-жетектеме және т.б. Жұмысшының қосымша уақыты мен физикалық күшін минималды жұмсау кезінде орталықта тетіктерді автоматтық бекітуді қамтамасыз ететін жетектеме қысқының құрылымы жасап шығарылған. Бұл қысқыштарда қысқыштарға арналған жұдырықшалардың орнын ауыстыру, кесу күші, инерциялық күш немесе пневможетек энергиясы көмегімен орындалады. Ұзындығының диаметрге қатынасы 10 жоғары қатты емес білікті өңдеу кезінде жеткізу тіректері ретінде білдек күймешесі немесе тұғырға бекітілетін қозғалмалы және қозғалмайтын люнеттер қолданылады.

Екінші топқа *өздігінен орталықтандырылған және өздігінен орталықтандырылмаған патрондар, қангалы патрондар және сыртқы мойындарды бекітуге арналған біліктер мен консолды жақтаулар жатады*. Біліктерді жонғыш білдектерде сыртқы

жөрмеу үшін көбіне пневмо- және гидрожетегі, сонымен қатар қолдан басқарылатын өздігінен центрлеуші үшжұдырықшалы патрон қолданылады. Бұл патрондардағы дайындама қондырғыларының қателігі 0,1 мм жетеді. Білікті өңдеу кезінде қолданылатын цангалық патрондардың дайындаманы нақтылай центрлеуде (0,04... 0,06 мм) жұдырықшалы қысқыға қарағанда артықшылықтары бар, олар қысылатын бетке зақым келтірмейді және дайындаманы бекіту кезінде деформациялануды қалыптастырмайды.

**Біліктерді икемді өндірістік жүйелер (ИӨЖ) шарттарында өңдеу.** Қазіргі кезде білікті өңдеу кезінде ЭЕМ (электрондық есептеуіш машина) басқарылатын сандық бағдарламалық басқару (СББ) жабдықтарынан құралатын ИӨЖ қолданылады. Икемді өндірістік жүйелер – ол жабдықтардың автоматтық тәртіпте жұмыс істеуін қамтамасыз ететін құралдар мен жүйелермен қамтамасыз етілген технологиялық жабдықтардың бірнеше бірлігі. Берілген жүйе жаңа бөлшектерді белгіленген номенклатура шамасында өндіруге ауысқан кезде автоматтандырылған қайта жөндеу қасиетіне ие (МемСТ 26228–90 «Икемді өндірістік жүйелер. Терминдер мен анықтамалар, көрсеткіштер номенклатурасы»).

Икемді өндірістік жүйелерде дайындамаларды өңдеумен байланысты негізгі операциялардан басқа қосалқы операциялар да автоматтандырылған: жұмыс орнына дайындамаларды, жабдықтарды, кескіш және өлшеу аспаптарын жеткізу, оларды ауыстыру мен жөндеу; жабдықтар мен құралдардың техникалық күйін диагностикалау, басқару бағдарламаларын (ББ) автоматтық түзету; өндірісті жоспарлау мен басқару және т.б. Икемді өндірістік жүйелерді (ИӨЖ) басқару, сандық бағдарламалық басқару базасында құрастырылған автоматтандырылған басқару жүйесі (АБЖ) жүзеге асырылады.

Автоматтандырылған басқару жүйесі орындайды:

- Автоматтандырылған жобалау жүйесімен (АЖЖ) жасап шығарылатын бөлшектерді және автоматтық жобалау жүйесі арқылы жүзеге асыруға қажетті технологиялық процестер;
- Өндірістің автоматтандырылған басқару жүйесі (ӨАБЖ) арқылы жүзеге асырылатын өндірісті жоспарлау мен жабдықтарды жүктеу;
- Өндірісті технологиялық дайындау (ӨТД), оның ішінде өндірісті технологиялық дайындаудың автоматтандырылған жүйесімен (ӨТДАЖ) іске асырылатын ББ әзірлеу және т.б.

Ұйымдастыру белгісі бойынша ИӨЖ келесі түрлерге бөлінеді:

- Икемді автоматтандырылған желі (ИАЖ);

- Икемді автоматтандырылған телім (ИАТ);
- Икемді автоматтандырылған цех (ИАЦ).

Өндірісте ИӨЖ автоматтандырылған өндірістің ұйымдастыру құрылымының барлық түрлеріне қатысты жалпыланған түсінік болып табылады.

ИӨЖ жоғарғы деңгейі – ИАЖ мен ИАТ құрайтын жеке ИАЦ құралатын икемді автоматтандырылған зауыт (ИАЗ). ИАЗ құрамына автоматтандырылмаған жабдықтар да кіруі мүмкін. Құрамында ӨР бар икемді автоматтандырылған телімдер мен желілерді роботтандырылған технологиялық желілер немесе телімдер деп атайды.

ИАТ және ИАЖ құрамына икемді өндірістік модульдер (ИТМ) немесе технологиялық жабдықтардың жеке бірліктері кіреді. Икемді өндірістік модульдер – СББ жүйесімен немесе бағдарламалық басқарудың қандай да болса басқа құрылғысымен жабдықталған және жекелей және икемді өндірістік жүйелер құрамында қызмет ететін технологиялық жабдықтардың бірлігі. Бұл ретте бөлшекті дайындауға қатысты барлық басқа қызметтер автоматтық түрде орындалуы керек.

Жалпы жағдайда икемді өндірістік үлгіні автоматтандыру құралдарына жатады:

- Дайындамалар, кескіш және өлшеуіш құралдар, технологиялық жабдықтау жинақтағыштары;
- Бөлшектерді автоматтық жүктеу және түсіру құрылғысы;
- Жоңқаны жою құрылғысы;
- Автоматтандырылған бақылау құрылғысы, жабдықтар мен құралдардың күйін диагностикалау.

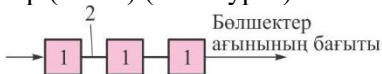
Технологиялық жабдықтар, ПР және автономды қызмет ететін және бірнеше рет жұмыс циклдерін жүзеге асыратын жабдықтау құралдарының жиынтығын роботтандырылған технологиялық кешен (РТК) деп атайды.

Тұтас алғанда ИАЖ – икемді өндірістік үлгі (ИӨҮ), роботтандырылған технологиялық кешен (РТК) немесе автоматтандырылған басқару жүйесімен біріктірілген басқа технологиялық жабдықтардан құралатын икемді өндірістік жүйелер (ИӨЖ). ИАЖ технологиялық жабдықтар технологиялық операциялардың қабылданған реттілігіне сәйкес орналастырылады (2.22-сурет).

ИАЖ автоматтық желілерге қарағанда, өңдеу технологиясы бойынша бұрында жасалған бөлшектерге ұқсас түрлі құрылымдардың бөлшектерін өңдеуге болады.

Жалпылама жағдайда ИАТ ол – икемді өндірістік үлгі (ИӨҮ), **195**

роботтандырылған технологиялық кешен (РТК) роботтандырылған технологиялық кешен (РТК) немесе ИАЖ қарағанда оңтайлы жүктеуді қамтамасыз ететін жабдықтарды пайдалану ретін өзгерту мүмкіндігі бар автоматтандырылған басқару жүйесімен біріктірілген басқа технологиялық жабдықтардан құралатын икемді өндірістік жүйелер (ИӨЖ) (2.23-сурет).



2.22 сурет. Икемді автоматтандырылған желіні тұтастыру сызбасы:  
1- жабдықтар; 2 – көлік жүйесі (конвейер)

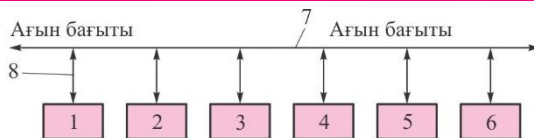
2.22 сурет. Икемді автоматтандырылған желіні тұтастыру сызбасы: 1 - жабдықтар; 2 – көлік жүйесі (конвейер)

Айналу денесін өңдеу үшін қолданылатын Отандық икемді өндірістік жүйелерінің (ИӨЖ) АӨЖ (айналу денелерін өңдеудің автоматтандырылған жүйелері) индексі бар, АӨЖ үлгілі ИАТ орта сериялық өндіріс шарттарында айналу денелері үлгісіндегі (білік, фланец және т.б.) бөлшектерді (жонғыш, фрезер, бұрғылайтын және т.б.) өңдеуге арналған. АӨЖ үлгілі ИАТ құрамына СББ бар жонғыш және көп мақсатты (бұрғылайтын фрезер) білдектер кіреді. Қажеттілік жағдайында икемді автоматтандырылған телімге (ИАТ) ажарлауыш, тісжоңғылау және т.б. білдектер енгізіледі.

Бір технологиялық мақсаттағы білдектерді бір үлгіден таңдап алады, ол технологиялық өзара алмасымдылықты қамтамасыз етеді. АӨЖ сыртқы, ішкі, дөңбек төселген сатылы және қисық сызықты беттерді өңдеудің алдын ала және ақырғы операцияларын, бұрандыю, бұрғылау, үнгілеу, саңылауларды жаймалау, қасқалшаны, ойықтарды, контурларды және т.б. фрезерлеуді орындайды.

АӨЖ үлгілі ИАТ икемді автоматтандырылған телімде диаметрі 250 мм, ұзындығы 1 000 мм (АСВ-20, АСВ-21, АСВ-22, АСВ-23, АСВ-24) дейінгі айналу денесі үлгісіндегі бөлшектерді өңдейді. Өңдеу кезінде технологиялық бағдарды типтендіру, негіздеу мен дайындамаларды бекіту тәсілдері, кескіш құралдарды және жабдықтарды ауыстыруды орындау кезектілігі, СББ бар жабдықтар мен құралдарды кесу режимдерінде негізделген үлгілік процестер қолданылады.

Күрделі бөлшектерді жасау үшін ИАЖ икемді автоматтандырылған желілердің ішіне бұранданы қайрау, қырнау, бұрлеу, қапталдарды фрезерлеу, центрлеу және т.б. орындауға қызмет ететін СББ бар (бір мезгілде жұмыс жасайтын құралдардың



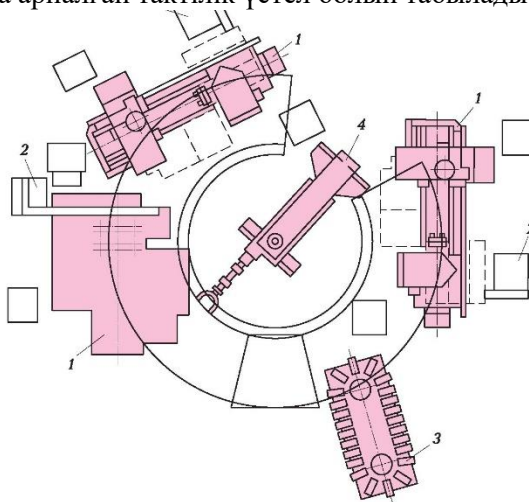
2.23 сурет. Икемді автоматтандырылған телімді тұтастыру сызбасы:

1-6 - жабдықтар; 7 - конвейер; 8 - бағыттаушы жүйе

2.23 сурет. Икемді автоматтандырылған телімді тұтастыру сызбасы: 1-6 - жабдықтар; 7 – конвейер; 8 – бағыттаушы жүйе

Жаңа модификация бөлшектерінің дайындамасын өңдеуге көшкен кезде өндірісті тоқтатады және жабдықтар және басқару жүйесін қайта дұрыстайды. Дайындамаларды ИАЖ икемді автоматтандырылған желіге тасымалдау құралы ретінде бір мезгілде операцияаралық жинақтауыш болып табылатын конвейерлер қызмет етеді.

2.24-суретінде бір ӨР (өнеркәсіптік робот) 4 (жұмыс түрінің тұтастырылымы – білдектер тобы) қызмет көрсетілетін, 1 үш жонғыш білдектен құралатын көп білдекті роботтандырылған технологиялық кешендер көрсетілген. Жинақтауыш конвейер 3 дайындамалары қондырылған қабылдау үстелдерін тасымалдау үшін қолданылады, ҚҮ бір қадамға жылжиды және дайындамаларды ӨР қармау позициясына шығарады, ал ҚҮ бос позициясына робот өңделген бөлшекті қондырады. Ауысымда бір рет оператор жаңа бөлшектерді шешіп алады және ҚҮ жаңа дайындамаларды орнатады. Мұндай конвейер дайындамаларды сақтауға арналған тактілік үстел болып табылады.



Роботтандырылған технологиялық кешендердегі робот, ережеге сай реттеудің кең диапазоны бар әмбебап қармаумен жабдықталған, ол кең номенклатура бөлшектерін кез келген технологиялық реттілікте өңдеуді қамтамасыз етеді. Роботтандырылған технологиялық кешендер басқару кіші ЭЕМ 2 іске асырылады.

### **2.3. ТІСТІ ДӨНГЕЛЕКТЕРДІ ДАИЫНДАУ**

#### **Тісті дөңгелекті типтендіру және топтастыру.**

Цилиндрлік тісті дөңгелектер айналмалы қозғалысты екі параллель немесе айқасқан біліктер арасында беру үшін қызмет етеді.

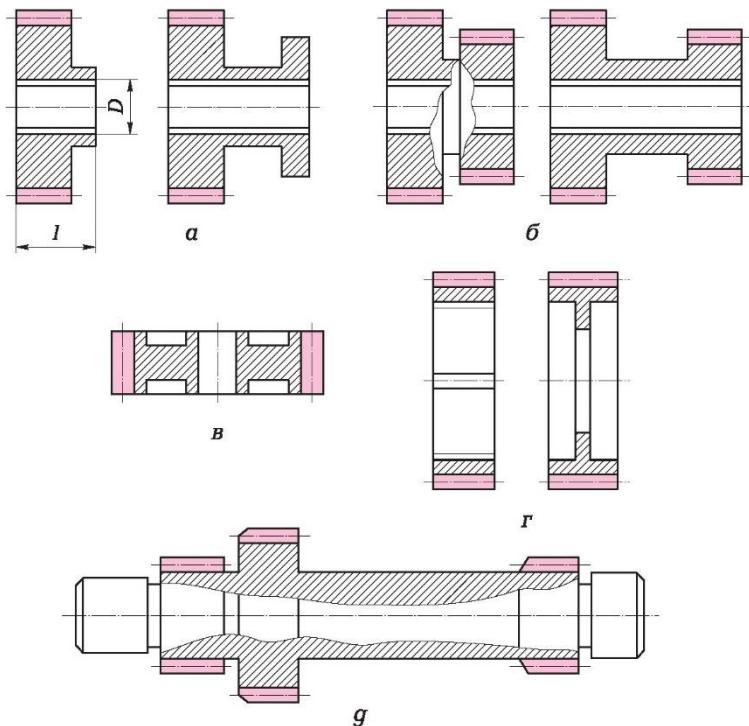
Біліктің айналу жиілігін өзгертумен айналдыру мезетін беру үшін қызмет ететін күш беретін тісті берілістерді, айналдыру мезетінің шағын мәндерінде біліктер арасында айналмалы қозғалысты беруге қызмет ететін кинематикалық тісті берілістерді ажыратады.

Цилиндрлік тісті дөңгелектерді тік және қисық тістермен орындайды. Айқасқан осьтері бар тісті берілістерде қисық сызықты тістері бар дөңгелектерді қолданады.

МемСТ 1643 — 81 сәйкес тісті дөңгелектер дәлдігінің 12 дәрежесі белгіленген (дәлдіктің кему реті бойынша): 1,2, ..., 11, 12.

Тісті дөңгелек құрылымы қызметтік мақсатына байланысты. Технологиялық белгілері бойынша тісті дөңгелектерді бес үлгіге бөлуге болады:

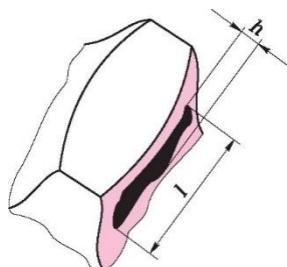
- I үлгі – біртәжді (2.25, а-сурет) базалық саңылаудың  $I$  ұзындығы үлкен ( $1/D > 1$  қатынасы, мұнда  $D$  — дөңгелек диаметрі). Бұл дөңгелектерді әзірлеу кезінде технологиялық базалар ретінде саңылау беті мен үлкен кесік қолданылады;
- II үлгі – сондай-ақ  $I/D > 1$  қатынасы бар көптәжді (2.25, б-сурет) (I үлгідегі дөңгелектікі секілді дайындау кезіндегі негіздеу);
- III үлгі – диск үлгілі біртәжді (2.25, в-сурет), олардың қатынасы  $I/D < 1$ . Мұндай дөңгелектерді өңдеу кезіндегі технологиялық базаларға үлкен қаптал мен саңылау беті (тірек база) болып табылады;
- IV үлгі – өңдеуден соң дөңгелек күпшегіне қондырылатын және бекітілетін және онымен бірге бір немесе бірнеше тісті дөңгелектерді қалыптастыратын тәждер (2.25, г-сурет).
- V үлгі – үлкен ұзындықты тісті білік-дөңгелектер (2.25, д-сурет). Оларды өңдеу кезіндегі технологиялық базалар центрлік саңылаулардың беттері болып табылады.



2.25-сурет. Тісті дөңгелектердің негізгі түрлері (а-д)

- VI үлгісі – тіске түсетін үлкен жүктемемен (тіс ұзындығынан  $700...800$  Н/мм) жұмыс жасайтын болғандықтан авиациялық қозғалтқыштардың тісті дөңгелектерін ерекше топқа енгізуге болады. Бұл тісті дөңгелектермен жұмыс жасау жеңіл әрі сенімді болуы керек, сондықтан олар жұқа, бірақ жеткілікті беріктік қоры болады. Тістердің эвольвентті беттерін көп жағдайларда цементтейді немесе азоттайды. Цементтеу қабатының тереңдігін  $0,7...1,2$  мм шамасында, ал азоттау қабатының тереңдігін азғантай әдіпті тегістеумен кезекті шешіп алумен  $0,3...0,6$  мм шамасында төзімді келеді.

Тісті дөңгелектерге арналған болат маркалары, жылулық өңдеу түрі мен материалдардың механикалық қасиеттері 2.3 кестесінде берілген.



2.26-сурет. Тістің бөшке тәрізді пішініндегі түйіспе дағы

Авиациялық қозғалтқыштардың барлық дерлік тісті дөңгелектері жасалатын көміртек мөлшері аз цементтелетін хромникель болаттар, цементтеуден, суарудан және жұмсартудан соң цементтелетін беттің жоғары қаттылығы мен өзектің төмен қаттылығына ие болады. Ол тіс бетінің жоғары байланысты беріктігі мен тісті дірілдеткіш жүктеме кезінде жарықтың пайда болуы мен мерзімінен бұрын бұзылуынан сақтайтын өзектің жоғары соқпа тұтқырлығын қамтамасыз етеді.

2.3-кесте. Болат маркасы, жылулық өңдеудің түрі мен материалдың механикалық қасиеттері

Болат маркасы	Жылулық өңдеудің түрі	Болаттың беріктігі, $10^5 \text{ Н/м}^2$	Қаттылық	
			НВ өзегінің	НRC тістің беті
37ХН3А	суару, жұмсарту	115	352.415	
40ХНМА		110	293.375	
18ХНВА		115... 120	321.388	
18ХНВА	Цементтеу, суару, жұмсарту	115... 120	321.388	58.62
12Х2НВФА		100	285.388	60.65
ЭИ712		100	285.388	60.65
20Х3МВФА		Суару, азоттау	90	306.359
ЭИ415	90		306.359	
ЭИ69	72		197.285	
38ХМЮА	100		302.340	



Ең көп таралған 5-8 дәлдік дәрежесіндегі тіс дөңгелектері, олар үшін 2,5...40 м/с шеңберлік жылдамдық ұсынылады. Дәлдік дәрежесі, Ra бұдырлық параметрі, шеңберлік жылдамдық пен тіс түйіспе дағы шамасының ( $h$  және  $l$ ) (2.26-сурет) арақатынасы 2.4-кестесінде көрсетілген.

Тіс дөңгелектерін жасау шегін МемСТ 1643-81 бойынша дәлдік дәрежесіне байланысты береді. Бөлгіш шеңбер диаметрі 80.120 мм және 5-ші дәлдік дәрежесі үшін — 22 мкм, 6-шы дәлдік дәрежесі үшін — 34 мкм, 7-ші дәлдік дәрежесі үшін — 48 мкм, 8-ші үшін — 67 мкм модулі 1.6 мм тісті дөңгелек бойынша  $F_r$  айналымның жинақталған қателігіне рұқсат.

$F_r$  дөңгелектің бөлгіш шеңбер диаметрі 50.125 мм және 5-ші дәлдік дәрежесі үшін — 19 мкм, 6-шы дәлдік дәрежесі үшін — 30 мкм, 7-ші дәлдік дәрежесі үшін — 42 мкм, 8-ші үшін — 53 мкм модулі 3,5.6 мм тісті тәждің радиал ауытқымасына шек қойылады.

Дәлдік дәрежесі жоғары тісті дөңгелектерді жасау кезінде оның центрлік саңылаудан тіскесуге дейінгі осьтің тісті дөңгелегі шетінің перпендикулярлығынан белгіленген ауытқушылықты қамтамасыз ету маңызды.

2.5-кестесінде тісті кесуге дейінгі жонғыш өндеуден кейінгі тісті дөңгелектер дайындамасының қапталдық соққысына қатысты талаптар келтірілген. Диаметрі 50.200 мм дөңгелектер үшін дөңес шеңберінің соққысы 15.30 мкм (6,7 дәлдік дәрежесі) аспауы керек, тістерді соңғы тегістеу алдында дөңгелек шеттеріне соғу 5-ші дәлдік дәрежесі үшін 3 мкм жоғары, 6-шы дәлдік дәрежесі үшін — 5 мкм жоғары болмауы керек.

Тісті кесуге дейін жететін базалық саңылаудың дәлдігі, 7 қвалитетке, ал 5,6 дәлдік дәрежесіне жататын жоғары дәлдікті дөңгелектер үшін 5, 6 қвалитетке сәйкес болуы керек.

2.4-кесте. Дәлдік дәрежесі, айналмалы жылдамдық, бұдырлық және тісті дөңгелектің тіс түйіспе дағының көлемі

айналма жылдамдық, м/с	Дәлдік дәрежесі	бұдырлық Ra, мкм	түйіспе дағы, %, кем емес	
			биіктік бойынша $h$	ұзындық бойынша $l$
2.5 дейін	8	2,5...1,25	40	50
2,5...6	7, 8	1,25...0,63	45.40	50...60
6...16	6, 7	1,25...0,63	45.50	60...70
16...40	5, 6	0,63...0,32	50.55	70...80

2.5-кесте. Кесу үшін өңделетін ілмектердің, мкм, тісті дөңгелектерді дайындауға қойылатын талаптар

Дөңгелек дәлдігінің дәрежесі	Дөңгелек радиусы, мм			
	50	100	50	200
5	10	5	10	5
6	15	6	15	6
7	20	7	20	7
8	25	8	25	8

Тісті дөңгелектер дайындамасын алу әдістері мен материалдары. Тісті дөңгелектерді 45 және 50 маркаларының құрылмалық болаттарынан, 40Х, 18ХГТ, 12ХН3А маркаларының қосындыланған болаттан, синтетикалық материалдар (текстолит, нейлон), сұр шойын және қоладан орындайды.

Тісті болат дөңгелектердің дайындамасы болып таңбаланған шындалған болат пен ыстықтай жәміштелген илем болып табылады. Диаметрі 50 мм дейінгі цилиндрлік дөңгелектер және диаметрі 65 мм дейінгі күпшегі жоқ тегіс дөңгелектерді, ыстықтай жәміштелген дөңгелек илемнен, ал диаметрі 80 мм асатын цилиндрлік дөңгелектерді орташа сериялық өндірісті баспақ пен балғаларда қалыптаумен орындалатын шындалған темірден орындайды.

Ірі көлемді өндірісте тісті дөңгелектерге арналған дайындамаларды прокаттан көлденең соғу машиналарына ыстық түсірумен алады.

**Тісті дөңгелектерді өндеудің негізгі кезеңдері.** Тісті дөңгелектерді дайындау бірнеше кезеңмен орындалады:

- Бірінші кезең – тістердің кесуге дейін тісті дөңгелектің сыртқы және ішкі беттерін өңдеу;
- Екінші кезең – тістерді өңдеу;
- Үшінші кезең – тісті дөңгелектерді қыздырып өңдеу;
- Төртінші кезең – тістерді және басқа беттерді соңғы өңдеу.

Бірінше кезеңде сыртқы және дөңбек төселген беттерді соңғы рет өңдейді. Центрілік саңылауды 7-ші квалитет бойынша өңдейді, өйткені ол тістерді кесу үшін база болып табылады.

Қыздырып өңдеу болмаған жағдайда, тістерді тіс кесетін білдектерде жүргізіп төселту әдісімен немесе фрезерлік білдектерде көшіру әдісімен өңдейді. Бұл ретте қырнау әдіпін қалдыру керек. Қыздырып өңдеу ЖЖТ (жоғарғы жиілікті тоқ) тісті тәжді шындаумен орындалады. Егер қыздырып өңдеу кезінде тістер

деформацияланатын болса, өңдеудің төртінші кезеңі қажет етіледі.

Тістерді кесуге дейінші тісті дөңгелектерді өңдеудің үлгілік технологиялық процестері. Берілген процестер тісті дөңгелектің үлгісі, оның дәлдік дәрежесі және өндірістің сериялығымен анықталады. Тісті дөңгелектердің дайындамаларын жону-револьверлі, көлденең және тік көпайналдырғылы жонғыш, көпкескішті, гидрокөшірме және жонғыш-бұрма жасайтын білдектерде, СББ бар білдектерде, автоматтық желілер, бұрғылайтын, көлденең және тік-созылықты білдектерде өңдейді. Тісті дөңгелектерді әзірлеудің бірінші кезеңін орындаудың үлгілік технологиялық процесінің бірнеше нұсқасын қарастырайық.

**Бірінші нұсқа** – I типті тісті дөңгелекті өңдеу (2.25, а-сурет): диаметрі 80 мм дейінгі бір бекітпелі дөңгелек; центрлік саңылау – оймакілтек сыртқы диаметр бойынша центрлеумен; өндіріс – ірі сериялы; дайындама – қалыптау.

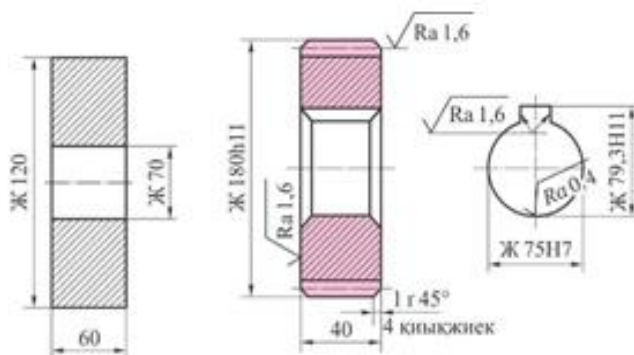
Типтік технологиялық процесс келесі операциялардан құралады:

- 05 – бұрғылайтын: үшжұдырықшалы қысқыда 2A125 үлгісінің тікбұрғылау білдегінде саңылауларды бұрғылау; базалау – сыртқы тәж және үлкен қаптал бойынша;
- 10 – созылықты: оймакілтек саңылауды 7B55 үлгісіндегі көлденең-тарта өңдеу білдегінде тарту;
- 15 – жону: оймакілтекті құралбіліктегі 1H713 үлгісінің жонғыш гидрокөшірме білдегінде қапталдар мен сыртқы бетті қайрау; дайындаманы базалау – саңылау бойынша.

**Екінші нұсқа** – диаметрі 100...250 мм III үлгісіндегі тісті дөңгелек дайындамасын өңдеу (2.27-сурет); өндіріс – орта сериялы; тістер ЖЖТ шыңдауына ұшыратады; дайындама – қалыптау.

Үлгілік технологиялық процесс келесі операцияларды құрайды:

- 05 – жону: центрлік саңылауды 7-ші квалитетке сәйкес келетін дәлдікпен өңдеу, және бір қапталды үшжұдырықшалы өзідігінен центрленетін патронда 1A340 үлгісіндегі жону-револьверлі білдекте өңдеу; дайындаманы базалау – сыртқы бет пен қаптал бойынша;
- 10 – жону: карама-қарсы қапталды құралбілікте 1A340 үлгісіндегі жону-револьверлі білдекте өңдеу; базалау – центрлік саңылау және өңделген қаптал бойынша;



2.27 сурет. III үлгісіндегі тісті доңғалақты дайындаманы өндеу

- 15 – ажарлау: қапталдарды жазықтық ажарлау білдегінде ажарлау;
- 20 – жону: 1A720 үлгісіндегі көпкескітші жону білдегінде тісті тәж бен қиықжиектің сыртқы бетін өндеу.

Тісті дөңгелек білікті құралбілікте немесе центрлерде өндейді, сондықтан бірінші операция фрезерлеу болып табылады. Технологиялық базаларды өндегеннен соң дайындаманы көпкескітші жону білдегінде немесе гидрокөшірме білдектерінде өндейді. Кейін кілтек ойығын, оймакілтекті жонуды, тістерді кесуді және ақырғы өндеуді орындайды.

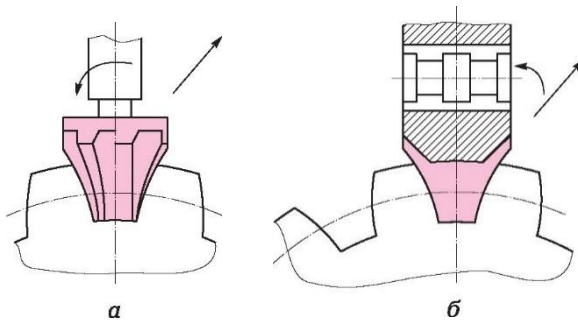
Тістерді дөңгелетіп және көшіру әдісімен өндейді (2.6-кесте). Көшіру әдісімен өндеу, өндеудің дәлдігінің аздығы үшін дара өндірісті қолданылады. Тістерді дөңгелету әдісімен, кесетін құралдың кесілетін тісті дөңгелегімен өзара ілінісі нәтижесінде алады. Дөңгелету әдісінің дәлдігі, көшіру әдісінің дәлдігінен жоғары. Көшіру әдісімен өндеуді, тістерді бөлгіш бастиекті пайдаланумен көлденең және тікжонғылау білдектерінде дискті және саусақты модульді жонғышпен өндеумен орындайды – 10-шы дәреже және одан долбарлы (2.28-сурет).

Бірнеше дайындаманы бір мезгілде өндеу кезінде артқы басшаны пайдаланады (2.29-сурет). Өндеу кезінде модульді жонғыш айналма қозғалысты орындайды (кесу қозғалысы), ал дайындама үстелмен – ілгерілмелі қозғалыс (беру қозғалысы) орындайды. Жонғыш бір ойымды өндегеннен соң, дайындаманы бөлгіш басша көмегімен  $\alpha = 360/z$  ( $z$  — кесілетін дөңгелек тістерінің саны) бұрышына бұрады, кейін келесі ойымды кеседі.

Тісті дөңгелектерді кесу кезінде жаттықтыру әдісі кең қолданыс алған. / бұрамдық модульдік жонғыны жонғылау кезінде тістердің қозғалысы бұрамдық жонғынын кесілетін тісті дөңгелекпен өзара

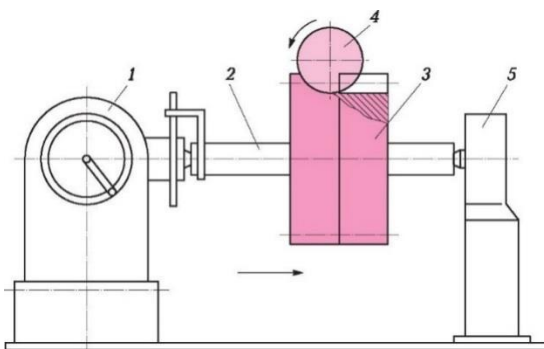
2.6-кесте. Тісті дөңгелектердің тістерін өңдеудің типтік тәсілдері

Тістерді өңдеу тәсілі	Кесетін құрал және оның дәлдігі	Білдек	Дөңгелектің дәлдік дәрежесі	Өндіріс түрі
Белгіш бастық кемегімен жонғылау	Дискті және саусақты модульдік жонғылар	Көпденен және тікжонғылау	10 және одан долбарлы	Дара және ұсақ сериялы
	15 данадан тұратын дискті модульдік жонғыштар жинақтамасы		8 және одан долбарлы	
Жонғылау немесе бүрлеу	Бұрамдық модульдік жонғыштар	Н класына жататын тікжонғылау	9	Сериялық және жапшай
Жонғылау	Бұрамдық модульдік жонғыштар	Н класына жататын тікжонғылау	8	
		П класына жататын тікжонғылау	7	
	Жонғыштар	Н класына жататын тікжонғылау	—	
	Бұрамдық модульдік жонғыштар	тікжонғылау	6	
Бүрлеу немесе тартажону	Бүрлеу және тарту	Бүрлейгін созба	7, 8	
Қашау	Қашауыш	Н класына жататын тісқашау	7	
Тегістеу	Ажарлағыш дөңгелек	Тісажарлағыш	6	
	Бұрамдықты ажарлағыш дөңгелектер		—	
			5, 6	
Тарту	Тартажонғыш	Тарғылатын	5, 6	



2.28-сурет. Тісті дөңгелектерді саусақты (а) және дискті (б) модульдік жонғышты жонғылау

Бұрамдықты жонғыштармен тік және шиыршық тістері бар тісті дөңгелектерді кеседі.



2.29-сурет. Цилиндрлік тісті дөңгелекті көшірмелеу әдісімен кесу сызбасы:

1 – бөлгіш бастиек; 2 – құралбілік; 3 – дайындама; 4 – дискті модульдік жонғыш; 5 – артқы басша

Бұл ретте бұрамдық жонғышты, шиыршық орамының бағыты дөңгелек тістеріне сәйкес келетіндей орнатады. Егер  $\gamma$  бұрышы астында тісті алу үшін бұрамдық жонғышы орамының еңіс бұрышы  $\gamma$  болатын болса, оның осіне бұрамдық жонғышты  $\alpha = \omega - \gamma$  бұрыш астына орнату керек.

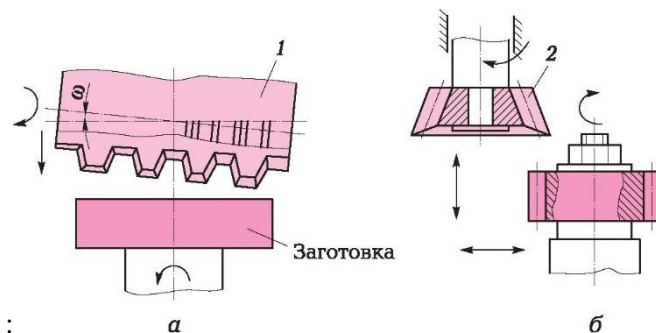
Тістерді 2 дөңгелек тісқашауыш көмегімен кесуді, тіс және қисық тісі бар сыртқы және ішкі іліністегі тісті дөңгелектерді кесуге болатын тісқашайтын білдектерде орындайды (2.30,б сурет).

Тісті дөңгелектің тістерін қалыптастырудың қалдықсыз технологиясы – тістерді салқындай және ыстықтай бүрлеу процестері кеңінен таралып жатыр. Мұндай тәсілдер 3 дейінгі модуль кезінде 7-ші дәлдік дәрежесіне жататын тісті доңалақтарды алуды қамтамасыз етеді.

Салқындай бүрлемдеуді тістерді өңдеу кезінде тісқырудың орнын алмастыратын соңғы операция ретінде қолданады. Тісжонғылаудан соң салқындай бүрлеу, 7-8 дәлдік дәрежесі бар тісті дөңгелектерді алуға мүмкіндік береді.

Тістерді тазадай өңдеу операцияларын тісқырғыш, ажарлағыш және жануышты білдектерде орындайды. Тісқыруды тіс беттеріндегі бұдырлылықты азайту үшін тіс бетінен 0,005... 0,1 мм жоңқаны қырып тастайтын арнайы құрылғы тісқырғыш қолданылады. Тісқыру дөңгелек тәжінің радиал соққысын, пішін ақаулығы мен тісті жұмыс бетінің бұдырлығын азайтады.

5-7 дәлдік дәрежесіне жататын шыңдалған және шыңдалмаған тісті дөңгелектерінің тістері ажарлауға ұшырайды. Ол үшін қолданылады



2.30-сурет. Тісті дөңгелектерді тісжонғылау білтегінде бұрамдық жонғышпен (а) және тісқашау білдегінде (б) тісқашауышпен жүргізіп төсеу әдісімен кесу сызбасы

- Көшірмелеу, тістер арасындағы әр ойымды үлгілем дөңгелекпен ажарлаған кезде.
- пішіннің түзусызықты бүйір жақтары бар тісті дискті конус тәрізді дөңгелектермен жүргізіп жаттықтыру (7-ші, 6-шы дәлдік дәрежесін алады);
- тісті ажарлағыш дөңгелекпен жүргізіп төселту.

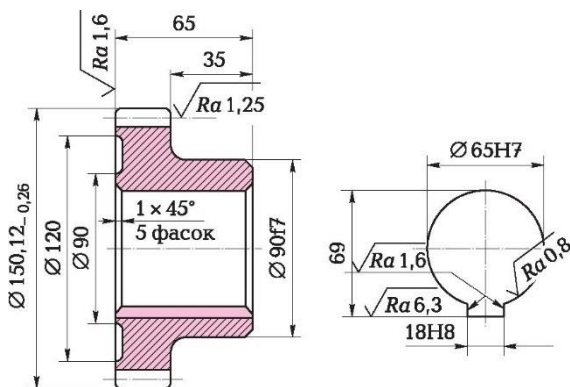
Термиялық өндеуден соң тістерді өңдеу үшін жануыштауды қолданады. Жануыш тісті дөңгелектің пішіндей болады.

Жануыштаумен әдіпі 0,02.0,05 мм аспайтын 1,5...6 мм модулі бар дөңгелектерді өңдейді. Жануыштау беттің бұдырлығын азайтады, оны тісқырғыш тісті дөңгелектерді термиялық өндеуден соң 7-ші дәрежеге жататын тісті дөңгелектерді өңдеу кезінде қолданады.

**I және III типті тісті дөңгелектерді дайындаудың типтік процесі.** Диаметрі 100. 250 мм I типті (2.31 сурет) тісті дөңгелекті өңдеу; өндірісі – орта көлемді; дайындама – тесігі бар қалыптау; материалы – 45 болат; дәлдік дәрежесі – 6.

Типтік технологиялық процесс келесі операцияларды құрайды:

- 5 – жону: диаметрі 65H7 саңылауды, үлкен қапталды және диаметрі 150,12 мм сыртқы бетті және бунаманы үшжұдырықшалы өздігінен центрленетін патронда 16K20Ф3 моделінің білдегінде ақырғы өңдеу; дайындаманы базалау – диаметрі 90f7 бет пен кіші қаптал беті бойымен;



2.31-сурет. I типті тісті



- 10 – тарту: кілтекті ойықты, саңылау бойынша дайындаманы қондыруға арналған құралбілікте 7Б55 моделінің көлбеу тарта өңдеу білдегінде тарту; дайындаманы базалау – саңылауы және диаметрі 90f7 өңделмеген қаптал бойынша;
- 15 – жону: диаметрі 90f7 бетті, диаметрі 150,12 және 90 мм қапталдарды соңғы рет құралбілікте 1722 моделінің гидрокөшірме білдегінде жону;
- 20 – тісжоңғылау: тістерді пневможетегі бар құралбілікте 5К324 моделінің тісжоңғылау білдегінде фрезермен өңдеу; кескіш құрал – бұрамдық жоңғыш; базалау – саңылау және қаптал бойынша;
- 25 – термиялық: ЖЖТ тістерін 52...56 HRC дейін шынықтыру;
- 20 – калибрлі: саңылауды гидравликалық баспақта калибрлеу; жабдықтама – 65Н7 диаметрлі тескіш;
- 25 – ажарлағыш: диаметрі 90f7 бетті центрлік кілтекті құралбілікте дөңгелете ажарлау білдекте ақырғы ажарлау; базарлау – саңылау және үлкен қаптал бойынша;
- 20 – тісажарлағыш: тістерді центрлік құралбілікте 5В833 моделінің тісажарлағыш білдегінде ақырғы ажарлау; базалау – саңылау және үлкен қаптал бойынша; кескіш құрал – ажарлағыш дөңгелек.

Диаметрі 100...250 мм III типті тісті дөңгелекті өңдеу; өндірісі – ірі көлемді; дайындама (2.25, в-суретін қараңыз) – тесумен қалыптау; материал – 45 болат; дөңгелектің дәлдік дәрежесі – 8.

Типтік технологиялық процесс келесі операциялардан құралады:

- 05 – ажарлау: қапталдарды магниттік тақтада 3Б722 моделінің жазық ажарлағыш білдекте ақырғы ажарлау; құрал – ПП200 x 50 x 7624А25 ажарлағыш дөңгелек; базалау – қаптал бойынша;
- 20 – тартып өңдеу: диаметрі 75Н7 саңылауды тартажоңғышты автоматтық қармауы бар патронда тіктартаөңдеу автоматында ақырғы тарту; құрал – тарту; дайындаманы базалау – қаптал бойынша;
- 25 – бұрғылау: қиықжиекті екі жағынан ажыратылмалы құралбілікте тікбұрғылау жартылай автоматта үңгілеу; құрал – диаметрі 90 мм үңгі; дайындаманы базалау – саңылау және кіші қаптал бойынша;

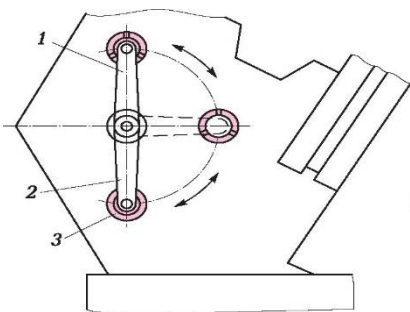
- 20 – тартып өңдеу: ойық кілтекті тарту (жабдықтар 10 операциясындағы сияқты);
- 25 – жону: тісті тәж және қапталдың бетін 1A720 моделінің көпкескішті жартылай автоматта қайрау; дайындаманы базалау – диаметрі 75H7 саңылау пен қаптал бойынша;
- 20 – тісжоңғылау: тістерді құралбілікті тісжоңғылайтын жартылай автоматта жоңғылау; дайындаманы базалау – саңылау және қаптал бойынша;
- 25 – тісқырғыш: тістерді центрлік құралбілікте тісқырғыш білдекте ақырғы қыру.

Тісті дөңгелектерді дайындауға арналған автоматтандырылған бөлікше құрамына термиялық өңдеуге арналған жабдықтар, бөлшектерді автоматтандырылған тасымалдау және қаттау жүйесі, сонымен қатар процесс барысын бақылау және басқару жүйесі кіреді.

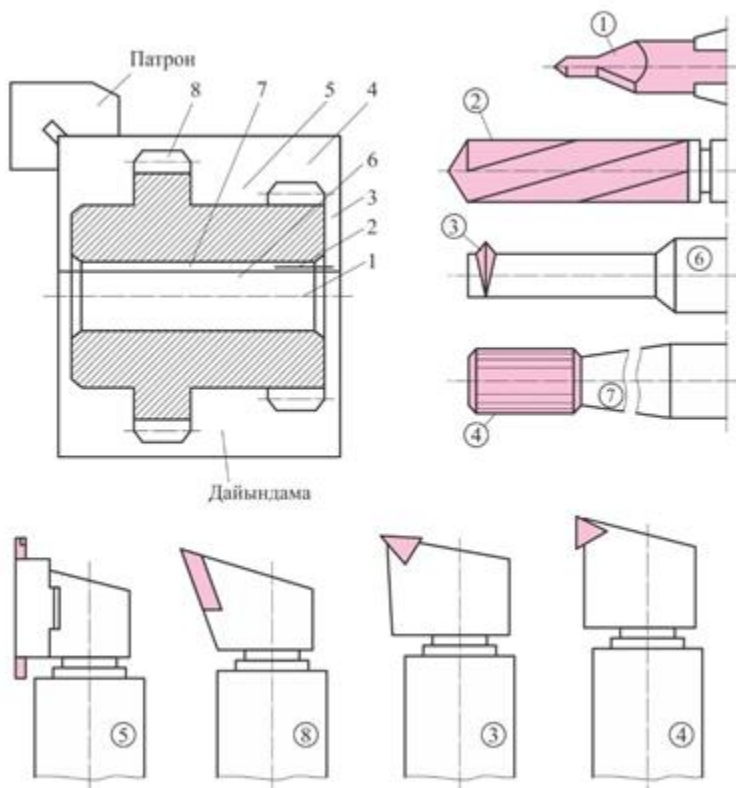
2.32-суретте тісті дөңгелектерді орнату мен ағытуды қамтамасыз ететін манипулятор сызбасы көрсетілген. Ұстағыш құрылғы **1** дайындаманы білдек патронына қармау мен орнатуды, ал ұстағыш құрал **2** – дайын бөлшектерді алуды және **3** оларды жинақтағышта орнатады.

2.33-суретінде тісті дөңгелекті даналық дайындамадан өңдеу схемасы көрсетілген. Алдымен центрлеу орындалады (1 құрал), кейін саңылауды бұрғылау (2 құрал) және базалық саңылауды жонып өңдеу (6 құрал) орындалады. H7 квалитеті бойынша саңылау алу үшін саңылаулы ұңғылауды орындайды (7 құрал). Контур бойынша өңдеуді өтпелі кескішпен, ал ойықты бунақ кескішпен кеседі.

Конустық дөңгелектердің тістерін кесу. Конустық тісті дөңгелектер айналма қозғалысты қиылысатын осі бар біліктер арасында беруге арналған, оларды тік, қиғаш және қисық сызықты тістермен орындайды. МемСТ 1758-81 конус тәрізді берілістерге 12 дәлдік дәрежесі белгіленген.

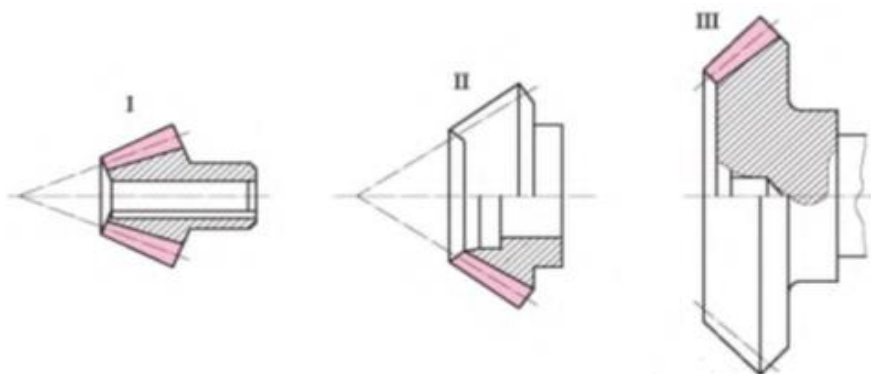


2.32-сурет. СББ бар бунағыш-револьверлі білдекте дана дайындамаларды автоматтық орнату мен ағытуға арналған манипулятор



2.33 сурет. Тісті доңғалақты СББ бар бунағыш-револьверлі білдекті өңдеу сызбасы (кұрал нөмері өңделетін беттің нөміріне сәйкес келеді)

Жоғары дәлдікті білдектерде және көтеріңкі дәлдікті білдектерде 5,6 дәлдік дәрежесіне жататын дөңгелектерді, ал қалыпты дәлдікті білдектерде 7-ші дәрежеге жататын білдектерді пайдаланады. Конус тәрізді дөңгелектерді көміртекті, цементтеп жабылатын және қосындыланған болаттан орындайды. Дайындама ретінде қалыптау (жаппай және ірі сериялы өндіру)мен дөңгелек илемді (дара және ұсақ сериялы өндіріс). Конус пішінді тісті дөңгелектер құрылысы



2.34-сурет. Конус пішінді дөңгелектердің түрлері

I үлгідегі дөңгелектерді тісті дөңгелектің тесігі мен қапталы бойынша базалаумен құралбіліктегі жону білдектерінде, II үлгідегі дөңгелектерді қаптал және саңылау бойымен базалау, III үлгідегі дөңгелектерді центрлерде базалаумен өңдейді.

Берілісте бүйірлік саңылаудың кему реті бойынша *A, B, C, D, E, H* әріптерімен белгіленетін тісті дөңгелек жанасуының 6 түрі бар.

Тісті дөңгелек пен беріліс жұмысының бірқалыптылық нормасының дәлдік дәрежесі арасындағы жанасу түрі арасында тәуелділік бар.

Түйіндесу түрі *A B C D E H*

Дәлдік дәрежесі 4—12 4—11 4—9 4—8 4—7 4—7

Тісті іліністің дәлдік дәрежесіне байланысты түйіс дағының нақты өлшемін қамтамасыз ету керек (2.7-кесте).

Конус пішінді дөңгелек тістерін, үш кезеңде жонғыш жинақтамасы көмегімен көшірмелеу әдісімен кеседі. Бірінші кезеңде аз диаметр де дөңгелек ойымына сәйкес келетін ойымды жонады. Екінші кезеңде өңдеуді пішіні үлкен диаметрдегі пішінге сәйкес келетін, модульдік фрезамен орындайды.

2.7-кесте. Тіс түйіспесінің жиынтық дағының көлемі, %

Дақ көлемі	Дәлдік дәрежесі			
	4,5	6,7	8,9	10—12
Тістің ұзындығынан бастап	70	60	50	40
Тістің биіктігінен бастап	75	65	55	45

Бұл кезеңде тістің бір жағын жонады. Үшінші кезеңде қарама-қарсы жақты жонады, ол үшін бөлгіш бастиекті кері бағытта бұрады.

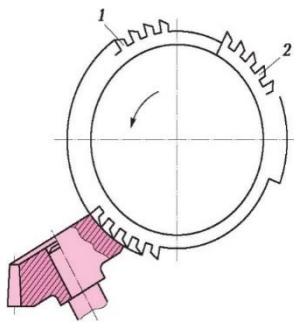
Кішкентай тік тісті конус пішінді дөңгелектерді өңдеу кезінде кескіш құрал ретінде дөңгелек тартажонғыш болып табылатын білдектерде тартуды пайдаланады. Тартажонғыш, тіс пішінінің өзгеру реті бойынша кескіш *I* (2.35-сурет) және калибрлеу *2* бөліктерінен тұратын бірнеше кескіштен құралады. Тістерді кесу кезінде, тартажонғыштың айналмалы және қайтымды ілгерілмелі қозғалысы болады, оның жылдамдығы мен сипаты көшіргіштің пішініне байланысты.

Жаттықтыру әдісімен конус пішінді тісті дөңгелектерді екі дискті жонғыштармен, сонымен қатар тіс сүргілеуші білдекте түзу сызықты кескіш жиегі бар екі кескішпен сүргілету арқылы орындайды. Жаттықтыру әдісі бойынша екі кескішпен сүргілетуді тіс тістері мен 20 мм дейінгі модулі бар конус пішінді дөңгелектерді кесу үшін қолданады. Модулі 3,5 мм дейінгі тісті дөңгелектерді бір жұмыс жүрісінде орындайды.

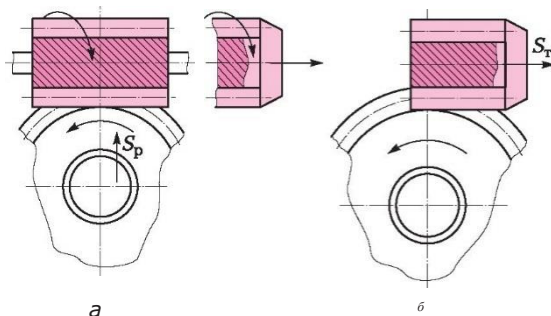
Қисық сызықты тістері бар конус пішінді тісті дөңгелектерді кесуді, шеңбер доғасы немесе конус тәрізді бұрамдық жонғыш бойымен тіс пішіні бар кескіш басшамен орындайды. Бұл ретте қиғаш шиыршық тістер, дайындамасы бар өндіруші ойдағы дөңгелекті жаттықтыру нәтижесінде қалыптасады. Тіскесуден соң конус пішінді тісті дөңгелектің тістерін жонады. Бұрамдық дөңгелектерді өңдеу. Бұрамдық берілістің 12 дәлдік дәрежесін ажыратады. Кинематикалық берілістер 3-6 дәлдік дәрежесіне, ал күш бұрамдық берілістер 5-9 дәлдік дәрежесіне сәйкес келеді.

Бұрамдық дөңгелектерді өңдеуді, бұрамдық жонғыштары бар тісжонғылау білдектерінде, сонымен қатар құралбілікте қондырылған және жонғыштың бір тісіне ұқсайтын кескіштер көмегімен орындайды.

Тісжонғылау білдегінде бұрамдық дөңгелектерді өңдеуді,  $S_p$  (2.36, а-сурет) радиал жіберу әдісімен,  $S_T$  (2.36, б-сурет) тангенциал жіберу әдісімен және бұл әдістерді құрамдастырумен жүргізеді.



2.35-сурет. Конус пішінді дөңгелекті шеңберлі тартажонғышпен кесу схемасы

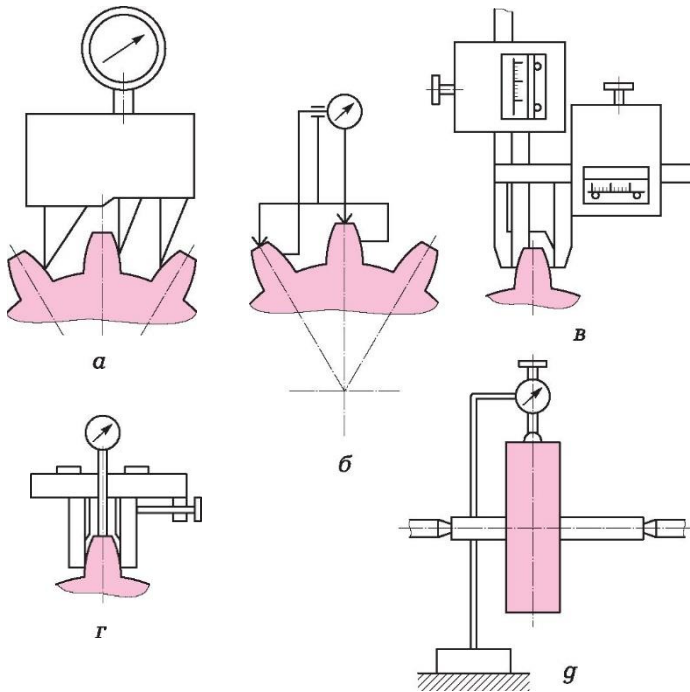


2.36-сурет. Радиал (а) және тангенциал (б) беріліс әдісімен бұрамдықты және шыршалы дөңгелектерді кесу

**Шыршалы тісті дөңгелектерді кесу.** Өңдеуді, қайтымды ілгерілме қозғалысты, құралда тісқашауышпен бірге қондырылған жұдырықшалар арқылы алатын екі шиышрық тісқашауыштармен тісқашау білдектерінде орындайды.

**Тісті дөңгелектерді бақылау.** Тісті дөңгелектерді бақылау кезінде тексереді:

- центрлік құралда индикатор және құралбілік көмегімен базалық қапталдың соққысын (тісті кесуге дейін) (2.37, а-сурет);
- параллель жанамалардың тістердің екі көрші аттас пішіндері арасындағы нақты және белгіленген қашықтықтың айырмасы бойынша негізгі айналымның ауытқуын (2.37, а-сурет);
- дөңгелектің негізгі шеңбері бойынша кез келген шеңберлік қадамдар арасындағы қашықтықтың айырмасы бойынша шеңберлік қадамдардың айырмасы (2.37, б-сурет);
- тістер бойынша тізбекті шеңберлік қадамның өлшемі бойынша барлық шеңберлік қадамның жинақталған ақаулығын;
- пішіннің ақаулығын нақты пішінді эвольвента өлшегіш бойынша теориялық эвольвентамен салыстырумен;
- тістің жуандығын бастапқы шеңбер бойынша штанген өлшегішпен (2.37, в-сурет);



2.37-сурет. Тісті дөңгелекті бақылау схемасы (а-д)

- бастапқы контурды тангенциал тіселшегішпен ығыстыру (2.37, г-суреті);
- тісті тәжді дөңгелек ойымына енгізілген шар немесе аунақша бойынша индикатор көмегімен радиал соғу (2.37, д-сурет).

Іліну дұрыстығын эталондық аспаптар көмегімен тексереді, ол арқылы сонымен қатар түйісетін тісті дөңгелектерді іріктеуді жүргізеді.

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Корпустық бөлшектердің міндеті қандай?
2. Білтектердің типтік бөлшектерін өңдеу процесін әзірлеу кезектілігін атаңыз.
3. Жону білдегінің жылдамдық қорабының корпусын өңдеудің типтік процесінің негізгі операцияларын атап өтіңіз.

4. Білікті алудың қандай тәсілдерін білесіз?
5. Білікке қандай техникалық талаптар қойылады?
6. Білікті өндірудің типтік технологиялық процесінің негізгі операцияларын атаңыз.
7. Сатылы біліктерді өндірудің реттілігі қандай?
8. Білік мойнын ажарлаудың қандай әдістерін білесіз?
9. Сыртқы бұрандалды беттерді өңдеу үшін қандай құралдарды қолданады?
10. Жону бірдегіне арналған негізгі құралдарды атаңыз.
11. Тісті дөңгелектердің классификациясын беріңіз.
12. Тісті дөңгелектерді өндіру реттілігін атаңыз.



# МАШИНАЛАРДЫ ҚҰРАСТЫРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

## 3.1. МАШИНАЛАРДЫҢ САПАСЫ ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ МАҒЛҰМАТТАР

---

Машиналарды құрастыру процесі, өндірістік циклінің соңғы кезеңінің бірі болып табылады. Құрастыру процесі кезінде жаңа машинаның ғана емес, сонымен қатар машинаның барлық жұмыс ресурсы уақытында сапаның өзгермейтіндігінің қажетті сапасын қамтамасыз ететін барлық параметрлер қамтамасыз етіледі.

*Машиналар* мен машина жасаудың басқа бұйымдарының сапасы ретінде, міндетіне сәйкес нақты қажеттіліктерге жауап беретін жарамдылықты шарттайтын машинаның қасиеттерінің жиынтығын түсінуге болады. Ол машина конструкциясын, оның құрылымын, бөлшектерді өндірудің технологиялық процестерін, пайдаланудағы үнемділікті, сенімділікті және мүлтіксіздік және т.б. қамтиды. Машинаның сапасы жобалаудан бастап сынауға дейінгі өндірудің барлық кезеңдерінде қалыптасады және қаланады, бірақ негізінен өңдеу кезінде қамтамасыз етіледі.

Дайын машиналардың сапасы сынау стендінен бөлек пайдалану шарттарында расталады. Бұл ретте сапаны анықтайтын көптеген параметрлерді өлшеуді жүргізеді. Сол немесе басқа параметрлерді анықтау дұрыстығы, өлшеу дұрыстығына, яғни сол параметрлерді бақылаудың таңдап алынған құралдарына байланысты.

Дайын бұйымдардың сапасын метрологиялық қамтамасыз ету, дайын бұйымның сипаттамасының қажетті дәлдігін анықтауды қамтамасыз етуге бағытталған ұйымдық-техникалық шаралардың кешені болып табылады.

Дайын машиналарды шығаратын кәсіпорын деңгейінде, сапаны метрологиялық қамту, келесіні құрайды:

- Өлшеуіш құралдар мен сынау мен өлшеудің толық көлемін қамтамасыз ететін құралдардың рационалды номенклатурасын таңдау;
- Қажеттілік жағдайында өлшеу мен сынаудың арнайы құралдарын әзірлеу;
- Пайдаланылатын құралдарды қадағалау;
- Өз өнімдерін сынау мен оның параметрлерін өлшеу тәсілдеріне кәсіпорынның стандарттарын әзірлеу.

Бұл ретте, өндірістің технологиялық процесіне қатысатын барлық өлшеу құралдары, өлшеу бірлігін қамтамасыз ететін мемлекеттік жүйесі шеңберінде жүйелік тексерістен өтетіндігін ескеру керек.

Құрастыру процесінің сапасы, құрастыру өндірісінің техникалық деңгейімен сипатталады, ол өз кезегінде механикаландырылған еңбек үлесі, автоматтандыру деңгейі, қиюластыратын жұмыс көлемі және т.б. бағаланады.

Бұдан басқа құрастыру процесінің сапасына құрастырылатын бұйымның технологиялылығы, өндіріс көлемі, құрастыру процесін ұйымдастыру және оның мәдениеті әсер етеді. Дайын бұйымның сапасын кезең-кезеңмен бақылайды:

- Түсетін материалдар мен құрамдас өнімдердің кірісін бақылау;
- Жиналатын құрылым бірліктерін операциялық бақылау;
- Дайын өнімді соңғы тексеру.

Материалдар мен сатып алынған жинақтамалық бұйымдарды кіріс бақылау, бұйымды қаптау, тасымалдау және ашу кезінде алынған ақаулықтарды анықтау мақсатында жүргізіледі. Бұл бақылау тексерілетін бұйымдардың өндіруші кәсіпорында шығыс бақылауды өткендігіне қарамастан орындалады.

Материалдарды кіріс бақылау процесі кезінде химиялық құрамның тұрақтылығы мен біртектілігі, механикалық қасиеті және т.б. тексеріледі. Әсіресе құрастырылатын бұйымның сенімділігі мен төзімділігіне әсер ететін параметрлерге көңіл аударады.

Құрамдас өнімдердің кірісін бақылау келесі мақсатта орындалады:

- Сыртқы ақауларды анықтау;
- Реттеу параметрлерін тексеру;

- Жаттықтыру немесе іске кірістіруден соң пайда болатын ақаулықтарды анықтау.

Операциялық бақылау құрастырылатын бұйым сапасының жеке көрсеткіштерін тексеруге арналған. Бұл ретте құрастыру кезінде алынған нақты параметрлерді, техникалық құжаттамамен белгіленген параметрлермен салыстырады. Осы мақсаттар үшін кейбір құрастыру бірліктерін, пайдалану шарттарына ұқсатумен арнайы стендтерде сынайды. Пайдаланылатын машинаның сенімділігіне әсер ететін беріктік, қымтақтылық, дірілорнықтылық және басқа параметрлерді тексереді.

Дайын машиналарды шығыс бақылау құрастыру цехтері мен сынау стендтерінде орындалады. Жинақталған параметрлерді тексеру бұйымды дайындау кезеңінде аяқталған фаза болып табылады. Құрастыру цехында құрастыру бірлігі мен бұйым жүйесінің монтажын, саңылаулардың, радиал тартылыс пен қаптал соққыларының сызба талаптарына сәйкестілігін тексереді.

Сынау стендтерінде нормативтік-техникалық құжаттамада қарастырылған жұмыс тәртіптерінің барлығында дайын бұйымның шығыс параметрлерін өлшейді. Бұйымның төзімділігі мен мүлтіксіздігіне әсер ететін параметрлерге ерекше көңіл бөлінеді, олар мысалы айналушы элементтермен қалыптасатын діріл деңгейі, сырғанау тірегін майлау шарттары, қуатты немесе отынды пайдалану, бұйыммен қалыптастырылатын күш немесе бұрау моменті.

**Сенімділік** – дайын машинаның, пайдаланудың тағайындалған шарттарына сәйкес келетін белгіленген шамада тағайындалған пайдалану көрсеткіштерінің мәнін уақыт аралығындай сақтаумен белгіленген қызметтерді орындау қасиеті. Бұл дайын бұйымдардың маңызды қасиеті, бұйымды өндірудің барлық кезеңдерінде қалыптасады. Бұйымның сенімділігін қалыптастырудағы маңызды кезең, бұйымды өндірудің соңғы фазасы ретіндегі құрастыру процесі.

Машинаның **мүлтіксіздігі**, сенімділікті анықтаудың ең маңызды қасиетінің бірі болып табылады. Бұл қасиет ретінде алдын ала белгіленген уақыт аралығында бұйымның жұмысқа қабілеттілігін үздіксіз сақтауды түсінеді. Нормативтік-техникалық құжаттамамен белгіленген шамада берілген мәндерді сақтаумен тағайындалған қызметтерді орындауға қабілетті бұйым, жұмысқа жарамды бұйым болып табылады.

Машиналардың мүлтіксіздігін сандық бақылау үшін ең жиі келесі көрсеткіштерді қолданады:

- Мүлтіксіз жұмыс істеу ықтималдығы;

- Тоқтаусыз жұмыстың орташа уақыты;
- Тоқтап қалу қарқындылығы.

**Машинаның төзімділігі** – ол машинаның техникалық қызмет көрсетудің нақты (дұрыс) шарттарында тозудың шекті күйінің түсуіне дейінгі жұмысқа қабілеттілікті сақтау қасиеті. Төзімділік, техникалық қызмет көрсету мен жоспарлы жөндеу уақытына қажет пайдаланудағы үзілістерді де құрайды. Машинаның шекті күйі, кезекті қолдану мүмкін болмаған жағдайда келеді, оның ішінде қызметкерлер немесе қоршаған ортаның қауіпсіздігі себебінен болуы мүмкін. Бұл күй берілген машина үшін нормативтік-техникалық құжаттамамен анықталады.

Машинаның жарамдылығы – ол машинаның нормативтік-техникалық құжаттамада берілген барлық талаптарға жауап берген жағдайдағы күйі. Жұмысқа жарамды машина егер мардымсыз ақаулық машинаның қызметіне әсер етпейтін болса, ақаулы болып табылуы мүмкін.

Машинаның мүкісі – машинаның нормативтік-техникалық құжаттаманың ең болмаса бір талабына сәйкес келмеуі кезіндегі күйі.

Машинаның жарамды күйден ақаулы күйге ауысуы, зақымдану сияқты оқиғамен сипатталады. Машинаның жұмысқа жарамды күйден жұмысқа жарамсыз күйге ауысуы, тоқтап қалу сияқты оқиғамен сипатталады. Сәйкесінше тоқтап қалу ол – машинаның жұмысқа жарамдылығының ақаулығынан тұратын оқиға.

Машина жасау бұйымдарын пайдалану тәжірибесі көрсеткендей, олардың сенімділік дәрежесі әрдайым өзгереді. Машина жасау бұйымдарын пайдалану тәжірибесі көрсеткендей, олардың сенімділік деңгейі әрдайым өзгеріп тұрады. Пайдалану мерзімін арттыру қажеттілігі бойынша үздіксіз жұмыс жасау ықтималдығы төмендейді. Бұйымның тоқтаусыз жұмыс жасауы ықтималдығының сыни деңгейге жетуі кезінде бұйымды пайдаланудан алып алады және жөндеуге жібереді. Жөндеуден соң бұйымның тоқтаусыз жұмыс жасау ықтималдылығының деңгейі біршама артады.

Бұйымның тоқтап алу қарқындылығын үш кезеңге бөлуге болады.

Бірінші кезеңде уақыт аралығындағы тоқтап қалу қарқындылығы күрт төмендейді, өйткені бөлшектердің түйіспе беттерін іске кірістіру жүргізіледі және құрастыру кезіндегі қателіктермен байланысты кездейсоқ тоқтап қалулар пайда болады.

Екінші кезеңде уақыт аралығындағы тоқтап қалудың қарқындылығы азды көпті тұрақты болып қалады, өйткені үйкеліскен беттері жұмыс жасайды, ал тоқтап қалулар құрылымның жетімсіздігі мен бұйымды өндірудің технологиялық процесінің тұрақсыздығынан пайда болады.

Үшінші кезеңнің басында үйкеліскен беттер біршама тозған, материалдар мен тығыздауыштардың тозуы орын алған, үдемелі тозу жүріп жатыр ол бұзылу қарқындылығын арттырады.

**Машиналардың сенімділігін арттырудың технологиялық жолдары.** Бөлшектердің бұзылуы басынан басталатыны мәлім, өйткені жүктелген бөлшектердің беттік қабаты артығырақ кернелген және оған қоршаған орта теріс әсер етеді. Сондықтан бұйымның сенімділігін арттыруға бағытталған негізгі технологиялық шаралар бұйымның жұмыс беттерін беріктендіруге бағытталған.

Ол үшін келесі технологиялық процестерді қолданады:

- Бөлшектерді химиялық-термиялық өңдеу;
- Бөлшек беттерін жылуөзімділігі жоғары материалмен қаптау;
- Бөлшектердің жұмыс беттерін қақтау.

Құрастыру процесіне сәйкес:

- Заманауи жабдықтар мен теңгерме әдістерін пайдаланумен айналатын құрастыру бірліктерінің мұқият теңгерімін жүргізеді;
- Құрастыру дәлдігін қамтамасыз ету мақсатында құрастыру процесі кезінде дайын бөлшектерді жөндеуді мүмкіншілігінше жүргізбейді.

## 3.2.

## ҚҰРАСТЫРУ ПРОЦЕСІНІҢ НЕГІЗГІ ҰҒЫМДАРЫ

Құрастыру жұмыстары машина жасау өндірісі процесінің соңғы кезеңі болып табылады. Машина жасауда құрастыру жұмыстарының еңбек сыйымдылығы, бұйымдарды жасаудың жалпы еңбек сыйымдылығының 20... 70% құрайды, ал автоматтандыру деңгейі 10.15% аспайды. Құрастыруды орындау сапасына, білдектердің пайдалану сипаттамасы тәуелді. Құрастыруды бұйымның құрамдас элементтерін белгіленген дәлдікпен жалғастырумен орындайды.

Машина жасауда **бұйым** деп өндіріске жататын кез келген зат пен зат жинағын атайды. Бұйым ретінде машина немесе оның жинақтамадағы элементтері, берілген өндірістің соңғы кезеңінің өнімінің түріне

байланысты жеке бөлшектер болып табылуы мүмкін. Мысалы, білдек жасау кәсіпорны үшін бұйым ол білдек немесе автоматтық желі, бекіткіш бөлшекті жасайтын кәсіпорын үшін ол бұрандама, сомын және т.б. Бұйымдардың келесі түрлері белгіленген: кешендер және жиынтықтар.

**Бұйым құрылымы.** Машина жасаудың әр дайын бұйымы берілген кәсіпорында жасалатын бөлшектерде, бекіткіш бөлшектер мен шығыс материалдардан тұрады. Алдын ала құрастыру процесінде бұл құрағыш өнімдерді, өз кіріс параметрлері бар бұйымның бөлшегі болып табылуы мүмкін құрастырма бірліктерге жинайды. Жалы құрастыру кезеңінде құрастырма бірліктер, басқа бөлшектермен бірдей машинаның корпусына немесе бір-біріне жалғастырылады және тұтас бұйым пайда болады.

**Бөлшек** – құйған корпус, металдың бір кесегінен жасалған білік, қалыпталған қалағы құрастыру операцияларын қолданусыз бір материалдан (метала немесе бейметелл) жасалған бұйым болып табылады.

**Құрамдас бірлік (торан)** деп құрамдас бөліктері өндіруші кәсіпорында жалғастырылатын бұйымды атайды. Құрастырма бірліктің құрамдас бөлігінің технологиялық белгісі, құрастыру мүмкіндігі мен бұйымның басқа элементтерінен бөлектігі. Құрамдас бөлік құрылымдық ерекшеліктерге байланысты жеке бөлшектерден немесе жоғарғы қатар мен бөлшектердің құрамдас бөліктерінен құрылуы мүмкін.

Бірінші, екінші және одан жоғарғы ретті құрамдас бөліктерді ажыратады.

Бұйымдарды құрамдас бөліктерге бөлу техникалық белгі бойынша жүргізіледі. Бірінші реттің құрамдас бөлігі бұйымның құрамдас бөлігіне кіреді, екінші реттің құрамдас бөлігі – бірінші реттің құрамдас бөлігіне кіреді және үшінші реттің құрамдас бөлігі мен бөлшектерге және т.б. бөлінеді. Жоғарғы реттің құрамдас бөлігі тек қана бөлшектерге бөлінеді.

**Кешен** ретінде өндіруші кәсіпорында құрастырылмайтын, бірақ өзара байланысқан пайдалану қызметтерін орындау үшін қызмет ететін ұғымды түсінеді. Кешенге негізгі қызметті атқаратын бұйымдар, сонымен қатар қосалқы қызметтерді орындауға арналған құрамдас бірліктер (мысалы пайдалану орнында кешенді монтаждау) кіреді.

**Жинақталым**, құрастырма операциялар көмегімен өндіруші кәсіпорында жалғастырылмаған ең немесе одан көп бұйымдар болып табылады. Ол көмекші сипаттағы жалпы пайдалану мақсаты бар бұйымдар, мысалы қосалқы бөліктердің және т.б. жинақталымы.

**Агрегат** – автономды жұмыс жасай алатын машина бөлігі. Агрегаттарға автомобильдік генераторды, автомобильдің отын сорғысы, гидравликалық жүйенің май сорғысы және т.б.

**Сатып алынатын бұйым** – ол басқа кәсіпорындарда дайын түрде сатып алынатын машина құрастырылымы. Сатып алынатын бұйымдарға жиі шарлы немесе роликті мойынтіректер, электр генераторы, турбостартерлер, түрлі процестерді автоматтық реттеу агрегаттары, электр аппаратурасы және т.б.

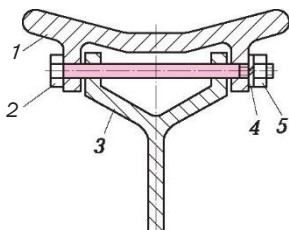
**Құрастырудың технологиялық процесі** өзара бағдарланған бөлшектер, құрамдас бірліктер мен агрегаттарды бірізді қосу операцияларының жиынтығы. Бұл бұйымдарды өндірудің қорытынды кезеңінің бірі. Дайын өнімнің сапасы, оның сенімділігі мен төзімділігі көбіне құрастыру технологиясына байланысты. Кез келген бұйымды құрастыру негізгі және жалпы болып бөлінеді. Жалпы құрастыру кезінде құрамдас бірліктерді, агрегаттарды және сатып алынатын бұйымдарды біріктіреді. Жалпы құрастырудың соңғы кезеңінде толықтай жиналған бұйымды алады. Құрастырудың технологиялық процесі операцияларға бөлінеді.

**Құрастыру операциясы** технологиялық процестің бөлігі болып табылады және келесі құрамдас бірлікті немесе бұйымды толықтай құрастыруға ауысқанша дейін бір қызметкерен немесе бригадалмен нақты жұмыс орнында орындалады. Құрастыратын операция өтпелерден құрылады.

Өтпе – ол құрастыратын құрал немесе жабдықтарды ауыстырусыз орындалатын құрастыру операциясының бөлігі. Өтпе амалдардан тұрады, ал амалдар қоғалыстардан құралады. Мысал ретінде кронштейнді құрастыруды қарастырайық (3.1-сурет).

Кронштейнді 3 жарма баукөзіне 1 қондыру және оны бекіту, құрастыру операциясында өтпе болып табылады және келесі тәсілдерден құралады:

- Кронштейнді тұрғызу 3;
- Бұрандаманы қондыру 2;
- Шайбану кигізу 4;
- Белгіленген бұрай моменті бар сомынды бұрап бекіту.



3.1-сурет. Кронштейннің құрастыру сызбасы

Базалық бөлшек. Құрастырудың технологиялық процесін әзірлеу кезінде, технолог ең алдымен құрастыру процесін бастайтын және бұйымның басқа

Мұндай бөлшекті базалық бөлшек деп атайды. Құрастыратын тетіктерді оған бекітілетін базалық бөлшектің құрылымын ескерумен жобалайды. Базалық бөлшек ретінде ең көлемдісін, ең тұрақтысын және машинаның бөлшектерін жинауға ыңғайлысын таңдап алады. Ондай бөлшек ретінде әдетте корпус немесе білік, немесе бұйымға жиналатын (құрастыратын бірлік, агрегат немесе машина) басқа бөлшектер жалғасатын болғандықтан қақпақ болып табылады.

### 3.3. ҚОСЫЛЫСТАР ТҮРЛЕРІ МЕН ҚҰРАСТЫРУ ДӘЛДІГІ

Бұйымдарды құрастыру кезінде базалық бөлшекке бұйым құрамына кіретін басқа бөлшектер бекітіледі. Бөлшектерді қосу базалық беттер бойынша орындалады. Қосылулардың барлық түрлерін жылжымалы немесе жылжымайтын, ажырайтын немесе ажырамайтын деп бөледі (3.2-сурет).

Ажырайтын қосылыс ол бөлшектеу кезінде бөлшектің бүтіндігі зақымданбайтын қосылыс.

Мысалы бұрандалы қосылысты бөлшектеу кезінде бұл қосылысқа кіретін барлық бөлшектер зақымданбайды, ал нығыздаушы қосылысты бөлшектеу кезінде (бөлшекті баспақтай түсіру) бөлшектердің түйісетін беттері зақымданады.

**Құрастыру дәлдігі.** Машинаны жобалау кезінде құрылымдаушы, бұйымның нормативтік-техникалық талаптарға сәйкес болатын әр қосылыстарға арналған параметрлердің шекті шамасын есептейді. Мәні құрастыру кезінде қамтамасыз етілетін құрастыру параметрлеріне, саңылау, тартылыс, радиалды және қапталдық соғу, өзіктер мен беттердің өзара күйі, серпінді элементтердің деформациясы, қалдық теңгерілмегендік, масса центрінің қалпы және т.б.



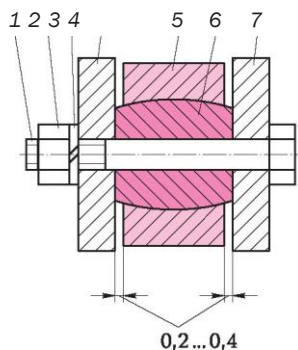


3.2-сурет. Қосылыстардың классификациясы

Құрастыру кезінде, құрастыру параметрінің мәні бұйымның құрастыру сызбасында белгіленген шекті мәндерінен аспайтындай бөлшектердің өзара орналасуына қол жеткізеді. Құрастыру кезінде қол жеткізген және өлшенген құрастыру параметрінің мәнін осы параметрдің әрекеттегі мәні деп атайды.

Құрастыру дәлдігі құрастыру параметрлерінің әрекеттегі мәндерінің, құрастырма сызба және құрастыруға қойылатын техникалық талаптарға сәйкестілік дәрежесі.

Мысал ретінде құрастырма топсаны (3.3-сурет) қарастырайық. Екі саңылаудың белгіленген мәні 0,2-0,4 мм интервалда. Егер құрастырудан соң саңылауларды өлшеу нәтижесінде кем дегенде 0,42 мм нәтижесін алатын болсақ, онда ол саңылаудың белгіленген жағдайында, құрастыру параметрінің әрекеттегі мәні болып табылады.



3.3-сурет. Құрастырылған топса

Саңылаудың белгіленген мәнін (0,4 мм) әрекеттегі мәнмен (0,42 мм) салыстырып, құрастыру дәлдігі қамтамасыз етілмегендігі туралы қорытынды шығаруға болады.

**Құрастыру дәлдігін қамтамасыз ету әдісі.** Машиналар мен құрастыратын бірліктерде құрастыру кезінде дәлдік келесі әдіспен қамтамасыз етіледі:

- Толық өзара ауыстырымдылық әдісі;
- Толымсыз өзара ауыстырымдылық әдісі;
- Бөлшектердің іріктеу;
- өтемдеу немесе реттеу;
- бөлшектерді қиоластыру немесе түзеу.

**Толық өзара ауыстырымдылық әдісі.** Толық өзара ауыстырымдылық, әр бөлшек құрастыру кезінде құрастырудың белгіленген дәлдігі автоматтық түрде, яғни реттеу операцияларын жүргізусіз қажетті қалыпқа келетін бөлшектерді әзірлеу дәлдігі кезінде мүмкін. Бұл әдіс бойынша құрастыру өте қарапайым, өйткені дәлдікті қамтамасыз ету үшін қосалқы операцияларды жүргізу қажет етілмейді.

Мысал ретінде тартылыс 0,005...0,052 мм болуы керек 1 және 2 (3.4, а-сурет) бөлшектердің қосылыстарының құрастырылуын қарастырайық. Егер құрастыруға түсетін бөлшектердің түйісетін беттерінің өлшемдері (3.4, б-сурет) әзірлеу кезінде дұрыс ұсталатын болса, онда есептеу жолымен келесіні аламыз:

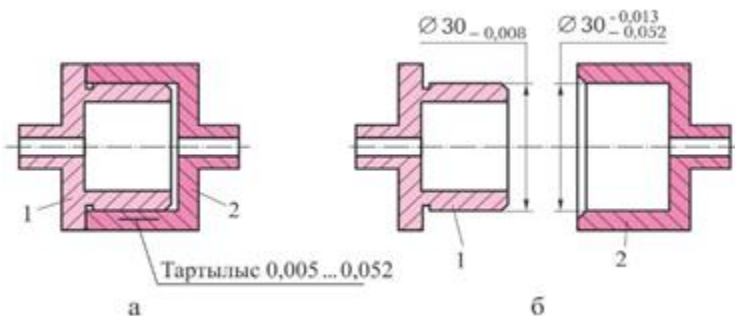
а)  $\Delta_{\min}$  минималды тартылыс қосылыста бөлшектің-төлкенің максималды өлшемінде және бөлшектің-біліктің минималды өлшемінде болады, яғни:

$$\Delta_{\min} = 29,987 \text{ мм} - 29,992 \text{ мм} = -0,005 \text{ мм.}$$

б)  $\Delta_{\max}$  максималды тартылыс қосылыста бөлшектің-төлкенің минималды өлшемінде және бөлшектің-біліктің максималды өлшемінде болады, яғни:

$$\Delta_{\max} = 29,948 \text{ мм} - 30,000 \text{ мм} = -0,052 \text{ мм.}$$

Алынған нәтижелерді құрастыру сызбасының талаптарымен салыстыра отырып (3.4, а-сурет) салыстыра отырып, **1** және **2** бөлшектің қосылыстарындағы тартылыстың қажетті дәлдігі, бұл бөлшектердің түйісетін беттері өлшемдерінің кез-келген үйлесімінде құрамдас сызбаның талаптарына сәйкес келетіндігін бекітуге болады. Құрастыру дәлдігі автоматтық түрде қамтылады.



3.4 сурет. Екі бөлшек қосылыстарының сызбасы:  
а – құрастыратын сызба; б – бөлшектердің сызбасы

**Толымсыз өзара алмасу әдісі.** Құрастыру дәлдігін қамтамасыз етудің бұл әдісі кезінде, құрылымдаушы, бөлшектердің өндіру дәлдігінің пайызының төмендеуін және толық өзара алмасу принципі бойынша құрастыру шарттары кезінде құрастыру дәлдігі бойынша кондицияға сәйкес емес құрастыру бірліктерінің мүмкін пайызын алдын ала есептік жолмен анықтайды. Содан соң бөлшекті өндіруге қажет шығынның төмендеуін кондицияға сәйкес емес бұйымдардың бағасымен салыстырады. Егер экономикалық нәтиже оң болатын болса, онда толымсыз өзара алмасу әдісін пайдалану жөн.

Бұл жағдайда құрастыру, толық өзара алмасу әдісі кезінде, дегенмен құрастыру параметрлерін мұқият бақылаумен орындалады. Анықталған, алдын ала жобаланған кондицияға сәйкес емес бұйымдарды жаңа бөлшектермен араластырып қайтадан құрастыруға жібереді немесе бөлшектерді қиюластыру немесе түзетумен сұрыптайды.

**Бөлшектерді іріктеу әдісі.** Құрастыру параметрлерінің дәлдігін қамтамасыз етудің бұл әдісі кезінде бөлшектерді жиі түйісетін беттердің өлшемі бойынша іріктейді. Кейде масса немесе иілгіштік бойынша іріктеп алады. Бөлшектерді қосарлы және топтық іріктеуді орындайды.

Қосарлы іріктеу кезінде бір бөлшекті құрастырудың қажетті дәлдігі пайда болатында түйісетін беттердің өлшемдерімен салыстыру арқылы құрастыруға түскен басқа бөлшекке таңдап алады. Бөлшектерді тікелей құрастыру орнында немесе нөмірленген дайын бөлшектерді өлшеу нәтижелерін пайдаланумен алдын ала іріктеп алуға болады.

Бөлшектерді іріктеудің топтық әдісін бұйымды шығарудың біршама көп бағдарламасында қолданады. Әдістің мәні, төмендетілген дәлдікпен әзірленген түйсетін бөлшектердің параметрлерді өлшегеннен соң бірнеше топқа бөлетіндігінде. Түйсетін бөлшектерді құрастыруға топ бойынша жеке жеке береді, яғни бұйымды бір топқа түскен бөлшектерден жинайды. Құрастыру дәлдігі, түйсетін бөлшектердің қанша топқа бөлінетіндігіне сәйкес соншалықты есе артады. Бір топтық шамасында бұйымды құрастыру толық өзара алмасу бойынша жүргізіледі.

**Селективті құрастыру.** Құрастыру параметрлерінің дәлдігі бөлшектерді топтық іріктеумен қамтамасыз етіл етін әдісті селективті құрастыру деп атайды. Құрастырудың бұл әдісі, бөлшектердің көп мөлшерін өндірудің салыстырмалы төмен дәлдігі кезінде дәлдігі жоғары құрастыру параметрлерін алуға мүмкіндік береді.

3.5, а-суретінде 0,2...0,24 мм саңылауды алу қажет қосылыс көрсетілген. Дегенмен, түйсетін беттердің өлшемдері (3.5, б-сурет), бұл қосылыстарды толықтай өзара алмасу әдісі бойынша құрастыру кезінде саңылау  $\Delta_{\min} = 40,00 - 39,84 = 0,16$  мм минималды шамасынан  $\Delta_{\max} = 40,06 - 39,78 = 0,28$  мм (шек  $TI = 0,12$  мм) максималды шамасына ауысатындай, ол белгіленген дәлдікке сәйкес келмейді.

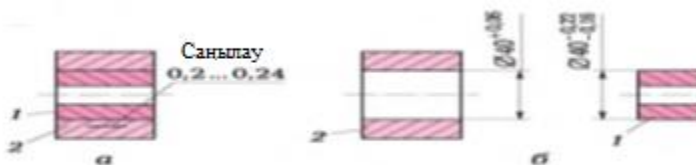
Құрастыру алдында қажетті дәлдікті қамтамасыз етуге арналған бөлшектерді сұрыптап бөлу  $m$  топтарының санын келесі формула бойынша анықтайды

$$m = (\delta_n + \delta_v) / T\Delta,$$

мұнда сыртқы мөлшерге шақтама (білік);  $\delta_n$  – ішкі мөлшерге шақтама (төлке);  $T\Delta$  – құрастыратын параметрге шақтама.  $m = (0,06 + 0,06) : 0,04 = 3$  қарастырылатын қосылыс үшін

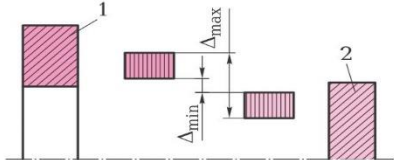
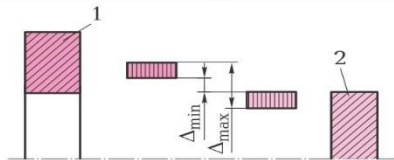
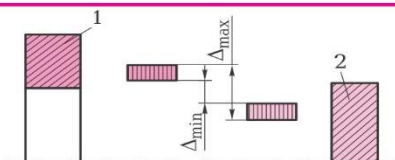
Егер нәтиже бөлшектік санмен алынған болса, онда оны ең жақын толық санға дейін домалақтайды.

Алынған нәтиже ( $m = 3$ ) жиналатын бөлшектерді көлемі бойынша үш топқа (3.1-кесте) іріктеу қажет ететіндігін көрсеткен.



3.5-сурет. Іріктемелі құрастыруға арналған қосылыстар сызбасы:  
а – құрастыру сызбасы; б – бөлшектердің сызбасы

3.1 кесте. 1 және 2 бөлшектерді көлемі бойынша үш топқа жіктеу

Тістерді өңдеу тәсілі	Сұрыптап бөлу тобы	Шақтама өрісінің орналасу сызбасы	2 бөлшек	1 бөлшек	саңылау, мм		Қондырма шақтамасы, мм		
			Шекті өлшемдер						
			max	min	max	min		max	min
Топтық өзара алмасу	Жоқ		40,06	40,00	39,84	39,78	0,28	0,16	0,12
Топтық өзара алмасу	1		40,06	40,04	39,84	39,82	0,24	0,20	0,04
	2		40,06	40,02	39,82	39,80	0,24	0,20	0,04

Тістерді өңдеу тәсілі	Сұрыптап бөлу тобы	Шақтама өрісінің орналасу сызбасы	2 бөлшек		1 бөлшек		саңылау, мм		Қондырма шақтамасы, мм
			Шекті өлшемдер						
			max	min	max	min	max	min	
Топтық өзара алмасу	3		40,02	40,00	39,804	39,78	0,24	0,20	0,04

**Компенсация немесе реттеу әдісі.** Құрастыратын параметрлердің дәлдігін қамтамасыз етудің бұл әдісі сериялы өндірісте негізгі әдіс болып табылады. Әдістің мәні құрастыру параметрінің белгіленген мәні, бөлшектен материал қабатын жоюсыз компенсатор деп аталатын қосалқы бөлшектің сәйкес өлшемін өзгертумен қол жеткізілетіндігінде. Өлшемдік тізбектің қалған буындарын бұл жағдайда экономикалық дәлдікпен орындайды.

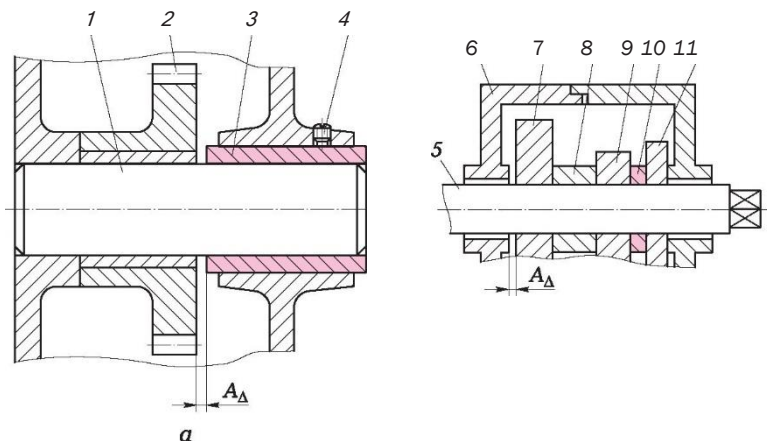
Компенсаторлы буындары өлшемінің өзгертуді келесі тәсілдермен орындауға болады.

- Жүргізілген есептемеге бір компенсаторды сәйкес үлкен немесе кіші компенсациялық көлемі бар ұқсас компенсаторға алмастыру;
- Компенсатор қалпын (орнын ауыстырумен) түйықтаушы түйіннің шамадан тыс ауытқу шамасына.

Жылжымайтын компенсаторлар бірнеше данадан тұратын жинақтама түрінде түседі. Кезекті компенсатордың көлемі, компенсация қадамы деп аталатын компенсатордан белгілі шамаға артық. Компенсаторлар пішіні бойынша жуындығы түрлі сақина, төсеме, шайба, төлке және т.б. түрінде болады. Компенсатор қызметін, штаттық бөлшек ретінде бұйым құрылымына кіретін қарапайым бөлшек орындайтын құрылымдар кездеседі.

3.6, а-суретінде 1 білікте отыратын 2 тегершік қапталы мен 3 төлке арасындағы  $A_d$  өзіктік саңылауы, 3 төлкесін өзіктік жылжыту және оның жаңа қалпын 4 бөгеткіш бұрандамен кезекті сенімді фиксациялаумен қамтамасыз етілетін қосылыс көрсетілген. Берілген құрылымда 3 төлке жылжымалы компенсатордың қызметін атқарады.

3.6, б-суретінде, құрылымында қажетті  $A_d$  өзіктік сағылауын қамтамасыз ету үшін шайба түріндегі **10** ауысымды компенсатор енгізілген редуктор бөлігі көрсетілген. Белгіленген саңылау құрастыру кезінде **10** компенсаторының қалыңдығын өзгерту есебінен 5 білік өзегінің бойынша **7, 8 және 9** бөлшектерінің орнын алмастырумен, яғни қалыңдығы үлкен немесе кіші басқа компенсаторға алмастырумен қол жеткізіледі. Компенсатордың қажетті қалыңдығын құрастыру процесі кезінде немесе құрастыру нәтижесінде алынған әрекеттегі саңылауды өлшеумен, немесе қалдырушы буындар өлшемінің әрекеттегі мәндерін біліп, құрастыратын өлшемдік тізбекті есептеу жолымен анықтайды.



Сур. 3.6. Компенсаторлы құрама чертеждер:  
*a* — жылжымалы компенсатормен; *б* — ауыспалы

Егер бұйымды пайдалану кезінде, жылжымалы компенсаторлық элементтің орнын ауыстыру жолымен қосылыс дәлдігін мерзімді қалпын келтіруді жүргізетін болса, онда дәлдікті қамтамасыз етудің мұндай әдісін *реттеу* деп атайды.

**Қиоластыру және түзеу әдісі.** Бұл әдісте құрастырудың белгіленген дәлдігі, құрастырылатын бұйымның құрылымына кіретін бөлшектердің бірінің көлемін нақты материалды шешіп алумен, яғни механикалық жолмен өзгертумен қамтамасыз етіледі. Бұл мақсаттар үшін құрылымдаушымен белгіленген түзетуге ұшырайтын бөлшекте, компенсация шамасына тең нақты әдіс қарастырылған. бұл әдістің көлемін құрастыратын өлшемдік тізбекті есептеу жолымен анықтайды. Көлемі құрастыратын параметрдің дәлдігіне әсер ететін қосылыстың қалған бөлшектерін төмен дәлдікпен орындайды.

Берілген әдісті орындау кезінде алдымен толықтай өзара алмасу тәсілі бойынша бұйымды немесе құрастыратын бірлікті жинайды, кейін құрастыру параметрін, мысалы саңылауды өлшейді, содан соң нәтижені белгіленген мәнмен салыстырады және шешілетін материал қабатының көлемін анықтайды. Содан соң бұйымды бөлшекейді және компенсациялық әдімі бар бөлшекті түзетуге жібереді. Түзетуден соң бөлшекті жақсылап жуады және құрастыру параметрлерін кезекті бақылаумен қайта жинайды. Қажеттілік жағдайында құрастыратын параметрдің белгіленген дәлдігіне қол жеткізілгенше дейін процедураны жалғастырады.



### 3.4. ҚҰРАСТЫРАТЫН ӨЛШЕМДІК ТІЗБЕКТЕР

Машиналарды жобалау, өңдеу дәлдігін есептеу, құрастыру дәлдігін қамтамасыз ету бойынша технологиялық есепті жобалау кезінде өлшемдік тізбекті пайдаланумен есептеулер орындалады.

Өлшемдік тізбек деп, тұйықталған контурды қалыптастыратын және беттер немесе бір (механикалық өңдеу кезінде) немесе бірнеше бөлшектің өзегінің (құрастыратын бірлікте) өзара қалпын анықтайтын өзара байланысты өлшемдердің жиынтығын атайды.

Өлшемдік тізбек, құраушы буындар және тұйықтаушы (немесе бастапқы) буынға бөлетін буындарды құралады.

**Тұйықтаушы буын**, салыстырмалы қашықтығын өлшемдік тізбекті есептеумен анықтауға тура келетін беттерді немесе өзектерді байланыстырады. Бұл буын өлшемдік тізбектің құрастыратын буындарының барлығын өндіру нәтижесі болып табылады. Егер өлшемдік тізбекті құрастыру буыннан басталатын болса, онда ол буынды бастапқы деп атайды.

**Құрастыратын буындар** – көлемін өзгерту кезінде тұйықтаушы буын өзгертін өлшемдік тізбектің буындары. Өлшемдік тізбектің құрастыратын буындары артатын және кемитін болуы мүмкін.

**Ұлғаюшы үзбе** – ұлғаюы тұйықтаушы буынның ұлғаюына алып келетін өлшемдік тізбектің құрамдаушысы. Есептеу кезінде бұл буынның мәнін оң белгімен алады, кей жағдайларда буынның шартты белігісі үстіне оңға бағытталған көрсеткішті қояды.

**Азайтушы үзбе** – ұлғаюы тұйықтаушы буынның кемуіне алып келетін өлшемдік тізбектің құрамдаушысы. Есептеу кезінде бұл буынның мәнін теріс белгімен алады, кей жағдайларда буынның шартты белігісі үстіне солға бағытталған көрсеткішті қояды.

Құрастыру процесіне сәйкес өлшеуіш және құрастыратын өлшемдік тізбектерді ажыратады. Егер құрастыратын өлшемдік тізбекті бұйымдарды құрылымдау кезінде дәлдікті есептеу бойынша есептерді шешу кезінде құрылымдаушы пайдаланатын болса, онда бұл жағдайда өлшемдік тізбекті конструкторлық деп атайды. Егер құрастыратын өлшемдік тізбекті бұйымды құрастыруда дәлдікті қамтамасыз ету мақсатында бөлшектерді іріктеу бойынша есептерді шешу кезінде технолог пайдаланатын болса, онда бұл жағдайда құрастыратын өлшемдік тізбекті технологиялық деп атайды.

Буындарды орналасу орнынан байланысты сызықтық, жазықтық, бұрыштық және кеңістіктің өлшемдік тізбектерді ажыратады.

Техник-технолог құрастыратын сызықтық өлшемдік тізбектерді пайдаланумен, есептеулерді жүргізеді. Өлшемдік талдау мен есептеулерді жүргізу үшін, өлшемнің тұйық контуры шарттарынан өлшемдік тізбектің сызбасы мен өлшемдік тізбекті теңестіруді орындайды. Сызықтық өлшемді тізбек үшін теңдеудің түрі келесі

$$A_1 - A_2 - A_3 + \dots + A_m \pm A_d = 0,$$

Мұнда  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_m$  – өлшемдік тізбектің құрастыратын буындарының номиналдық мәні;  $m$  — өлшемдік тізбектің құрастыратын буындарының саны;  $A_d$  – тұйықтаушы буынның номиналдық мәні (саңылау немесе тартылыс).

Өлшемдік тізбектерді есептеу үшін екі негізгі әдісті пайдаланады:

- Максимум-минимум әдісі (шекті ауытқулар бойынша);
- Теориялық-ықтималдық әдісі.

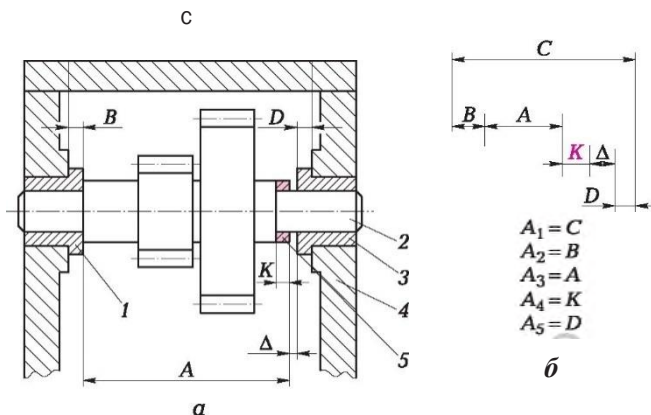
**Максимум-минимум** әдісі бойынша өлшемдік тізбекті есептеу кезінде, құраушы буындардың ең үлкен және ең мәндерін, яғни олардың шектік ауытқуларын есепке алады. Есептеудің бұл түрі машиналар мен құрастыратын бірліктерді құрастыру кезінде толық өзара алмасудың жүзеге асырылуын қамтамасыз етеді. Қысқа өлшемдік тізбектер кезінде берілген есептеу әдісін пайдалану экономикалық тұрғыдан ойға қонымды (3-5 құрастыратын буын).

**Теориялық-ықтималдық** әдіспен өлшемдік тізбектерді есептеу кезінде, бөлшектер көлемдерінің шашырау заңдары мен құрастыру кезіндегі үйлесімінің кездейсоқ сипаттамасын ескереді. Бұл әдісті көп буынды өлшемді тізбектер кезінде қолданған абзал, ал есептеме қорытындысы бөлшектерді өндәрі дәлдігін, яғни бұйымның өзіндік құнын төмендетуге мүмкіндік береді.

Мысал ретінде, жинау кезінде құраушы буындардың (3.2-кесте) белгіленген көлемінде біліктің 2 қаптал беттері және 1 төлкенің қаптал беттері және 3 сырғанау мойынтірегінің арасындағы  $D$  мүмкін жиынтық өзектік саңылауды анықтау қажет етілетін, бәсеңдеткінің құрастыратын сызбасын (3.7, а-сурет) қарастырайық.

**3.2-кесте. Бөлшектердің белгіленген көлемі**

A (A3)	B (A2)	C (A1)	D (AO)	K A)
43—0,15	4±0,08	55 <sup>+0,16</sup>	4±0,08	3±0,1



3.7 сурет. Ауыстырмалы компенсаторы бар құрастыратын сызба:

*a* – құрастыратын сызба; *б* – құрастыратын өлшемдік тізбектің сызбасы

Өстік саңылаудың шамасына әсер ететін барлық көлемдер нақты шекпен орындалғандықтан, онда жиынтықты өстік саңылаудың шамасы, оның шекті мәні– максималды ( $A_{\max}$ ) және минималды ( $A_{\min}$ ) арасында болады.

Мәселенің шарттарына сүйенетін болсақ, тұйықтайтын буын ретінде  $A$  өстік саңылау қолданылады, ал оның шамасына 3.2 кестеде көрсетілген өзіндік шектері бар бөлшектердің сәйкес өлшемдері ( $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$ ) әсер етеді. Алға қойған мақсатты шешуге арналған өлшемдік тізбек 3.7,б сурет.

Өлшемдік тізбекті есептеу үшін құрастыратын буындардың (максимум-минимум әдісі) шекті ауытқулары қолданылады. Максимум-минимум әдісі бойынша есептеу, ұлғайтатын буындарды максималды шекті, ал азайтатын буындардың минималды шекті көлемі (немесе керісінше) бар болжамға негізделген.

3.7,б талдамасынан өстік саңылаудың  $A_{\Delta}$  номиналдық мәні

$$A_{\Delta} = A_1 - (A_2 + A_3 + A_4 + A_5) .$$

Бөлшектердің белгіленген өлшемдерін ескерумен (3.2 кестесін қараңыз)

$$A_{\Delta} = 55,00 - (4,00 + 43,00 + 3,00 + 4,00) = 1,00 \text{ мм.}$$

Ең үлкен өстік саңылау

$$A_{\Delta \max} = A_{1 \min} - (A_{2 \min} + A_{3 \min} + A_{4 \min} + A_{5 \min})$$

Бөлшектердің белгіленген параметрлерін есептеумен (3.2 кестесін қараңыз)  $A_{\Delta \max} = 55,16 - (3,92 + 42,85 + 2,9 + 3,92) = 1,57$  мм.

Ең кем өстік саңылау

$$A_{\Delta \min} = A_{1 \min} - (A_{2 \max} + A_{3 \max} + A_{4 \max} + A_{5 \max})$$

Бөлшектердің белгіленген өлшемдерін ескерумен (3.2 кестесін қараңыз)  $A_{\Delta \min} = 55,00 - (4,08 + 43,00 + 3,10 + 4,08) = 0,74$  мм.

Тұйықтаушы буынның жиынтық өстік саңылауға

$$\text{шақтамасы } TA_{\Delta} = A_{\Delta \max} - A_{\Delta \min} = 1,57 - 0,74 = 0,83 \text{ мм.}$$

Осылайша, кезінде 3.2 кестеде бөлшектер диаметрін көрсетумен толық өзара алмасу әдісі бойынша құрастыру кезінде құрастыруға қойылатын техникалық шарттарда келесі жазба болуы керек: **«0,74...1,57 мм қосылысындағы жиынтықты өстік саңылау».**

**Өлшемдік тізбектері максимум-минимум бойығына есептеу әдісі** тұтастай қамтитын, бірақ тәжірибеде ықтималды болып табылады. Нақты шарттарға ең жақыны, тұйықтайтын буынға шақтама келесі формула бойынша анықталатын теориялық-ықтималды әдіс бойынша есептеу болып табылады.

$$TA_0 = TA_{\Delta} = \sqrt{\sum (TA_i)^2},$$

Мұнда  $TA_i$  — құрастыратын буындарға шақтама;  $m$  — өлшемдік тізбектің құрастыратын буындарының саны.

Мысал ретінде (3.2 кестесін қараңыз) алдыңғы мысалда берілген (бастапқы деректерге арналған тұйықтаушы буынның (жиынтықты өстік саңылау)  $TA_0$  шақтамасын анықтайық

Онда  $TA_0 = \sqrt{0,15^2 + 0,16^2 + 0,16^2 + 0,16^2 + 0,22^2} = 0,41568$  мм жазба болады: **«0,92.1,32 мм қосылымындағы жиынтықты өстік саңылау».** Өлшемдік тізбектерді есептеудің екі тәсілімен алынған тұйықтаушы буынның шақтама мәнін салыстырумен (0,83 и 0,4 мм), бөлшектердің барлық өлшемдерін қамтымайтын өлшемдік тізбектерді есептеудің теориялық-ықтималдық әдісінің экономикалық

Құрастыру дәлдігі кезінде өлшемдік тізбектерді есептеуді кеңінен қолдануды растайтын бірнеше мысалдарды қарастырайық. 1-ші мысал. 3.3 кестеде берілген құрастыратын буындардың белгіленген көлемінде сырғанау мойынтірегiнiң 2 бiлiктiң қаптал беттерi және 1 және 3 төлкелерiнiң қаптал беттерi арасында жиынтықты өстік саңылауды (Д саңылауы) қамтамасыз ету үшін компенсация қадамы 0,1 мм К компенсаторларының 5 (3.7,а суретін қараңыз) компенсациясын, санын және көлемін анықтау.

Құрастыратын сызбаны талдағаннан соң (3.7, а сурет) құрастыратын өлшемдік тізбекті құрастырамыз (3.7,б суретті қараңыз) және Д саңылауының, яғни тұйықтаушы буынның  $A_D$  номиналдық көлемін тауып аламыз:

$$A_{\Delta \max} = C - (B + A + D) = 52 - (4 + 43 + 4) = 1 \text{ мм.}$$

Д саңылауы, яғни  $A_D$  тұйықтаушы буынның мүмкін шекті мәндерін анықтаймыз. Шақтамалардың әріптік белгілерін сандық белгілерге ауыстырғаннан соң келесіні аламыз

$$A_{\Delta \max} = C_{\max} - (B_{\min} + A_{\min} + D_{\min}) = 52,30 - (3,74 + 42,71 + 3,74) = 2,11 \text{ мм;}$$

$$A_{\Delta \min} = C_{\min} - (B_{\max} + A_{\max} + D_{\max}) = 52,00 - (3,74 + 42,71 + 3,74) = 1,41 \text{ мм.}$$

Тұйықтаушы буынға шақтама  $A_0$ :

$$TA_{\Delta} = A_{\Delta \max} - A_{\Delta \min} = 2,11 - 1,41 = 0,7 \text{ мм.}$$

Шақтаманың алынған мәнін (0,7 мм) белгіленген мәнмен салыстырып (0,2 мм); толық өзара алмасушылық әдісі бойынша құрастыру дәлдігі қамтамасыз етілмейтіндігін көреміз.

Өлшемдік тізбек әдісін пайдаланумен, қажет 5 компенсатордың

$K_{\max}$  және  $K_{\min}$  шекті мәндерін анықтаймыз

$$K_{\max} = C_{\max} - (B_{\min} + D_{\min} + D_{\min}) = 52,3 - 3,74 - 42,71 - 3,74 - 0,5 = 1,61;$$

3.3 кесте. Құрастыратын буындардың белгіленген көлемдері

A (A3)	B (A2)	C (A1)	D (A5)	Саңылау Д (A <sub>Д</sub> )
43 c11	4 Б12	52 Н12	4 Б12	0,5 ...0,7 мм

$$K_{\min} = C_{\min} - (B_{\max} + A_{\max} + D_{\max} + A_{\max}) = 52,00 - 3,74 - 42,71 - 3,74 - 0,7 = 1,11$$

және АК компенсациясының қажет шамасын:

$$\Delta K = K_{\max} - K_{\min} = 1,61 - 1,11 = 0,5 \text{ мм.}$$

Міндеттер шарттарында берілген кокомпенсация қадамын ескерумен, компенсаторлардың жинақтамасын құрауы қажет компенсаторлардың өлшемдерін анықтаймыз:

$$K = K_{\min} = 1,1 \text{ мм;}$$

$$K_2 = K_1 + 0,1 = 1,1 + 0,1 = 1,21 \text{ мм;}$$

$$K_3 = K_2 + 0,1 = 1,21 + 0,1 = 1,31 \text{ мм;}$$

$$K_4 = K_3 + 0,1 = 1,31 + 0,1 = 1,41 \text{ мм;}$$

$$K_5 = K_4 + 0,1 = 1,41 + 0,1 = 1,51 \text{ мм;}$$

$$K_6 = K_5 + 0,1 = 1,51 + 0,1 = 1,61 \text{ мм.}$$

Бұл есепті жобалау кезінде құрылымдаушы есептеу керек болғанымен, технолог бұйымның технологиялылығын міндетті түрде тексеру керек. Құрылымдаушы мен технологтың бірлесіп жұмыс жасауының нәтижесі әрқайсысы алты компенсатордан құралатын комплектілермен құрастыру жұмыстарын қамтамасыз ету.

**2-ші мысал.** Құрастыратын буындардың белгілі әрекеттегі көлемдері кезінде редукторда белгіленген А (3.7,а суретті қараңыз) өстік саңылауды қамтамасыз ету үшін 5 компенсатордың қажетті көлемін анықтау (3.4 кесте).

Құрастырылған өлшемдік тізбек талдамасынан А (3.7, б суретті қараңыз), К компенсаторының көлемі:  $A_4 = A_1 - (A_2 + A_3 + A_5 + A_6) = 52,3 - (3,86 + 42,87 + 3,8 + 0,5) = 1,27 \text{ мм}$  тең екендігі анықталады Жинақтамадан таңдап алған кезде таяу ең кіші көлемі ( $K_2 = 1,21 \text{ мм}$ ) бар компенсатор (1-ші мысалды қараңыз) және компенсатордың таңдап алынған өлшемін белгілеу кезіндегі жалғастырудағы  $\Delta_{\text{фак}}$  есептелетін нақтылы саңылау:  $\Delta_{\text{фак}} = C_{\Delta} - (B_{\Delta} + A_{\Delta} + D_{>\Delta}) = 52,3 - 3,86 - 42,87 - 3,8 - 1,21 = 0,56 \text{ мм}$ , есептеу нәтижелерін (0,56 мм) белгіленген саңылаумен (0,5...0,7 мм) салыстырамыз және құрастыру дәлдігі қамтамасыз ететіндігіне көз жеткіземіз.

3.4 кесте. Құрастыратын буындардың белгілі әрекеттегі өлшемдері

$A_{\Delta} (A_3)$	$B_{\Delta} (A_2)$	$C_{\Delta} (A_1)$	$A_{\Delta} (A_5)$	Зазор $\Delta (A_6)$
42,87 мм	3,86 мм	52,30 мм	3,80 мм	0,5...0,7 мм

Өлшемдік тізбектердің есебін, компенсатордың өлшемін іріктеу жолымен құрастыру дәлдігін қамтамасыз ету кезінде пайдаланады. Құрастырудың бұл тәсілінде өлшемдік тізбектердің бөлшектерін кең экономикалық шақтамамен орындайды. Белгіленген дәлдікті қамтамасыз ету үшін берілген құрастыру бірлігіне қосымша бөлшек 3 – компенсатор енгізілген.

### 3.5. МАШИНАНЫ ҚҰРАСТЫРУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҮДЕРІСІН

Құрастыруды жалпы және түйінді деп бөледі. Жалпы құрастыру кезінде бұйымды жинайды, ал түйінді құрастыру кезінде құрамдас бөліктерді жинайды. Бұйымды құрастыру басталатын элемент немесе оның құрамдас бөліктерін базалық деп атайды. Мысалы білдектің базалық элементі тұғыр. Жалпы және түйіндік құрастыру үдерістерінің құрылымын, бұйымдар мен олардың құрылымдық бөліктерінің құрылымы мен қосылу ретін анықтайтын құрастырудың технологиялық сызбалары көмегімен көрсетеді. Жеке-дара, ұсақ сериялы және сериялы өндірісте түйінді және жалпы құрастыруды құрастыру цехы немесе механикалық құрастыру учаскелерінде орындайды.

Ірі сериялы және жаппай өндіру өндірісінде түйінді құрастыруды құрастыру цехында орындайды.

Құрастырудың технологиялық үдерісін бастапқы деректердің негізінде жобалайды:

- Құрастыру сызбалары;
- Құрастыру бірліктері мен бұйымдарының жалпы түрлерінің сызбалары;
- бұйымдардың қызметтік мақсаты мен техникалық шарттарын қабылдау және сынау;
- өзгермейтін сызбалар бойынша уақыт бірлігінде бұйымдарды шығарудың өндірістік бағдарламасы;
- құрастыру жүргізілетін шарттар.

Құрастыруға жататын бұйымдарды саны, сонымен қатар қамтамасыз етілуі керек дәлдік, технологиялық үдерісті әзірлеу мен түйіндер мен бұйымды толықтай құрастырудың қабылданған әдістеріне елеулі әсер етеді.

**Өндіріс түрі мен құрастырудың ұйымдық формасын анықтау.** Қазіргі кезде құрастыру жұмыстарын ұйымдастырудың екі формасы қолданысқа енген – технологиялық үдерісті бөлшектеу дәрежесімен

ерекшеленетін *операциялық және бригадалық*. Құрастыру объектісінің құрастыру бекеттері арасында орын алмастыруына байланысты құрастыруды стационарлық және жылжымалы деп ажыратады.

Құрастыруды ұйымдастырудың *операциялық формасы* кезінде технологиялық үдерістер жеке, нақты операцияларға бөлінеді. Операциялардың әрқайсысы құрастырылатын барлық нысандарда нақты жұмысшылармен жүргізіледі. Операцияның бір жұмысшымен орындалғандығынан соң, нысан келесі операцияға яғни келесі құрастырушыға беріледі. Осылайша, құрастыру нысаны құрастырушыдан құрастырушыға соңғы құрастырушы ақырғы құрастыру операциясын орындамағанша беріледі. Құрастырудың бұл формасын сериялық және жаппай өндірісте қолданады.

Құрастыруды ұйымдастырудың *бригадалық формасында*, бұйымды жинау бойынша жұмыс кешені құрастыру бригадасымен орындалады. Құрастыру жұмыстары дәйекті және қатарлас орындалуы мүмкін. дәйекті құрастыру кезінде алдымен құрастыратын бірліктерді жинайды, кейін машинаны жалпы құрастыруды орындайды. Қатарлас құрастыру кезінде құрастыратын бірліктердің барлығын бір езгіледі жинауға, соңынан машинаны толық құрастыруға мүмкіндік беретін бригаданың нақты құрамы қажет етіледі. Құрастыру үдерісінің ұзақтығы екі жағдайда әртүрлі. Құрастырудың бригадалық формасын жеке-дара және тәжірибелі өндірісті қолданады.

Құрастырудың бригадалық формасының кемшілігі құрастыру үдерісінің ұзақтығы, себебі құрастыру, жұмыс ауысымы аяқталған соң бригаданы кетуі кезінде тоқтатылады. Бұдан былай, бригададағы жұмысшылар жоғары білікті болуы керек.

Өндіріс түрі мен құрастырудың ұйымдастыру пішінін , 3.5 кестеде берілген орташа статистикалық деректерді пайдаланумен шамамен құрастырудың технологиялық үдерісін жобалаудың бастапқы кезіңінде жүргізуге болады.

Формула бойынша құрастыру тактын  $\xi_b$  анықтаған соң

$$T_n = [60DC(T_{cm} k_p - T_{об} - T_{отд})] / N_T,$$

Мұнда — бір жыл ішіндегі жұмыс күндерінің саны;  $C$  — бір тәуліктегі жұмыс ауысымының саны;  $T_{cm}$  — жұмыс ауысымын ұзақтығы, сағ;  $k_p$  — бір ауысымда жұмыс жасау кезінде жабдықтарды жөндеуге жұмсалатын уақытты ескеретін коэффициент ( $k_p = 0,98$  — бір ауысымды жұмыс жасау кезінде,  $k_p = 0,97$  — екі ауысымды жұмыс кезінде);  $T_{об}$  — ауысым кезінде жұмыс орындарына қызмет көрсетуге жұмсалатын уақыт шығыны, сағ;  $T_{отд}$  — демалыс пен жұмысшылардың табиғи қажеттіліктеріне



3.5 кесте. Өндіріс түрі мен құрастырудың ұйымдастыру формасын анықтау

Бұйымдардың орташа айлық шығарылымы, дана.	Бұйымдардың номенклатурасы	Құрастырудың болжалды еңбек сыйымдылығы,сағ	Өндіріс түрі	Құрастырудың ұйымдық формасы
1 дейін	Түрлі	2 500 жоғары	Жеке-дара	Стационарлық, тасқынды емес
3 дейін		250...2500		
5 дейін		25... 250		
8 дейін		2,5...25		
2...4	Бұйымдардың ұсақ жүйелі түрде қайталанбайтын топтамалары	2 500 жоғары	Ұсақ сериялы	
3...8		250...2500		
8...30		25... 250		
9...50		2,5...25		
5 жоғары	Бұйымдардың жүйелі түрде қайталанатын топтамалары	2 500 жоғары	Сериялы	Шығарудың нақты тактісіндегі стационарлық немесе жылжымалы құрастырылымы
9; 10		250...2500		
31...350		25...250		
51...600		2,5... 25		
60... 350	Бұйымдардың жүйелі түрде қайталанатын ірі топтамалары	250...2500	Ірі сериялы	Жиналатын нысанды бір операциядан екіншісіне <i>механикаландырылған берумен жылжымалы ағылмалы құрастыру</i>
351... 1500		25...250		
601...3000		2,5...25		
801...4500		0,25...2,5		
1500...3000	Тұрақты	25...250	Жаппай	Қатал тактісі мен құрастырылатын нысанда бір операциядан екінші операцияға <i>механикаландырылған берумен жылжымалы ағылмалы құрастыру</i>
3000...4500		2,5...25		
4500...6000		0,25...2,5		
6 000 жоғары		0,25 дейін		

жұмсалатын уақыты, сағ; N — бұйымдарды шығарудың жылдық бағдарламасы, операцияның болжалды ұзақтығын ескерумен өндірістің алдын ала таңдалған түрін айқындайды.

Егер құрастыру тактісі, құрастыратын операциялардың болжалды ұзақтығынан біршама асатын болса, онда құрастыруды сериялық өндіріс принципі бойынша орындаған жөн. Егер құрастыру тактісі операцияның орташа болжалды ұзақтығына жақын болатын болса, онда құрастыруды жаппай өндіріс принципі бойынша орындау керек. Құрастырудың кіші тактісі кезінде үдерісті еңбек сыйымдылығы бойынша кішкентай операцияларға бөледі (дифференциалдайды).

Талдама нәтижесінде құрастырудың ұйымдық формасын таңдауда бірмәнді еместік пайда болған жағдайларда экономикалық есептеулерді жүргізеді және құрастырудың өзіндік құны минималды болатын нұқсаны таңдайды.

### ***Құрастыру дәлдігін қамтамасыз ету әдістерін таңдау.***

Технологиялыққа пайдаланылған бұйымның құрастыратын сызбасы мен техникалық шарттарды талдау кезінде әзірлеушінің қажет құрастыру параметрлерінің дәлдігі мен өлшемдік тізбектерді пайдаланумен дәлдікті қамтамасыз етуге қатысатын тұйықтаушы және құрама буындардың дәлдігін анықтаған. Ол, әр нақты жағдайда дәлдікті қамтамасыз ету әдісін таңдауды біршама жайдақтатады. Бұл ретте дәлдікті қамтамасыз ету әдісін таңдау шарттардың бүтін қатарымен байланысты екендігін есте сақтау керек:

- тұйықтайтын буынның дәлдігі;
- өлшемдік тізбектің құрастыратын буындарының дәлдігі;
- өлшемдік тізбектің құрастыратын буындарының саны;
- құрастыру кезіндегі пайыздық тәуекел (дәлдік қамтамасыз етілмеген);
- бұйым немесе машинаның құрылымдық ерекшеліктері және т.б.

3.6 кестесін пайдаланумен құрастыру дәлдігін қамтамасыз ету әдісін алдын ала анықтауға болады.

Машинажасау өндірісінде ағымды және ағымды емес құрастыруды ажыратады. Құрастырудың ағымды түріне тән белгі, құрастырылатын бұйымдардың үздіксіз және периодты қозғалысы. Берілген шарттарды сақтаусыз орындалатын құрастыру ағымдық емес болып табылады. Құрастырылатын бұйым құрастыру кезінде бір орында (стационарлық құрастыру) немесе периодты жылжуы (жылжымалы құрастыру) мүмкін. стационарлық құрастыру кезінде, барлық үдеріс кезеңінде құрастырылатын нысанның қаттылық жағдайында базалық бөлшектердің иілгіш деформациясын құрастыру дәлдігіне әсерді жояды.

**3.6 кесте. Құрастыру дәлдігін қамтамасыз ету әдісін пайдалану үшін қолданылатын шарттар**

Құрастыру дәлдігін қамтамасыз ету әдісі	Қолдану саласы	Пайдалануға қажет қосалқы шарттар
Толық өзара алмасу	Ірі сериялы және жаппай өндірістері аз буынды өлшемдік тізбектерде дәлдікке жету	3-4 құрастырушы топтар
Толымсыз өзара алмасу	Бөлшектердің базалық беттерін орындаудағы төмендетілген дәлдіктегі көп буынды өлшемдік тізбектерде дәлдікке жету	Ақаудың экономикалық рұқсат етілгенпайзы анықталды және құраушы белгілі
Топтық өзара алмасу	Толық өзара алмасу әдісімен экономикалық түрде жетуге қолайсыз, аз буынды өлшемдік тізбектерде жоғары дәлдікке жету	Бөлшектердің көп бөлігін түйісетін беттердің өлшемі бойынша сұрыптау. Бөлшектердің әр тобын жеке тарада сақтау және тасымалдау. Бет формасының дәлдігі бойынша жоғары талаптар.
Қиюластыру	Бөлшектердің базалық беттерін өндірудің экономикалық дәлдігі кезінде көп буынды өлшемдік тізбектерде белгіленген дәлдікке жету	Алдын ала қарастырылған өтеумдеуіш бөлшекті жөнге келтірумен бұйымдарды алдын-ала құрастыру мен бөлшектеу талап етіледі
Реттеу	Экономикалық шақтамасы бар көп буынды құрастыратын тізбектері бар бұйымдарды құрастырудың және пайдалану кезінде реттеу жолымен қосылыстарында белгіленген дәлдікті периодты қалпына келтіру керек машиналарда белгіленген дәлдікке жету	Материал қабатын шешусіз қосылыс параметрлерін өзгертуге мүмкіндік беретін құрылымдардың жылжымалы өтеумдеуіш элементтерінің болуы

Құрастыру дәлдігін қамтамасыз ету әдісі	Қолдану саласы	Пайдалануға қажет қосалқы шарттар
Компенсаторларды пайдаланумен	Компенсатор деп аталатын құрылымға арнайы енгізілген бөлшектер қосылысын ауыстыру жолымен экономикалық шақтамасы бар көп буынды құрастыратын тізбектері бар бұйымдарды жинаудың белгіленген дәлдігіне қол жеткізу	Компенсацияның нақты қадамы бар дайын компенсаторлар жинақтамасының болуы. Алдын ала құрастыру және құрастыратын параметрді есептеуден соң бұйымды немесе құрастыратын бірлікті бөлшектеу мүмкіндігі.

**Стационарлық ағымды емес құрастыру**, құрастырудың барлық үдерісі бір жұмыс орнында немесе құрастыратын стендте жүргізілетіндігімен сипатталады. Құрастыруды бір жұмысшы немесе жұмысшылар бригадасы жүргізеді. Құрастырудың бұл түрінде үдерістің ауысуы кезінде қиыластыру мүмкіндігі төмендейді. Мұндай құрастыруды жаке-дара және ұсақ сериялы өндірісте қолданады.

**Жылжымалы ағымды емес құрастырудың** ерекшелігі, жиналатын бұйымды бір жұмыс орнынан екінші жұмыс орнына тасымалдайтын көлік құралдарының болуы. Көлік құралдары ретінде конвейерлер, рельс тартылған жолдағы арбашалар және т.б. қолданылады. Мұндай құрастыру ұсақ сериялы өндірісте қолданылады.

**Стационарлық ағымды** құрастыру кезінде жұмысшы немесе жұмысшылар бригадасы, үдеріс тактісіне тең уақыт аралығында бір құрастырылатын нысаннан екіншісіне ауыса отырып бір немесе бірнеше операцияны кезегімен орындайды. Жұмысшы (немесе бригада) жиналатын нысандардың әрқайсысында белгіленген операцияны орындайды.

**Жылжымалы ағымды** құрастыруды, жиналатын бұйымды үздіксіз немесе периодты қозғалыспен орындайды. Көлік құралдары ретінде ленталық, штангілік, шынжырлы және жиектемелі конвейерлерді қолданады. Орташа және ұсақ бұйымдарды жинауды тік және көлбеу бекітулі конвейерлерде орындайды. Қажетті жабдықтары бар жұмыс орындарын конвейер бойында орнатады. Мұнай құрастыру елеулі мөлшерде шығарылатын бұйымдарды өндіру кезінде қолданылады. Жиналатын нысандарды белгіленген тактімен шығарады.

Ең ілгерішілі құрастырудың типтік және топтық технологиялық үдерісіне негізіндегі құрастыруды ұйымдастыру. Бұл үдерістер технологияны сәйкестендірудің түрлі формалары ретінде көрсетілген және құрастыру үдерісін дамытудың құрылымдық әдістерінің дербес бағыты болып табылады. Құрастырудың типтік және топтық әдістерінде технологиялық үдерістер әр бұйымға немесе құрастыратын бірлікке емес, арнайы іріктеп алынатын типтер мен топтарға жасалып шығарылады, өнімділігі жоғары құрастыратын жабдықтармен және біріздендірілген тез қайта бапталатын жабдықтармен жабдықталады.

Бұйымдардың технологиялық типтерінің құрамын толымдау кезіндегі қағида түрінде түрлі тәсілдемелер, типтік құрастыратын үдерістерді жүйелі тұрақты, ал топтық үдерістерді жүйелі жүйе ауыспалы деп атауға мүмкіндік береді.

Жобалаудың типтік және топтық технологиялық үдерістерін жобалау мен енгізу кезінде қажет:

- алдағы құрылыс нысандарды технологиялық жүйелерге (типтер немесе топтар) жүйелеу және біріктіру;
- құрастырудың барлық нысандарына құрастыруға дейінгі, негізгі, қосалқы және құрастырудан кейінгі жұмыстарды қамтитын барлық операцияларды жүйелеуді жүргізу;
- бұйымдар мен құрастыру әдістерінің құрылымдық-технологиялық негізіне, құрастыру үдерісінің ең рационалдық тәсілін таңдау – типті немесе топтық;
- типтік өкілді тоқтату немесе кешенді бұйымды қайтарып алу (құрастыратын бірлік);
- Өкіл немесе кешенді бұйым үшін құрастырудың технологиялық бағдарының бір немесе бірнеше нұсқасын қалдыру;
- Технологиялық операцияларды жетілдіру;
- Типтің немесе топтық технологиялық үдерістердің түрлі нұсқаларының дәлдігінің, өнімділігінің және экономикалық тиімділігінің есебін жүргізу;
- Құрастыру технологиясының оңтайлы нұсқасын іріктеп алу мен оны құжаттық рәсімдеуді жүргізу;
- Құрастыру технологиясының қабылданған нұсқасы үшін біріздендірілген жабдықтары мен жарақтарын іріктеу немесе жобалау

Типтендіру және топтық құрастыру тиімділігін арттыру үшін, жиналатын бұйымдар мен олардың компоненттерінің технологиялық құрылымын анықтаған жөн. Бұл ретте мәселе құрастырудың рационал әдістерін максималды қолдануда.

Практикалық ұсыныстардың арасында келесі ұсыныстар болуы мүмкін:

- Бұйымды құрастыратын бөліктердің оңтайлы санына бөлуге болады;
- Құрастыратын бірліктердің құрылымы, оны стандарттың бірізді бөліктерден құрастыру мүмкіндігін қамтамасыз ету керек;
- Бұйымдардың кинематикалық тізбектеріндегі артық көп буындылықты жою және бөлшектердің жалпы санын төмендетуге ұмтылу керек;
- Құрастыратын бірліктің құрылымын тұтастыру, құрастыратын бөліктердің өзгермейтін негізделуі кезінде құрастыруды жүргізуге мүмкіндік беруі және қосылатын құрастыру бірлігі немесе оның бөлшектерінің ауырлық күш немесе құрастыратын механизмнің қарапайым қозғалысының әсерімен қойылуына рұқсат беру;
- Қолданылатын қосылыс түрелрі, олардың құрылымдары мен орналасу орындары құралдың қолжетімділік шарттарына жауап беруімен қатар құрастыру жұмыстарының механикаландыру және автоматтандыру талаптарына жауап беру керек;
- Базалық және толымдайтын бөлшектердің бағдарлауды, түйіндесі мен тасымалдауды жеңілдететін геометриялық пішіндері болуы керек, сонымен қатар біршама жетілдірілген негіздеу беттері болуы керек.

Типтендіру мен топтық құрастыруды пайдалану тиімділігінің маңызды алғышарты, бұйымның сәйкестендіру коэффициентінің артуы:

$$K_y = (E_y + D_y)/(E + D),$$

Мұнда  $E_y$  – сәйкестендірілген құрастыру бірліктерінің саны;  $D_y$  - бұйым құрамына кіретін сәйкестендірілген бөлшектердің саны;  $E$  – бұйымдағы құрастыратын бірліктердің жалпы саны;  $D$  – бұйым құрамына кіретін бөлшектердің жалпы саны.

Технологиялыққа іріктеп алынған бұйым құрылымы, тән өкілге құрастырудың рационалды типтік немесе топтық үдерісін құрастыру артылған нақты классификациялық жүйеге тістігінің нақтылай көрсетуі керек (типке немесе топқа).

Бұйымдар мен құрастыратын бірліктерді топтастыруды кинематикалық және монтаждау сызбасы бойынша жүргізген абзал. Жүйеге іріктеп алынған бұйымдар мен олардың бөліктерінен, еі күрделі және еңбекті көп қажет ететін сызбасы бар құрастыратын элементтердің ең жоғарғы саны бар кешенді өкілді қалыптастырады. Кешенді бұйым бойынша (құрастыратын бірлік) нысандар жүйесінің топтық құрастырылымы бойынша дара технологиялық үдерісті жобалайды.

Топтық технологиялық үдеріске, типтік үдеріске сияқты, жинақталымдық тізімдеме және құрастыратын құралдар мен басқа жарақтардың картасы қоса беріледі. Осылайша, құрастыру кезінде бұрын шығарылған құралдардың жаңа бұйымдарын, жабдықтарды және жаңадан өндірілетін жарақтарда олардың біріздендірілуін пайдалану қамтамасыз етіледі. Топтық құрастыруды пайдалану, өндіріс сериялығының дңгейін арттыру мен автоматтандырудың жаңа құралдарын пайдалануға мүмкіндік береді.

Құрастырудың типтік және топтық үдерістерін біріздендірудің жоғарғы формасы, стандартталған бұйымдар мен құрастыратын бірліктер үшін өндірілетін технологиялық үдерістер болып табылады.

Жүйеленген үдерістер құрастырудың сәйкестендірілген технологиясын лайықты пайдалануға мүмкіндік береді және сәйкестендірілген және стандартталған жабдықтар мен өнімділігі жоғары жарақтарда құрастыру жұмыстарының оңтайлы механикаландыруы мен автоматтандырылуына қажет шарттарды қалыптастырады.

#### ***Құрастырудың технологиялық сызбасын әзірлеу.***

Құрастырудың технологиялық сызбасы, қосылу рет мен құрастырылатын бұйымға кіретін бөлшектер мен құрастыратын бірліктер туралы түсінікі береді (машина, агрегат немесе құрастыратын бірлік). Құрастыратын бірлік, өндіруші кәсіпорында әзірленген бөлшектерден құралады. Ол, жеке жұмыс орнында құрастыруға және құрастыру дәлдігін бақылауға болатын бұйымның оқшауландырылған бөлігі болып табылады. Егер бөлшектер бір біріне жалғастырылған, дегенмен бекітілмеген болса, құрастыратын бірлік аяқталмаған болып табылады. Құрастыратын бірліктерді тасымалдау кезінде жеке бөлшектер өз бетінше ажырауы керек.

Бұйымды түрлі топшалардың құрастыратын бірліктеріне бөлуі кезінде келесі қағидаттарды ұстануға тырысады:

- Құрастыратын бірлік ірі габаритті және өте ауыр болмауы керек;

- Құрастыратын бірлік бөлшектер мен түйіндесудің жоғары өлшерінен құрылмауы керек;
- Құрастыратын бірлікті сынау, қиоластыру және жаттықтыруды жүргізу қажет болғанда ерекше құрастыру бірлігіне бөледі;
- Машинаны толық құрастыру кезінде бөлшектеуді мүмкіндігінше болдырмау керек;
- Машинаны толық құрастыруға жеке бөлшектер емес, құрастыратын бірліктердің түсуіне ұмтылу керек;
- Құрастырудың еңбек сыйымдылығы машина құрылымына кіретін құрастыру бірліктерінің барлығына ( немесе көбісіне) шамамен бірдей болуы укрек.

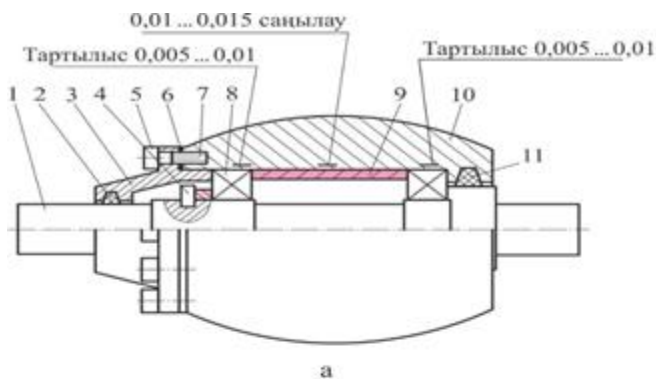
Ең алдымен жалпы құрастыру сызбасын, кейін толығымен ажыратуға болатын, яғни бөлшектелінбеген түрдегі бұйымдардың бөліктерін құрастыру сызбасын құрастырады. Бөлшектерге ешқайндай құрастыру бірлігіне кірмейтін элементтер жатады. Құрастырудың технологиялық сызбасын, бұйымды бөлшектеудің реттілігін, керу реттілігін бекітумен құрастыруға болады.

Бұйымның құрылмаларына байланысты құрастырудың түрлі варианттары болуы мүмкін, өйткені бұйымды түрліше бөлшектеуге болады, ал құрастыру кезінде бөлшектер мен құрастыратын бірліктерді қосу кезектілігінің бірнеше нұсқасы болуы мүмкін. бұдан басқа бірдей өлшемдік тізбектер, құрастыру дәлдігін қамтамасыз етудің түрлі әдістері үшін қолданылуы мүмкін. сондықтан құрастыру сызбасының бірнеше нұсқасынан, құрастырудың экономикалық тұрғыда орындысын таңдап алады.

Мысал үшін 3.8,а суретте көрсетілген он бір бөлшек аттарынан (3.8,б) тұратын «аунақша» бұйымының құрастыратын сызбасын қарастырайық. Ең алдымен бұл бұйымды бөлшектеу реттілігін құрастырайық.

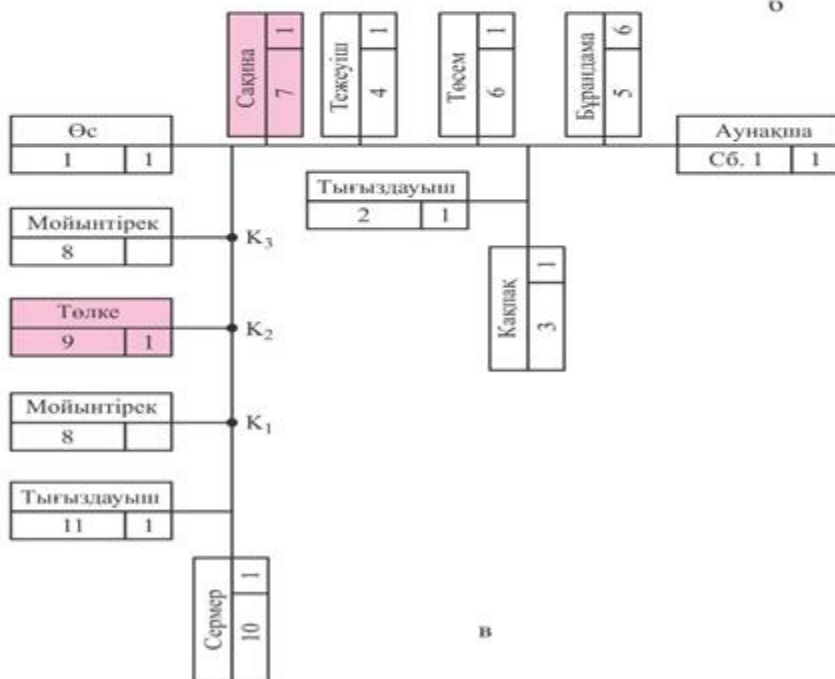
1. Алты бұранданы бұрап шығару **5**.
2. тығыздауышы бар 2 қақпақты шешіп алу **3**.
3. 2 қақпақтан тығыздауышты суырып алу .
4. Төсенішті шешіп алу **6**.
5. Тежеуішті шешіп алу **4**.
6. Сақинаны шешіп алу **7**.
7. Өсті суырып алу **1**.
8. Мойынтірекке демонтаж жасау (сол) **8**.
9. Төлкені шығару **9**.
10. Мойынтірекке демонтаж жасау (оң) **8**.
11. Тығыздауышты суырып шығару **11**.





11	Тығыздауыш	1
10	Сермер	1
9	Толке	1
8	Мойынтірек	2
7	Сақина	1
6	Төсем	1
5	Бұрандама	6
4	Тежеуіш	1
3	Какпак	1
2	Тығыздау	1
1	Өс	1
№	Бөлшек	Сан

б



в

3.8 сурет. «аунақша» бұйымын құрастыру сызбасы:  
а – құрастыратын сызба; б – сипаттама; в – схема сборки

Өздеріңіз көріп тұрғандай соңғы бөлшек – 10 сермер қалды, сәйкесінше бұл бөлшек құрастыруға бірінші болып кіріседі. Және ол базалық бөлшек болып табылады. Қарастырылатын бұйымды құрастыру сызбасы, оны бөлшектеудің кері реттілігінде құрастырылған, және 8 екі мойынтірегі (0,005...0,01 мм тартылыс) мен 9 төлке қондырмасын (0,01 .0,015 мм саңылау) тексеру бойынша  $K_1$ ,  $K_2$  және  $K_3$  бақылау операцияларын жүргізу орнын көрсетумен 3.8, в суретте көрсетілген.

Құрастыру сызбасының негізінде технологиялық үдерістің маршрутты-операциялық сипаттамасын құрастырады және нақты құрастыру өндірісін техникалық жабдықтауды ескерумен құрастыру операцияларын жасауға қажет уақытты есептеп шығарады.

### 3.6. МАШИНАНЫҢ ТИПТІК ҚОСЫЛЫСТАРЫ ЖӘНЕ ҚҰРАСТЫРАТЫН БІРЛІКТЕРІН ҚҰРАСТЫРУ ЕРЕКШЕЛІГІ

Типтік қосылыстардың түрлері. Бөлшектердің қосылыстарын құрылымға байланысты жылжымалы және жылжымайтын деп бөледі. Өз ішінде осы қосылыстар ажырамайтын және ажырайтын болып бөлінеді.

Бір бөлшектің екінші бөлшекке немесе бір құрастыратын бірліктің екінші құрастыратын бірлікке қатысты өзара ауысуды алу міндетті қосылысты жылдымасы деп атайды (осындай қосылыстардың түрлі жылдымалы қондырмалары бар).

**Жылжымайтын** қосылыстар бір бөлшектің екінші бөлшекке, бір құрастыратын бірліктің екінші құрастыратын бірлікке қатысты беріктігі мен тұрақтылығымен ерекшеленеді (мұндай қосылыстарды тартылыспен орындайды).

**Ажырайтын немесе бөлшектейтін деп**, кедергісіз және түйіндес немесе бекітпе бөлшектерді зақымдаусыз бөлшектенуі мүмкін қосылыстарды атайды (мұндай қосылыстарды саңылаумен немесе өтпелі қондырма бойынша орындайды).

**Ажырамайтын немесе бөлшектенбейтін деп**, пайдалану кезінде бөлшектеу қарастырылмайты, үлкен күш жұмсалатын және түйіндес немесе бекітпе бөлшектердің зақымдануымен берілетін қосылыстарды атайды (мұндай қосылыстарды дәнекерлеу, пісіру, шегелеу, баспақтаңқырау, желімдеу, ішкі айналдыру, пластмассамен құю және т.б. орындайды).

Тойтарма көмегімен ажырамайтын қосылыстарды алуды **тойтару** деп атайды. Әдетте тойтарылатын қосылыс тойтармамен

жалғастырылған қалыпқа келтірілген пішіндерден тұрады. Диаметрі 8...10 мм ұсақ тойтармаларымен тойтару салқын күйде, ал диаметрі 10.12 мм асатын тойтармалармен тойтару қыздырылған күйде орындалады. Жалғастырылатын бөлшектерге карағанда төмен температурада балқытын ерітілген аралық материал (дәнекер) көмегімен балқыту температурасынан төмен температурада қыздырумен материалдарды ажырамайтын қосылыстарын алуды *дәнекерлеу* деп атайды. Жалғастырылатын материалдардың байланысындағы температураға байланысты дәнекерлеуді төмен және жоғары температуралы деп бөледі. Төмен температуралы дәнекерлеу кезінде қыздыру температурасы 450 °С төмен, жоғары температуралы дәнекерлеу кезінде — 450 °С жоғары.

Қыздыру дәнекерлегіш, жоғарғы жиілікті тоқ (ЖЖТ), пештерде және газ жанарғысының жалынында орындалады.

*Желімдеу* – түрлі материалдардан жасалған бөлшектерді жалғастыруда қолданылатын жылжымайтын және ажырамайтын қосылыстарды құрастыру әдісі (өз аралығындағы материалдар, бейметалл материалдары бар металдар).

Ажырамайтын қосылыстарды қалыптастыруда дәнекерлеу кеңінен қолданылады, ол имектеп, аргонмен имектеп пісіру, газды және *түйіспелу* деп бөлінеді.

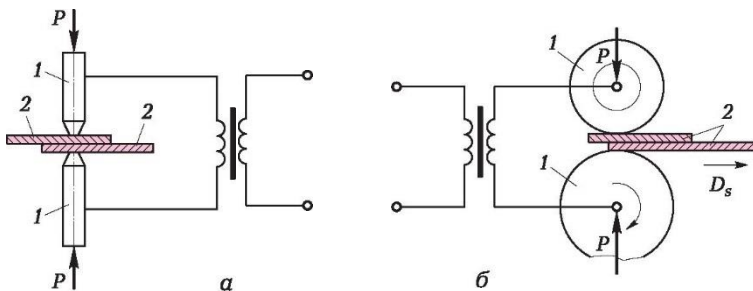
Имектеп дәнекерлеу кезінде металл электр тоғының әсерінен балқиды. Электр имегін алу үшін дәнекерлейтін машиналарды және тұрақты және ауыспалы тоқ аппараттарын пайдаланады. Дәнекерлеу қондырғысының электрлік тізбегіне пісірілетін бөлшектер кіреді. Қарама-қарсы полюс, диаметрі 2.12 мм жұмсақ болат сымнан жасалатын қоспа материал болып табылады (болат құрамындағы сутегінің құрамы 0,25 %) дейін.

Имектің дәнекерлеу кезіндегі температурасы 6 700 °С.

Газбен пісіру кезінде пісірілетін металды жергілікті қыздыруды орындайды және қоспа металл көмегімен пісіреді. металдарды оттегі мен ацетиленнің қоспасы негізінде жұмыс істейтін газ жанарғысымен 3 100.3 200°С дейін қыздырады.

Бөлшектерді нүктелі, жапсарлы және сүңгілі болатын түйіспелі пісірумен жалғастырады. Пісірудің бұл түрі тиімді, өндіргіш және болат таспаларды біріктіру үшін қолданылады (3.9 сурет).

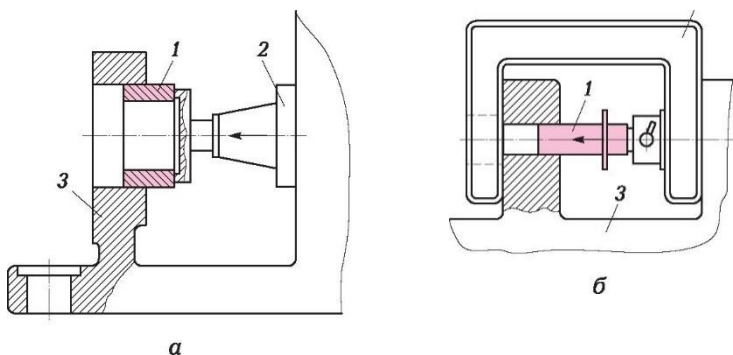
Екі бөлшектерді бірінің ішіне бірін қосалқы бекітусіз баспақтаңқырау жолымен жылжымайтын қосуды, кепіл тартылысы бар қосылыс деп атайды. Кепіл тартылысы бар қосылыс маңызды бұрау моментін, өстік күшті беруі мүмкін.



3.9 сурет. Нүктелі (а) және жапсарлы (б) түйіспелі пісіру сызбасы:  
 1 – электродтар; 2 – дайындамалар; — жұмсалатын күш;  $D_s$  — беру қозғалысы

Бөлшектердің қол, гидравликалық және пневматикалық баспақ көмегімен баспақтаңқырайды (3.10 сурет).

Бөлшектерді қамтушы бөлшектерді қыздыру немесе салқындату көмегімен біріктіру, қамтушы бөлшек қыздыру кезінде кеңейеді, ал салқындату кезінде қамтушы бөлшектің қысылатындығында, нәтижесінде бір бөлшекті екінші бөлшекке отырғызу жеңілдетіледі. Қамтылатын бөлшекті салқындату тәсілімен баспақтаңқырау үшін температуралық айырмасы 200 °С дейін сұйық азот немесе оттегіні, сонымен қатар 100 °С дейін температураның айырмасын қалыптастыратын қатты көмірсутегіні қолданады.



3.10 сурет. Баспақтаңқырауға арналған жабдықтар:  
 а — бұрандалы домкрат; б — гидравликалық тетіктер; 1 — баспақтаңқыранатын; 2 — бұрандалы домкрат; 3 — корпус бөлшегі; 4 — гидравликалық тетіктер (қапсырма)

Егер ұштастырылатын бөлшектердің тартылысы үлкен болатын болса, құрастыру кезінде бір мезгілде қамтитын бөлшекті қыздырады және қамту бөлшегін салқындатады.

**Құрастыру үдерісінің әзірлеу операциялары.** Бұйымды құрастыру машинажасау өндірісінің ақырғы сатысы болып табылатындықтан, содан соң тек сынау және бақылау жүргізіледі, бөлшектер, агрегаттар және басқа құрылымдаушы бөлшектер машина құрылымында орын алмас бұрын мұқият тексеру бойынша операциялар ретінен өтуі

- Бөлшектер мен агрегаттарды кіріс бақылау;
- Бөлшектерді таңбалау;
- Бөлшектерді тазалау және жуып-шаю;
- Түрлі параметрлер бойынша бөлшектерді іріктеу.

Бөлшектерді, материалдарды, агрегаттарды және құрастыру бірліктерін **кіріс бақылауды**, бұл нысандардың шығыс (ақырғы) бақылаудан өткендігіне қарамастан жүргізеді. Ол консервациялау, қаптау, тасымалдау, ашу және қайта іске қосу кезінде, батқан, нақысы және т.б. түріндегі зақымдануды алуы мүмкіндігімен байланысты, зақымданулар кіріс бақылау кезінде сыртқы бақылаумен анықталады. Құрастыруға жеткізілетін материалдың, мысалы дәнекердің сапасының тікелей әсер етуі кезінде, құрастырылатын бұйымның сапасына (пісірілген жапсар сапасы) міндетті түрде химиялық құрамы мен бұл материалдардың қасиеттерін тексереді.

Дайын толымдау агрегаттары мен құрастыратын бірліктерінің материалдарын сыртқы бақылауды келесі мақсаттарда орындайды.

- Көзбен шолып тексеру кезінде сыртқы ақаулықтарды анықтау;
- Реттеуіш параметрлердің тексеру, мысалы май сорғысының шығысы кезіндегі өндірімділік пен қысым.

Құрастыруға дайын бөлшектер қоймасынан түсетін бөлшектер мен құрастыратын бірліктерді кіріс бақылауды, бұл бөлшектер қоймасында тасымалдау немесе сақтау ережелерін сақтамау кезінде пайда болған сыртқы ақаулықтарды анықтау мақсатында жүргізеді. Бақылауды төлқұжат деректерінің бұйымды жеткізуге арналған техникалық шарттарға сәйкестілікті тексеруден бастайды. Кәсіпорында кіріс бақылау қызметінің болмауы жағдайында, бақылауды құрастыру цехында тікелей орындайды

**Бөлшектерді таңбалау** жеке-дара және ұсақ сериялы өндірісте құрастыратын бірліктің тексерілгендігі мен техникалық талаптарға жауап беретіндігін көрсету үшін қолданылады. Бұдан басқа көп бөлшектерді техникалық деректер туралы түрлі ақпарат бар белгілерді түсіру арқылы таңбалайды.

Құрастыру цехтарында таңбалауды электрлік, химиялық немесе электржеліну тәсілімен жүргізеді, ол дайын бөлшектердің зақымдануына мүмкіндік бермейді.

**Таңбалау мен маркалаудың электрлік тәсілін**, баспатқы орамы 220В кернеуге қосылған қуаты жоғары емес төмендетуші трансформатордан тұратын электрограф деп аталатын құрылғыны пайдаланумен ұсақ сериялы өндірісте қолданады. Трансформатордың екінші орамына жез немесе мыс пеш және оқшауланған материалдан жасалған құралбілігі бар мыс электрод сұққыш жалғастырылған. Маркалауды орындау кезінде бөлшекті мыс пеш үстіне қояды және электрод сұққыш көмегімен қарандаш ұқсатып қажетті орындарда керек жазбаны түсіреді. Бұл әдістің кемшілігі жазбада қателердің кездесуі, өйткені жазу қолдан түсіріледі.

**Таңбалау мен маркалаудың химиялық тәсілін** мыс құйындысы мен болаттан жасалған бөлшектер үшін қолданады. Бұл ретте ір таңбаны түсіру үшін арнайы резеңке қалып пен желіндіру ерітінділерін қолданады. Жазуды түсіруге рұқсат етілетін бөлшек бетіндегі орын майлы жұғыннан тазартылады. Резеңке қалыпты желіндіру ерітіндісімен суландырылған жастықшаға басады, кейін бөлшектің бетінде таңба қалдырады. Бөлшектің бетінде түсірілген таңбалардың пайда болуынан соң, желіндіру ерітіндісінің қалдықтарын арнайы ерітіндімен жуумен жояды, кейін коррозияның пайда болуын болдырмау үшін техникалық вазелинмен жағады. Химиялық желіндіруге арналған жұмыс орны кермелеумен жабдықталуы, ал жұмысшылар желіндіру сұйықтығымен байланыстан мұқият қорғалуы керек.

**Таңбалау мен маркалаудың электржеліну әдісін** ең өндіргіш әдіс ретінде ірі сериялы және жаппай өндіріс шарттарында қолданады. Тәсіл электрұшқынды нәтижеге негізделген. Таңбаларды трафарет, немесе қапталында түсірілетін таңба түріндегі жезден жасалған тілім пісірілген арнайы электрод-құралмен орындалады. Таңбаны түсіру алдында таңбаны түсіру орнындағы бөлшектің бетін машиналық маймен әлсін дымқылдатады. Таңбаны түсіру кезінде. электрод-қондырғы бекітілген қондырғы айналдырғысы болмашы ауытқуларды

орындайды, соның салдарынан бөлшектің беті мен электрод арасында электр разрядынан ұшқын пайда болады, ал бөлшектің бетінде электродтың қаптал бетіне пісірілген жезді таспа түріндегі із қалады.

**Бөлшектерді тазарту мен шаю.** Машиналардың барлық бөлшектері өндіріс кезінде ластанады. Ластану түрлері әртүрлі болуы мүмкін:

- Құйма-дайындамасындағы қалыпты материалдар;
- Металл жоңқа;
- Үгінділер;
- түрпілі материалдар;
- майлап суытатын-сұйықтық немесе майлардың және т.б. қалдықтары.

Дайын материалдарда бар ластанулардың барлықтары, машинаны құрастыру кезінде бөлшектердің қосылыстары немесе түрлі механизмдердің түйіндесулеріне, сонымен қатар құрастыратын бірліктердің ішкі қуысына түспеуі керектігі сөзсіз. Сондықтан бөлшектерді басқа бөлшектерге қоспас бұрын мұқият тазартарды және жуып-шаяды.

Ластану кезінде бөлшектердің беттерін **жуу** сұйықтықтарын қолданбай механикалық тәсілмен тазартады. Құрғақтай тазалау кезінде ластануларды мақта-маталық майлықтармен немесе қылшақтармен тазартады. Жоңқалар немесе үгінділерді жетуге жолы қиын орындардан шығару үшін тұрақты магниттері бар құрылғыларды қолданады. Ылғалды тазалау ылғалды майлықтар немесе қылшақтармен орындалады.

Күйікті және бөлшектердің басқа нашар кетірілетін ластануларын тазарту алдында жұмсарту үшін бөлшекті тазалау алдында жуып-шаятын ерітіндіге салып біршама уақыт ұстауға болады.

**Шаю** кезінде ластануларды бөлшектердің беттерінен жуатын сұйықтықтармен тазартады. Ластанулар бұр ретте ерітіледі немесе жұмсарады, бөлшек бетіне жабысу басылады және ластанулар жеңіл жуылады. Жуып-шаю және тазарту операцияларын біріктіру тиімді болып табылады. Жуатын сұйықтықтар мынандай болуы керек:

- улағыш емес;
- өртке қауіпсіз;
- жуып тазартылатын бөлшектердің тоттануын болдырмайтын;
- пайдалану кезінде тиімді;
- экономикалық тиімді

Белсендіруші қоспалары бар сулы сілтілі ерітінділер кең қолданысқа енген.

Бөлшектерді жуудың ең қарапайым тәсілі жылжымайтын сұйықтыққа батыру. Дегенмен жуып-шаюды жылдамдату үшін шаятын сұйықтықтарды қыздырумен қатар, гидравликалық сорғылар көмегімен қысым астында қозғалысқа келтіреді. Бөлшек беттеріне бағытталған арында қосымша тербелмелі импульстерді және электрохимиялық үдерістердің өтуіне арналған шарттарды қалыптастырады. Осыған байланысты батырумен шаю, жылжитын сұйықтықты арынды шаюды, ультрадыбысты және электрохимиялық шаюды ажыратады.

**Батырумен шаюды** ашық үлгілі ванналарда жүргізеді. Бұл әдісті бөлшектерді майсыздандыру, бөлшектердің бетіндегі күйікті босату, тазартудан соң ластануды жою үшін пайдаланады.

**Арындай шаюды**, шаятын сұйықтық жуып тазартылатын бөлшектерге бөлшектің барлық жақтарында орналасқан бүріккіш арқылы берілетін арнайы жуып тазарту қондырғыларында орындайды. Жуып-шайылатын бөлшектің жетуге жолы қиын орындарынан ластануларды тазалау үшін саптамалары бар қосалқы құбыршекті қолданады. Жуғыш машиналардың бөлшектерді жуу үдерісін автоматтық басқаратын бірнеше (1-3) камералары болуы керек. Бөлшектерді бір камерада жуу кезінде, екінші камерада шаяды, ал үшінші камерада жылы ауа ағынымен кептіреді.

Тазалаудың жоғары дәрежесін талап ететін ұсақ бөлшектерді шаю үшін, **ультрадыбыстық қондырғыларды** қолданады. ультрадыбыстық ванналарда жуып-шаю әдісінің мәні мынада, ультрадыбыстық ваннадағы шаятын сұйықтыққа батырылған бөлшектердің бетінде сұйықтықтың булары бар кішкентай көпіршіктер пайда болады, олар жарылғанда бөлшектің ластанған бетінде гидродинамикалық қысымды қалыптастырады және кез-келген ластануды тазартады. Бұл құбылыс шайылатын бөлшектің барлық каналдарында қалыптасады, ол күрделі пішінді бөлшектерді жуу кезінде маңызды. Шаюдың берілген әдісін жүзеге келтіру үшін ультрадыбыстық генератор және ультрадыбыстық ванна қажет.

Бөлшектерді **электрохимиялық шаюды**, бөлшектердің беттерін қақтан, тотыққан қабықшадан немесе тұздан тазарту үшін қолданады. жуып тазартылатын бөлшекті аспаға іліп электролит бар ваннаға енгізеді және жуылатын бөлшек (анод) және ванна корпусы (катод) арасында потенциалдардың айырмасын қалыптастырады. Электрлік эрозия яғни анод бетінің (бөлшектің) еруі болады, нәтижесінде тотыққан қабықша бөлшектің бетінен



ажырайды. Жуып-шаюды аяқтаған соң бөлшекті электролит қалдықтарынан жылы душ астында тазартады, және жылы ауа арынымен кештіреді.

Жуып-шаю сапасын келесі тәсілмен бақылайды:

- оптикалық аспаптарды пайдаланумен тексерумен;
- жуатын қондырғының сүзетін элементтерін тексерумен;
- шайғаннан соң шаятын сұйықтықты химиялық талдаумен;
- шаятын сұйықтықта пайда болған қоспаларды өлшеумен;
- бөлшектерді жуғаннан соң сұйықтық құрамында бар бөлшектердің арнайы есептегіштерімен.

Түрлі параметрлер бойынша **бөлшектері іріктеуді**, геометриялық немесе физикалық параметрлер бойынша бөлшектерді іріктеусіз белгіленген дәлдіктің дәлдігін қамтамасыз ету күрделі. Жиі бөлшектерді қосылыста белгіленген саңылау мен тартылысты, турбина роторының немесе компрессордың және т.б. ең төмен бастапқы үйлесімдігін қамтамасыз етумен геометриялық параметрлер бойынша іріктеп алады.

Жинаушының нақтылай жұмыс орнында бір немесе одан көп параметрлер бойынша бөлшектерді іріктеу кезінде, сәйкес аралық бөлшек табылмаған «артық» бөлшектерді жою мүмкін емес. Бұл жағдайда ЭЕМ мен бөлшектерді таңдаудың арнайы бағдарламасын пайдаланды. Құрастыруға қатысатын әр бөлшекке реттік нөмір беріледі, оның қажетті параметрлерін өлшейді және өзгеріс нәтижелерін кестеге енгізеді. Кестені ЭЕМ өңдегеннен соң қажетті дәлдікті ескерумен бөлшектерді жұптанған тарату мен түйісетін бөлшек табылмаған «артық» бөлшектер тізімі бар жаңа кестені алады. Сырғанау және томалақтау мойынтіректері бар тіректерді құрастыру. Біліктер мен айналдырғыларды сырғанау және томалақтау мойынтіректерінде қаптамада орындайды. Томалақтау мойынтіректерінің ішкі сақиналары әдетте, тартылысты қамтамасыз ететін отырғызу бойынша біліктермен жалғайды (біліктерді жұмыс тәртібіне байланысты мойынтірек астынан тартуды k5, k6, m5, m6 және т.б. шақтама өрісімен орындайды).

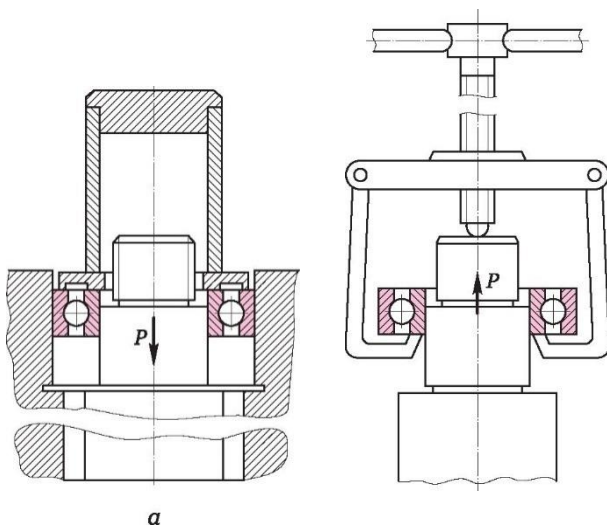
Жеңіл жұмыс тәртібінде сыртқы сақиналарды саңылаулары бар отырғызулар бойынша, қалыпты тәртіпте ауыспалы отырғызу бойынша, ауыр тәртіпте тартылысы бар отырғызылым бойынша (7к7 шақтама өрісі және т.б.) жалғастырады.

Отырғызатын беттердің жоғары конустылығы сырғанау мойынтірегінің деформациялануына және тізбекті байланыстың пайда болуына алып келеді, ол өз кезегінде кернеу концентрациясы

мен мойынтіректің мерзімнен бұрын тозуына алып келеді. Томалақтау мойынтіректерін монтаждау кезінде эллипстік бойынша отырғызу беттерінің шамадан тыс ауытқуы болдырмайды, өйткені бұл жағдайда айналу денелерінің сыналануы болуы мүмкін.

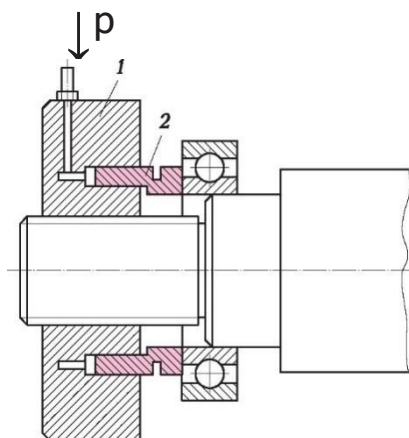
Мойынтіректерді біліктерге, корпусық бөлшектердің саңылауларына орнату, температурасы 80...90 °С ыстық майда қыздырумен немесе -75... - 80 °С температурада қатты көмірсутегімен салқындатумен қол, гидравликалық немесе пневматикалық баспақ көмегімен орындалуы мүмкін.

Баспақтама және мойынтіректі шешіп алу үшін қол құралдары – монтажды стақандар мен құралбіліктер қолданылуы мүмкін (3.11 сурет). Құралбіліктерді пайдалану, мойынтіректің білік мойынына біркелкі отырғызылуын қамтамасыз етеді, қондыру кезіндегі қиғаштықтан қорғайды және мойынтіректі зақымданудан қорғайды. Мойынтіректерді соңында бұрандамасы бар біліктерге баспақтаудан кейін сомынмен және бұрандалы құрылғыларды жиі қолданады.



3.11 сурет. Баспақтама (а) мен (б) мойынтіректерге арналған тетіктер:

$P$  – жұмсалатын күш



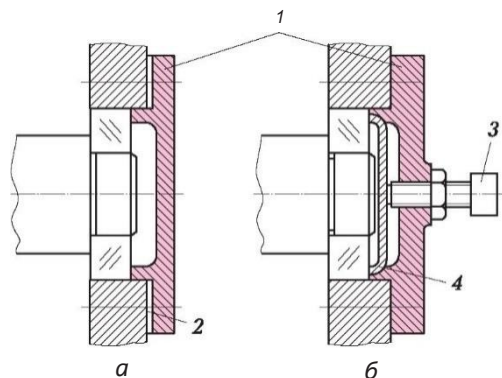
3.12 сурет. Мойынтіректерді баспақтаңқырауға арналған гидравликалық сомын: P – жұмсалатын күш

Ірі сериялы өндірісте ірі мойынтіректерді баспақтаңқырау мен баспақтамсыздандыру үшін, май қысымының астында сомын корпусында жылжитын 1 корпус пен 2 мікбас құралатын гидравликалық сомынды қолданады (3.12 сурет).

Тірек шарлы мойынтіректерде сақиналардың диаметрі әртүрлі. Мойынтіректің қалыпты жұмысы үшін құрастыру кезінде білікте диаметрі кіші сақинаны қондырады, ал ішкі диаметрі үшкен сақина корпуста орнатылады. Білікті екі радиалды мойынтіректерде қондыру кезінде олардың бірін білікте және корпуста қозғалмастан бекітеді, ал екіншісі түйіннің жұмысы кезінде біліктің температуралық деформациялануын ескерумен білікте орнатылады. Тірек және конустық аунақшамойынтірегі бар құрастыратын бірліктерді құрастыру кезінде өстік саңылауды төсеммен немесе реттеу бұрандасымен реттеуді (3.13 сурет).

Теңселісі бар мойынтіректерді құрастыру үдерісі келесі операцияларда құралады:

- бөлшектерді құрастыруға әзірлеу;
- мойынтіректерді бақылау;
- тіректерді алдын ала жинау;
- тірек бөлшектерінің өзара қалпын тексеру;
- тіректерді ақырғы құрастыру;
- құрастыру дәлдігін бақылау.



3.13 сурет. Мойынтіректерді қақпақпен (а) және бұрандамыен (б) тоқтату сызбасы: 1 – қақпақ; 2 – төсеме; 3 – бұранда; 4 - шайба

Бөлшектерді құрастыру әзірлеу кезінде сыртқы шолып тексерумен бөлшектердің тазалығы мен күйін тексереді, мойынтіректерді қайтадан іске қосады, шаяды және майдың жұқа қабатымен майлайды.

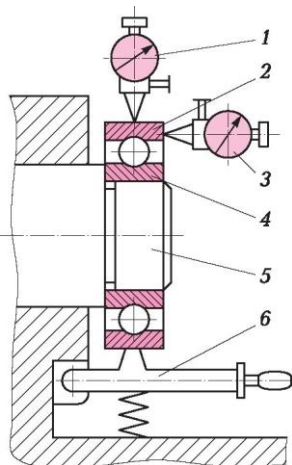
Құрастыру алдында мойынтіректерді бақылауды тірек жұмысының сенімділігіне әсер ететін ақаулықтарды анықтау үшін жүргізеді. Бақылаудың негізгі түрі ұрылған жерді, жарықты, коррозияны және т.б. анықтау мақсатында көбен шолып тексеруді орындау. Кейбір жағдайларда нақты түйіндесуді алу үшін домалау денесі мен қондыру өлшемдерінің геометриялық параметрлерін өлшейді.

Домалау мойынтіректері бар тіректерді алдын ала құрастыру, мойынтіректердегі әрекеттері саңылауларды анықтайтын өтемдеу элементтерінің өлшемін таңдау және әрекеттегі өстік және радиалды саңылауларды тексеру үшін орындалады. 3.14 суретте білікке тығыздалынған шарлы мойынтіректегі өстік және радиалдық саңылауды өлшеу сызбасы көрсетілген. Радиалды саңылауды өлшеу үшін сыртқы сақинаны 2 (қолдан) 6 интіректен жылжытады, ал саңылаудың көлемін 1 индикаторлық аспап бойынша анықтайды. Өстік саңылауды өлшеу үшін мойынтіректе 2 сыртқы сақинаны (қолдан) бір шеткі қалыптан екіншісіне өстік бағытта жылжытады. 3 индикаторлық аспабы өстік саңылаудың көлемін көрсетеді.

Радиал-тірелімді мойынтіректері бар тіректерді құрастыру кезінде өстік саңылау компенсаторларды іріктеумен реттеледі. Тіректе 3.15 суретінде көрсетілген құрылымдық сызба 4 сақина болып табылады. Қажет компенсатордың жуандығын өлшемдік

3.14 сурет. Білікке баспақтаудан соң радиалды мойынтіректегі саңылауларды тексеру сызбасы:

1,3 – индикаторлық аспаптар; 2 – мойынтіректің сыртқы сақинасы; 4 – мойынтіректің ішкі сақинасы; 5 – білік цапфасы; 6 – тетігі



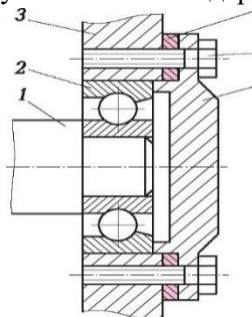
тізбекті есептеу немесе тіректі алдын ал құрастыру уақытында эксперимент ретінд анықтауға болады. Компенсатор жуандығы эксперименттік іріктеу кезінде тіректі алды ала құрастыру компенсаторды пайдалануыс келесі тәсілмен орындалады. Білік цапфасын.

1 мойынтіректің ішкі сақинасын баспақтайы.

Кейін 5 барлық бұрандамаларды бұрандалау,

6 қақпақты мойынтіректе өстік саңылаудың жойылуы мезетіне дейін қақпақты қысу арқылы тіректі жинайды. Білік бұл ретте әрең бұрылады. Содан соң шеңбер бойынша үш орында қақпақ қапталы 6 мен корпус қапталы 3 арасындағы пайда болған саңылауды өлшейді және оның орташа мәнін анықтайды. Тіректі бөлшектейді және 4 компенсатордың қажетті қалыңдығын, саңылаудың орташа мәніне мойынтіректегі қажетті саңылау көлемін қосу арқылы компенсатордың қажетті қалыңдығын анықтайды. Жинақтамадан іріктеп алынған компенсаторды орнына қондырады, бұрандамаларды белгіленген күшпен бұрандалайды және мойынтіректегі әрекеттегі өстік саңылауды тексереді.

Сырғанау мойынтіректері, 1 білік цапфасы (3.16, а сурет) кіретін төлке ретінде (ішпек) көрсетілген. Ішпеті бүтін, немесе ажырайтындай орындайды. Ішпектерді үйкелісбасқы материалдан орындайды. Төлке түріндегі бүтін ішпек корпуста келесі тәсілдердің бірімен бекітілуі керек:



3.15 сурет. Радиалды-тіреуішті мойынтірегі бар тіреуіштің құрылымдық сызбасы:

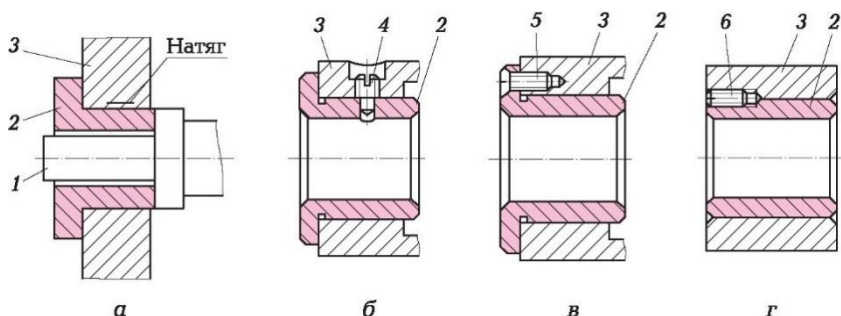
1 – білік, 2 – мойынтірек; 3 – корпус; 4 – компенсатор; 5 – бұрандама; 6 – қақпақ.

- тартылысы бар ішпекті (баспақтаңқырау) қондыру кезінде үйкеліс күшімен (3.16, а суретті қараңыз);
- ішпекте сәйкес саңылаудың болуы кезінде 4 тоқтатқыш бұрамамен (3.16, б сурет);
- бұрандамен 5 (3.16, в суреті);
- бұрандалы сұққыш 6 (3.16, г сурет).

2 және 3 екі бөлігінен (3.17 сурет) тұратын мойынтіректің алмалы ішпегі құрастыруға жинақтамада жеткізіледі. Ішпектің жартысын 4 корпусқа және кішкене тартылысы немес саңылауы бар қақпаққа орнатады және мүмкін жылжып кетуден, корпустағы және қақпақтағы саңылауға қондыру 0,04... 0,07 мм тартылысымен, ал ішпек тесігі 0,1...0,3 мм саңылаумен орындалатын 6 сұққышпен бекітіледі. Мойынтірек 4 қақпағы, корпусқа қатысты сұққыш немесе қондырма кішкентай саңылаулар арқылы орындалатын басқа элементтермен бекітіледі.

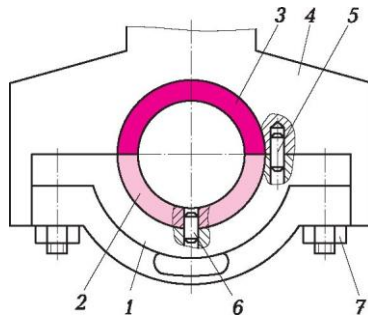
Сырғанау мойынтіректерін құрастыруға қойылатын негізгі талаптар келесі параметрлерді қамтамасыз ету:

- Білік цапфасы мен ішпектің ішкі диаметрі арасындағы белгіленген диаметрльді саңылау;
- Ішпекті корпус пен қақпаққа қондыру;
- Ішпекті сенімді бекіту;
- Бекіткіш сұққыштың белгіленген қондырмасы.



3.16 сурет. Сырғанау мойынтіректерінің сызбалары:

А – ішпекті үйкеліс күшімен бекіту; б - ішпекті тоқтатқыш бұрандамен бекіту; в – ішпекті бұрандамен бекіту; г – ішпекті бұрандалы сұққышпен бекіту; 1 – білік цапфасы; 2 – ішпек; 3 – корпус; 4 – тоқтатқыш бұранда; 5 – бұранда;



3.17 сурет. Алмалы ішпегі бар сырғанау мойынтірегінің құрылымдық сызбасы:

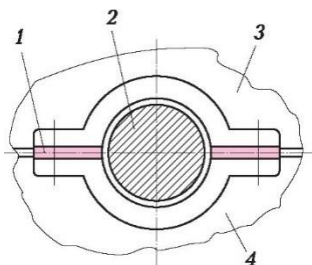
1- қақпақ; 2,3 – ішпектің бөліктері (жартысы); 4 – корпус; 5,6 – сұққыштар; 7 – сомын.

Сырғаудың жылжымайтын мойынтіректерін құрастыруды, құрастыруға түскен бөлшектерді сыртқы тексеру және белгіленген қондырмаларды қамтамасыз ету үшін көлемі бойынша іріктеуден бастайды. Ішпекті баспақтаңқыраудан соң ішпектің деформациялануы салдарынан ішкі диаметрдің азаюы байқалады. Егер бұл деформация ішпекті өндіру кезінде ескерілмесе, онда ішпекті баспақтаңқыраудан соң, міндетті майланатын шармен ішкі саңылауды калибрлеуді орындайды.

Ажырайтын ішпектері бар сырғанау мойынтіректерін құрастыру, ажырамайтын ішпектері бар мойынтіректерді құрастыруға ұқсайды. Ішпектің бір бөлігін қақпаққа, ал екіншісін корпусқа қондырады. Мйала каналдар мен оларды құрастырудан соң шаюға ерекше көңіл бөлінуі керек. Қолданылатын құрастыратын құралдар жұмсақ материалдан, ал құралбіліктер – мойынтірек бетінде жаншық пен соқпадақтың пайда болуын болдырмау үшін ағаш немесе текстолиттен орындалады.

Сырғанау мойынтіректерін ажырайтын және ажырамайтын деп бөлінетіндігіне байланысты, оларды құрастыру ерекшелігі әртүрлі. Ажырайтын сырғанау мойынтірегін құрастыру келесі операциялардан құралады:

- Мойынтірек ішпегінің корпуспен түйіндесуі;
- Мойынтіректің жұмыс бетінің өзектестігін тексеру;
- Ішпектер мен біліктердің жұмыс беттерінің жанасуын қиыстырып келтіру;
- Мойынтіректегі монтаждау саңылауын реттеумен;
- Білікті мойынтіректе қондыру.



3.18 - сурет. Радиалды саңылауды төсемдермен реттеу:  
 1 – төсем; 2 – білік; 3 – корпусстың жоғарғы бөлігі; 4 – корпусстың төменгі бөлігі;  
 4 - нижняя часть корпуса

Ішпекті корпусқа бояу бойынша жымдайды, бұл ретте іздер мойынтіректің 70 % кем болмайтын бетін қамту керек.

Ішпектерді жымдаумен бір мезгілде олардың корпуспен өзіктестігін тексереді, ол 0,15 мм аспауы керек. Ол үшін эталондық білікті, бақылау сызғышын, қуыс бұрғысын немесе оптикалық әдісті қолданады. Мойынтірек өсінің өзіктесітігін салыстырып тексеруден соң, мойынтірек ішпегін білік мойнына құрастыру мен қиюластыруды бастайды, ол төменгі, кейін жоғарғы ішпектерді қырумен орындалады.

Егер түйіс дағы бірқалыпты орналасса, және олардың саны  $25 \times 25$  мм ауданына 9—12 дақты құрайтын болса аяқталған деп есептелінеді. Саңылауды төсеме жинағымен реттейді (3.18 сурет). Тісті берілістерді құрастыру. Машина құрылымында тісті берілістер, мысалы бір біліктен (жетекші) екінші білікке (жетектеген) бұрау моментін беруге арналған редукторларда кеңінен қолданылады. **Цилиндрлі тісті доңғалақтары бар берілістерді**, бұрау моментін біліктер мен параллель өс арасында беру үшін қолданылады. **Конус тәрізді тісті доңғалақтары** бар берілістерді, өстері перпендикуляр орналасқан біліктер арасында бұрау моментін беру үшін қоладанды. **Иірмекті берілістерді** бұрау моментін қиылысатын өстері бар біліктер арасында беру үшін пайдаланады.

Цилиндрлік тісті доңғалақтары бар берілістерді құрастыру. Бұл берілістің басты және ең жауапты бөлшегі, әрқайсысы периферия және оймакілтегі немесе ойық кілтегі бар орталық қондырма саңылауы бойынша тістері бар (әдетте диск түріндегі) тісті доңғалақтар болып табылады. Цилиндрлік тісті берілістерді құрастыруға келесі талаптар қойылады:

- Тістердің түйіндесуінде белгіленген бүйірлік саңылауды қамтамасыз ету;
- Тісті доңғалақты қажетті саңылауы бар білікке қондыру;
- Беттестірілген тісті дөңгелектердің тістерін дұрыс түзеу



- Тісті доңғалақтардың айналу бірқалыптылығы және т.б.

Жарамды тісті доңғалақтар құрастыруға, олардың ішінде тісті доңғалақ жұптарын жүріс бірқалыптылығы, түйіс дағы, бүйір саңылау және т.б. параметрлері бойынша жинақтау болуы мүмкін дайындау операцияларын өткеннен кейін келіп түседі.

Әдеттегідей, бар тісті доңғалақтарды біліктерге ауыспалы қондырма арқылы қосады: Н7/js6 және Н7/к6, Н7/mb және Н7h6 қондырмалары бойынша қосылыстар баспақ көмегімен орындалады.

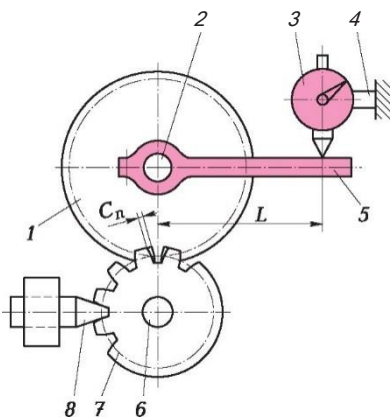
Тығыз оймакілтекті қосылыстар кезінде қамтылатын бөлшекті баспақтаңқыраумен 80...120°C дейін қыздырады. Оңай ажыратылатын және жылжымалы оймакілтекті қосылыстар аздаған күшті жұмсаумен немесе қолдан қамтылатын бөлшекті қондырумен орындалады. Мұндай қосылыстар соғуды ғана емес, сондай ақ қамтылатын бөлшектің оймакілтек бойымен жылжуын бақылайды.

Тісті доңғалақтарды біліктерге қондыру, бекіту және білікте дұрыс орнатылуын тексергеннен соң бұйымды кезекті тексеруге жібереді. Біліктерді корпустағы мойынтіректі тіректерге қондыру кезінде тісті доңғалақтар бір біріне ілінеді.

Құрастырудың бұл сатысында тісті түйіндесудіге белгіленген бүйірлік саңылауды тексереді және қамтамасыз етеді. Бүйір саңылауды реттеуге арналған бір құрылымдарда түйіндескен тіс доңғалақтарының централық қашықтығын өзгерту, ал басқа құрылымдарда бүйірлік саңылауды тістің қалыңдығын бір тісті доңғалақты (немесе екеуін) өндіру рұқсаты шамасында қалыңдығы басқа тіске өзгертумен қамтамасыз етеді.

Тісті түйіндесудегі бүйірлік саңылауды қуыс бұрғымен, индикаторлық аспабы немесе қорғасын сымды тістер арасында икемдеумен өлшейді. 3.19 суретінде бүйірлік саңылауды индикаторлық аспабы бар құрылғы көмегімен цилиндрлік

тісті берілісті өлшеу сызбасы көрсетілген. Орнатылған 1 тісті доңғалағы бар 2 білікте өлшеу аспабының 5 жетектемесі бекітілген. Басқа білікте 6 орнатылған екінші тісті 7 доңғалақ бұрылыстан бекіту құралдарымен 8 бекітілген. Кронштейнге бекітілген 4 индикаторлық аспаптың 3 өлшеуіш ұштығы жетектеменің белгіленген рнына тіреледі. Индикаторлық аспап нөлге қондырылған. Тісті доңғалақты 1 (қолдан) білікпен бірге өс айналасында ақырын тербелту кезінде егер индикаторлық аспаптың өлшеуіш ұштығы бөлгіш шеңбердің радиусына тең  $L$  қашықтықта бекітілетін болса, индикаторлық аспап бүйірлік саңылаудың  $C$  шамасын көрсетеді.



3.19 сурет. Цилиндрлік тісті берілісте бүйір саңылауды өлшеу сызбасы :  
 1, 7 — тісті доңғалақтар; 2, 6 — біліктер; 3 — индикаторлық аспап; 4 — кронштейн; 5 — жетектеме; 8 — токтататын құрылғы

Түйіндесетін тісті доңғалақтардың тістері беттерінің жанасу дұрыстығын, түйіс дағы бойынша тексереді («бояуда»). Ол үшін кіші тісті доңғалақтың тістерінің эвольвенталы бетін арнайы бояудың жұқа қабатымен бояйды және үлкен тісті доңғалақты бір айналымға бұрады. Қосылысты бөлшектеуден соң үлкен тісті доңғалақтағы бояу дақтарының (түйіс дағы) орнын зерттейді және тісті доңғалақтардың берілген жұптарының құрылымда дұрыс бекітілгендігі туралы қорытынды жасайды. Түйіс дақтарының көлемі мен орналасу нормалары стандарттармен регламентацияланған, мысалы дәлдіктің 7-ші дәрежесіне жататын тісті доңғалақтардан жиналған берілістер үшін түйіс дағының көлемі, тіс биіктігі бойынша 45 %-дан кем емес, ал ені бойынша —60 % кем болмауы тиіс.

Мысал ретінде 3.20 суретінде көрсетілген түйіс дағының көлемін есептеу әдістемесін қарастырайық.

Тістің ені бойынша түйіс дағының көлемін % формула бойынша анықтауға болады.

$$B = \frac{B_3 - (C + C_2 + C_3)}{B_3} 100,$$

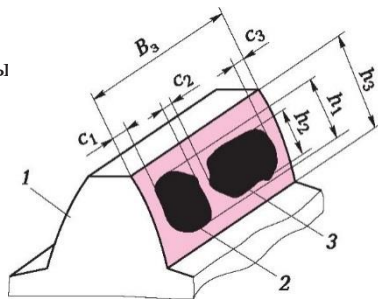
мұнда  $B_3$  — тістің ені;  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $c_3$  — тістің ені бойынша өлшенген таңбадақ арасындағы қашықтықтар.

Тістің биіктігі бойынша түйіс дағының көлемін  $h$ , %, формула бойынша анықтауға болады

$$h = (D_p / \gamma_3) 100,$$

мұнда  $h_{cp} = (h_1 + h_2) / 2$  — таңбадақтың орташа көлемі;  $h_1$ ,  $h_2$  — тістің ені бойынша өлшенген таңбадақтардың көлемі;  $h_{pj}$  — ойымнан тістің ұштарына дейінгі қашықтық.

3.20 сурет. Тістің бетіндегі түйіс дағының мүмкін пішіні:  
1 — доңғалақ тісі; 2, 3 — түйіс дағы



Түйіс дағының пішіні мен орналасу орны, тісті түйіндесуді құрастырудағы дәлсіздікті көрсетеді. Егер түйіс дағы тістің ұшына жақын орналасса, онда централық қашықтық біршама ұлғайтылған болады, ал мұндай түйіндесуді пайдалану кезінде тістер мерзімінен бұрын сынып қалуы мүмкін. Сына түріндегі дақтың пішіні, отырғызылған тісті доңғалақтары бар біліктердің параллель еместігін көрсетеді.

#### Конус тәрізді тісті доңғалақтары бар берілістерді құрастыру.

Конус тәрізді тісті доңғалақтары бар берілістер ілінісі дұрыстығының негізгі шарттарының бірі, тісті доңғалақтардың бөлгіш конустарының ұштарының дәлdestігі. Доңғалақтың бөлгіш конусы ұштарының екінші доңғалақтың өсіне қатысты және екінші доңғалақтың, бөлгіш конус ұштарының бірінші доңғалағының өсіне қатысты ұйғарынды жылжуы, (қалыптастыратын ұзындық  $R_e$ ) МемСТ регламенттеледі (3.21 сурет).

Конус тәрізді тісті доңғалақтардың тістері арасындағы бүйір саңылауды қуыс бұрғы немесе қорғасын таспамен бақылайды. Мінсіз жағдайда тістер бір біріне барлық жұмыс бетімен үйкеледі (егер жұмыс беті ретінде тістің барлық тізбегі бойындағы тар жолақты алатын болсақ), жанасуда  $1/2$  ден  $3/4$  дейінгі тіс ұзындығы болады.

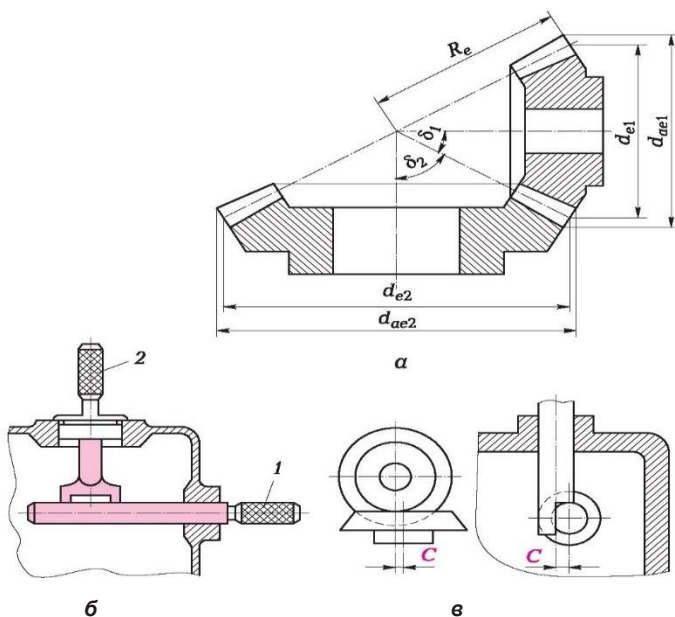
Конус тәрізді тісті доңғалақтың негізгі өлшемдері әдетте сыртқы қимада қарастырылады, онда конустың қосалқы беттерінде тістің ең үлкен көлемі бар (сыртқы бөлінгіш диаметр  $d_e = mz$ , тіс ұштарының диаметрі  $d_{ae} = m(z + 2aS\delta)$ , мұнда  $m$  — доңғалақ модулі;  $z$  — тістердің саны;  $a$  — ілініс коэффициенті;  $S$  — тістер арасындағы саңылау;  $\delta$  — бөлінгіш конустың бұрышы (конус тәрізді доңғалақ өсі мен қалыптастыратын бөлінгіш конус арасындағы бұрыш, 3.21, а сурет)). Тістер кез келген қимада қарастырылуы мүмкін (орташа, ішкі және т.б.)

Конус тәрізді тісті берілістерге қойылатын талаптар, оларды білікте құрастыру және қондыру тәсілдері, цилиндрлік тісті доңғалақтарға қойылатын талаптармен бірдей.

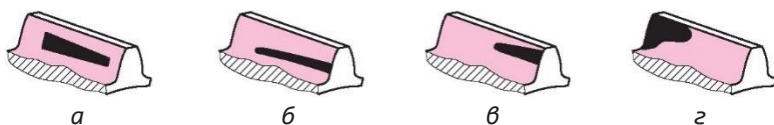
Доңғалақтарды қиюластыруды, тістердің жұмыс беттерімен жұқа ұштықтарға жанасатындай жүргізген жөн, өйткені жұқа жақ тезірек жұмыс жасайды және тістердің жұқа ұштығының деформациялануы салдарында жүктелу кезінде барлық ұзындықты бойлай жанасуға тезірек қол жеткізеді.

Тісті доңғалақтарды қондыру алдында өсаралық бұрыш пен өстердің жылжуын тексереді. Өстердің перпендикулярлығын, цилиндрлік құралбілік 1 (3.21, б сурет) және жазықтығы өстерге перпендикуляр екі дөнесі бар 2 құралбілік көмегімен тексереді. Қуыс бұрғысымен дөңестер арасындағы саңылауды өлшейді. Өстердің үйлесуін құралбіліктермен, жартысына дейін кесілген шеттері бар 1 және 2 ұқсас құралбіліктерімен тексереді (3.21, сурет). **Құралбіліктерді қуыс бұрғымен** біріктіру кезінде арасындағы саңылауды өлшейді.

Тығыздалынған доңғалақтарды тәждің соғуына тексереді, берілісті монтаждайды және конустардың жорамалды ұштарының үйлесуіне қол жеткізеді. Алдын ала қондыруды, доңғалақтың қапталдары бойынша орындайды. Іліністі барлық шеңбер бойынша бірдей бүйір  $C_n$  және радиалды  $C_\delta$  саңылаулар қалыптаспағанша дейін тісті



3.21 сурет. Конус тәрізді тісті беріліс (а—в)



3.22 сурет. «бояуға» тексеру кезіндегі түйіс дақтарының орналасуы: *a* — дұрыс ілініс; *б* — жеткіліксіз саңылау; *в, г* — дұрыс емес өсаралық бұрыш

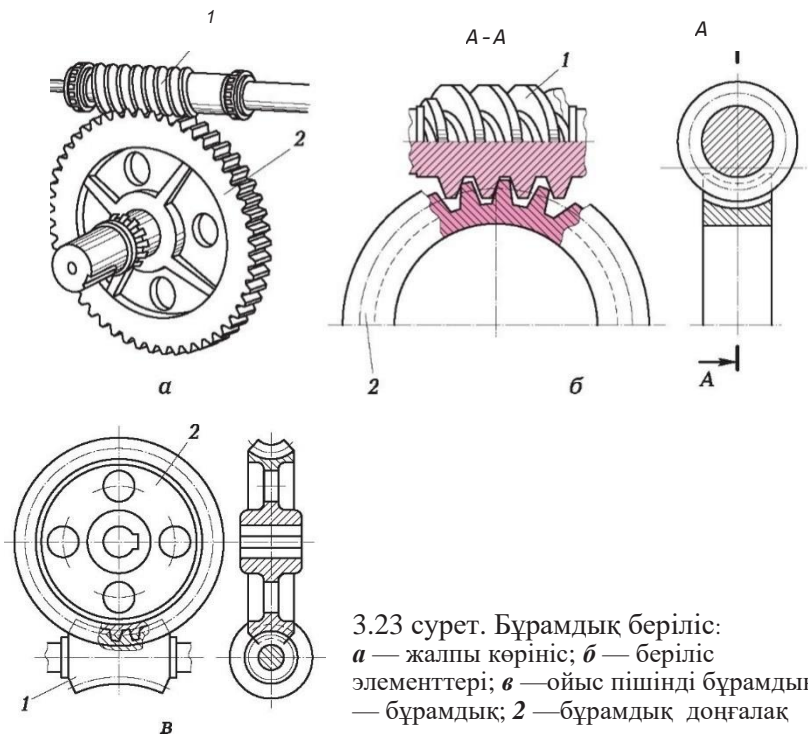
бағытта, тісті доңғалақтарды жылжытумен реттейді. Бір немесе екі доңғалақты да жылжытуға болады. Доңғалақтардың табылған дұрыс күйін төсеме жинағы немесе доңғалақтың бүйіржағы мен білік ойығы арасында төселетін реттеу сақиналарымен бекітеді. Реттейтін төсемдері бар радиал-тіреуішті мойынтіректердің болуы кезінде, іліністі білікті доңғалақпен бірге жылжытумен реттейді. Бұл жағдайда, мойынтіректегі саңылауларды бұзбай доңғалақтарды жылжыту үшін төсемдерді бір мойынтіректің астынан шығарады және қарама-қарсы мойынтірекке ауыстырып салады.

Доңғалақтың ілініс дұрыстығын «бояуға» тексереді (3.22 сурет). Бір доңғалақтың тістеріне бояуды жағады және доңғалақты домалатады. Берілісті, білікте тісті доңғалақтардың дұрыс орналастырылуы мен корпустағы өстері қалпының дұрыстығына бөлшектейді және тексереді.

Конус тәрізді берілістердегі қажет түйіс дақтарын, цилиндрлік берілістерге ұқсас қажак пасталарын іске кірістірумен алады.

**Бұрамдық берілістерді құрастыру.** Бұрамдық берілістер қолдану мақсаттарына сәйкес кинематикалық және күш деп бөлінеді. МемСТ 3675 — 81 «Өзара алмасушылықтың негізгі нормалары. Бұрамдық цилиндрлік берілістер. Шақтамалар» бұрамдық берілістің 12 дәлдік дәрежесі бекітілген. Дәл беріліс қатынасы талап етілетін кинематикалық берілістерді 3 — 6 дәлдік дәрежесінде, күш берілістерін — 5 — 9 дәлдік дәрежесінде орындайды.

Бұрамдық беріліспен қызметтік мақсатты орындау үшін, өндіріс кезінде берілістің кинематикалық дәлдігін, бұрамдықтың бұрамдық доңғалақпен ілінісіндегі белгіленген бүйір саңылауды, бұрамдық доңғалақтың орташа жазықтығының бұрамдық өсімен сәйкестендірілуі, бұрамдық пен бұрамдық доңғалақтың айналу өстерін айқастыру бұрышының қажет дәлдігін қамтамасыз ету керек (3.23 сурет). Кейде бұрамдық доңғалақтың бұрамдық өсіне қатысты өстік қалпын, қақпақ астындағы төсемдердің бірінің қалыңдығын өзгертумен реттеу қарастырылады (реттеу әдісі кезінде жылжымайтын компенсаторды пайдалану).



3.23 сурет. Бұрамдық беріліс:  
**а** — жалпы көрініс; **б** — беріліс элементтері; **в** — ойыс пішінді бұрамдық; **1** — бұрамдық; **2** — бұрамдық доңғалақ

Бұрамдық берілістерді құрастыру кезінде мойынтіректердегі саңылауды реттеу қажет етіледі. Қажетті саңылау, қақпақ пен бұранда көмегімен мойынтіректің сыртқы сақинасын жылжытумен қалыптастырылады. Пайда болған саңылауға, қалыңдығы сәйкес төсем енгізілуі керек.

Бұрамдық доңғалақтың бұрамдықпен іліну дұрыстығын «бояуға» тексереді. Бояуды бұрамдықтың бұрандалы бетіне жағады және оны бұру арқылы бұрамдықты доңғалақтың тістерінде дақтаңбаларды алады. Бұрамдықтың дұрыс ілінуі (бұрамдықты доңғалақ пен бұрамдық өсінің перпендикулярлығы мен дұрыс өсаралық қашықтық бақыланады) бояу бұрамдықты жоңғалақ тістерінің бүйір беттерін 50...70 % жабуы керек, ал түйіс дағы тіс симметриясы өсінің екі жағынан орналасуы керек.

Бұрандалы қосыластарды құрастыру. Бұрандалы қосылыстар жылжымайтын ажырайтын қосылыстар класына жатады. Олар машина құрылымындағы қосылыстардың жалпы санының 25 % құрайды.

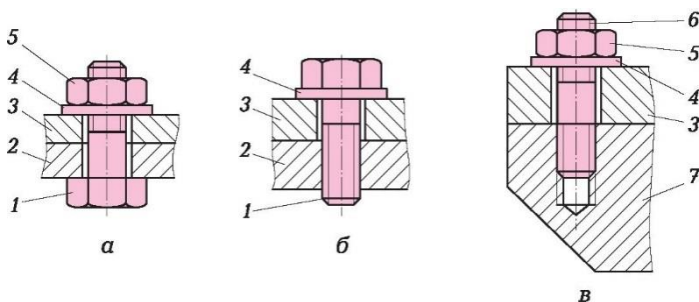
Бұл құрастырылуы оңай және жұмыста сенімді қосылыстар, біріктірілетін бөліктерді зақымдаусыз көп мәрте құрастыру мен бөлшектеуге мүмкіндік береді. Бұрандалы қосылыстардың ажырамас бөлігі бұрандалы бекіту бөлшектері, оларға бұрандама, шпилькалар, винттер, сомындар, шайбалар және т.б. жатады.

Кеңінен таралған бұрандалы қосылыс, бұрандама қосылыс болып табылады. 3.24, а суретінде, 1 бұрандама кішкентай саңылау арқылы бекітілетін 2,3 бөлшектердің саңылауларына кіргендігі, және сомынның бүйіржағы бойымен үйкелісті азайту үшін 4 шайба салынған сомынмен бекітілгендігі 5 бейнеленген бұрандалы қосылыстың құрылымдық сызбасы көрсетілген. 3.24, б суретінде көрсетілген бұрандалы қосылыстың басқа түрінде, рөлі жоқ стандарттық сомынның рөлін, саңылауында сәйкес бұрандасы бар 2 жалғасатын бөлшектердің бірі орындайды.

**Шпилькамен бұрандалы қосылысты пайдалану** орынсыз және мүмкін емес жағдайларда қолданады, мысалы бөлшектерді немесе агрегаттарды автомобиль қозғалтқышының корпусына бекіту кезінде. Бұл жағдайда 7 корпусындағы бұрандалы саңылауға (3.24, сурет) шпильканы 6 бұрап кіргізеді. Жалғасатын бөлшек кішкентай саңылауы бар шпилькаға кигізіледі 3 және бұрандалы қосылысқа ұқсас 5 сомынмен бекітіледі.

Бұрандалы қосылыстарға келесі талаптар қойылады:

- бұранданың қажалуы, жаншылуы, немесе ысырылуына алып келуі мүмкін бұрандалы бөлшектердің ластануының болмауы;
- бұрандалы бетте сызаттың, қылаудың, сынықтың және бұранданың жұлынған бұрамының болмауы;



3.24 сурет. Бұрандалы қосылыстардың құрылымдық сызбалары.: а — сомынмен; б — сомынсыз; в — шпилькамен жалғастыру; 1 — бұранда; 2, 3 — бекітілетін бөлшектер; 4 — шайба; 5 — сомын; 6 — шпилька; 7 — корпус

■ корпустық бөлшектің бұрандалы саңылауына шпильканы қондырудың нақты тығыздығы;

■ корпустың тегіс бетіне жанасатын шпилька корпусына бұралған өстің қатал перпендикулярлығы;

■ бұрандалы бөлшектерді, жапсар қажеттілік жағдайында саңылаусыз, ал бөлшектердің бекіткіштерін пайдалану жүктемелерінен жылжымайтындай белгіленген күшпен бұрап кіргізу керек;

■ бұрандалы бөлшектер машинаны пайдалану кезінде өздігінен бұралып шықпауы керек.

**Бұрандалы қосылыс кермелерінің күшін бақылау**, құрастыру кезіндегі операциялардың негізгілерінің бірі болып табылады. Есептік күштен төмен күшпен (белгіленген) бұрандалы бөлшектерді бұрандалау, пайдалану кезінде жапсардың ашылуына алып келеді. Бұрандалы бөлшектерді есептік күштен артық (белгіленген) күшпен бұрандалау, бұранда немесе шпильканың қалдық деформациялануына, ол бұл ретте пайдалану кезінде жапсарлардың ашылуына алып келеді. Машина жасау тәжірибесінде бұрандалы қосылыстарды кермелеу күшін бақылаудың екі тәсілі кеңінен қолданылған:

■ бұраушы кезең бойынша;

■ бұранда немесе шпильканы абсолюттік ұзарту бойынша.

Бұраушы кезең бойынша кермелеу күшін бақылау:

$$M_{кр} \approx 0,2P_{зд},$$

Мұнда  $M_{кр}$  — бұрандалау кезінде сомынға басылатын бұраушы кезең;  $P_a$  — бекітілетін бөлшектерді кермелеу күші;  $d$  — бұранданың сыртқы диаметрі.

Сәйкесінше, сомынға басылатын бұраушы кезеңді өлшеу арқылы қосылатын бөлшектердің байланыстыру күші белгілі болады.

Бұраушы кезеңді құрастыру кезін бірнеше тәсілмен бақылайды:

- стандарттық сомын кілттерді пайдаланумен;
- динамометриялық кілттердің пайдаланумен;
- сомын кілттермен бірге шекті механизмдерді пайдалану.

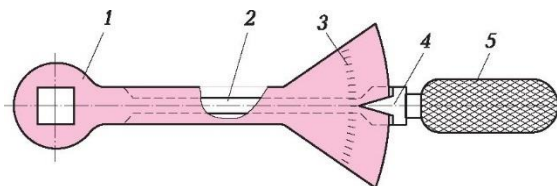
**Стандарттық сомын кілттерді** пайдаланумен кермелеу күшін бақылау, сомын кілтінің ұзындығы стандартталғандығын және бұранданың диаметріне байланысты екендігін, ал жұмысшымен сомын кілтінің тұтқасына жұмсалатын орташа стандартты күші белгілеу арқылы орындалады.



Сондықтан қалыпты физикалық күші бар жұмысшы, бұрандалы бекіту бөлшектерін зақымдаусыз, стандарттың сомын кілтімен сомындарды бұрап бекіте алады.

**Динамометриялық кілттерді** пайдаланумен кермелеу күшін бақылаудың мәнісі мынада, сомынды бұрандалау кезінде, межелігі бойынша сомынға басылатын бұраушы кезеңді есептеуге болатын арнайы құрылғылар қолданылады. Мұндай кілттің құрылымына динамометр кіріктірілген. Динамометриялық кілт (3.25 сурет) 1 басшадан, 5 тұтқадан және динамометрден құралады, оның құрамында 2 иілгіш элемент, бағыттаушы белгі 4 және межелік 3 бар, оған кілттің дәлдігін белгілеу кезінде бұраушы кезеңнің мәндері түсірілген. Бұрандалы қосылысты кермелеу кезінде кілт бастиегіне сомынды немесе бұранда бастиегін кигізеді. Құрастырушы тұтқышқа күш жұмсайды, солайша бұраушы кезеңді қалыптастырады. 2 динамометрдің серпінді элементі бұл ретте иіледі, және бағыт көрсеткішінің тілі 4 межелікте 3 қалыптасқан бұраушы кезеңнің шамасын көрсетеді. Динамометр ретінде гидравликалық цилиндр және манометр қолданылуы мүмкін, ол арқылы бұраушы кезеңге сәйкес келетін сұйықтықтың қысымын анықтайды.

Сомын кілттерімен бірге **шекті механизмдерді** пайдаланумен кермелеу күшін бақылаудың мәні, шекті механизмді сомын кілтінің құрылымының ішіне салатындығында немесе шекті механизмді кез-келген сомын кілтімен бірге автономдық қолданатындығында. Екі жағдайды шекті механизмді белгіленген бұрау кезеңіне алдын ала теңшейді. Мұндай кілттерді пайдалану кезінде белгіленген бұрау кезеңі автоматтық түрде қамтылады, механизм теңшелген бұрау кезеңіне жеткен кезде кілт нақты шертүлерді шығарумен босқа айналады. Бұл ретте шекті механизмде «тоқтап қалу» жүргізіледі, және бұраушы кезең бұрандалатын бекіту бөлшегіне берілмейді.



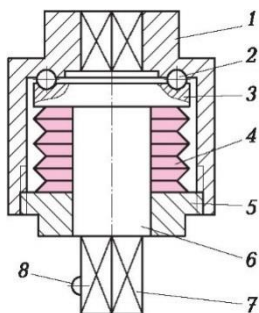
3.25 сурет. Динамометриялық сомын кілтінің құрылымдық сызбасы: 1 — бастик; 2 — серпінді элемент; 3 — межелік; 4 — бағыттаушы тіл; 5 — тұтқа

3.26 суретінде, кілт пен бұрандалатын бұрандалы бөлшек арасында аралық буын ретінде кез-келген кілтпен бірге қолданыла алатын, біркелкіленген шекті механизмнің мүмкін құрылымдарының бірі көрсетілген. Берілген механизмді аралық буын ретінде пайдалану кезінде, оның корпусы 1 шаршы саңылаумен кілттің тұтқасына кигізіледі. Тұқыр кілттің бастиегі шекті механизмнің біркелкіленген шаршы ұштығына кигізіледі. Кілт тұтқасына басылатын бұрау кезеңі, бұрандалау сомынына фланецте беріледі. Белгіленген бұрау кезеңіне жеткеннен кейін 2 шарлар табақшалы серіппелерге басады, оларды қысады, ол шарлардың ұяшықтармен бірге іліністен шығуына мүмкіндік береді. Бұрау кезеңін кілттен сомынға беру аяқталады, шекті механизм бос айналады. Бұл ретте шарлардың шертуі естіледі. Белгіленген бұрау кезеңіне шекті механизмді теңшеу, табақшалы серіппелерді қысу күшін, сәйкесінше шарлардың ұяшықтарға басылу күшін өзгертетін 5 сомында айналдырумен орындалады.

**Бұранданың немесе шпильканың абсолюттік ұзаруы** бойынша кермелеу күшін бақылауды, ерекше жауапты бұрандалы қосылыстарды құрастыру кезінде қолданады, өйткені бұл әдістің дәлдігі жоғары, дегенмен ол қосалқы өлшеу жарақтарын қажет етеді.

Бұл әдістің мәні, сомынды бұрандалау кезінде бұрандаға өстік созғыш күшті жұмсау кезінде пайда болатын бұранданың деформациясы мен созылуын дәл өлшеу аспабымен өлшейтіндігінде.

**Оймакілтекті және буатты қосылыстарды құрастыру** . Оймакілтекті қосылыстарды бұраушы кезеңді біліктен оған орнатылған бөлшекке беру үшін және оларды бір-біріне қатысты центрлеу үшін қолданады.

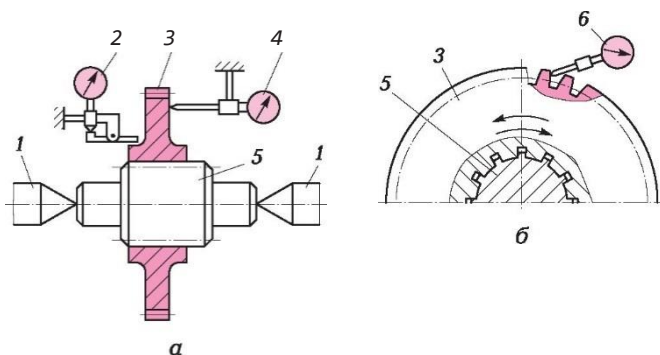


3.26 сурет. Біркелкіленген шекті механизмнің құрылымдық сызбасы:

1 — корпус; 2 — шар; 3 — фланец; 4 — табақты серіппе; 5 — сомын; 6 — өс; 7 — біркелкіленген ұштық; 8 — шарлы фиксатор

Құрастыру үдерісі кезінде буаттарды механикалық өндеуге рұқсат етілмейді, ал құрастыру дәлдігі оймакілтекті параметрлер бойынша түйісетін бөлшектерді іріктеумен қамтамасыз етіледі. Тартылысы бар түйісетін бөлшектерді қондыру кезінде, күпшегі бар бөлшекті 353...393 К температураға дейін қыздыруға болады, кейін тірелгенше білікті кигізу қажет. Бөлшектердің өзара қалпының дәлдігін, жиналған қосылысты толық салқындатқаннан соң тексерген жөн. Саңылауы бар түйісетін бөлшектерді қондыру кезінде, оймакілтектердің жанасу тығыздығын «бояуға» тексереді. Жиналған бөлшектердің өзара жағдайын, 3.21, а суретінде көрсетілген білікте 5 күпшегі бар 3 бөлшектерді бекіткеннен соң тексереді. 5 білікті 1 центрлерде орнатады. Білікті бір айналымға бірқалыпты бұру кезінде 4 индикаторлық аспап түйісім соққысының шамасын, ал 2 индикаторлық аспап радиалды соққы шамасын көрсетеді. Оймакілтекті қосылыстағы бүйір саңылаудың шамасын 3.27, б суретінде көрсетілген сызба бойынша тексереді. 5 білікті бұрылыстан тоқтатады және индикаторды 6 нөл қалпына өлшеу ұштығын 3 бөлшектің қандай бір элементіне тіреу арқылы теңшейді. Бөлшекті 3 солға және оңға тербелтумен өлшеу ұштығы қондырғысының радиусын ескерумен 6 индикаторлық аспабы бойынша оймакілтекті қосылыстағы бүйір саңылаудың көлемін анықтайды.

**Буатты қосылыстар**, яғни буаттары бар қосылыстарды, бұрау кезеңін біліктен буатты тәжі бар білікке беру үшін қолданады. Буатты қосылыстар, ойық кілтектері бар біліктерден 3 (3.28 сурет)



3.27 сурет. Жиналған оймакілтекті қосылыс параметрлерін бақылау сызбасы:

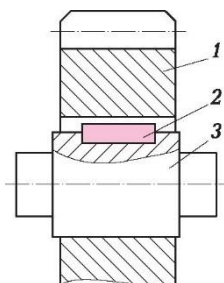
*а* — радиалды және буатты соққыны тексеру; *б* — бүйірлік саңылауды тексеру; 1 — центрлер; 2, 4, 6 — индикаторлық аспаптар; 3 — оймакілтекті күпшегі бар бөлшек; 5 — сыртқы оймакілтекті беті бар білік

1 бөлшектерден, мысалы ішінде ойық кілттері мен призматикалық немесе сегментті кілтегі бар тісті доңғалақ. Кілтекті әдетте білік тәжіне тығыз және тартылыспен, ал төлке тәжіне саңылаумен орнатады. Қосылыс дәлдігі өндіру кезінде түйісетін беттерге бекітілген өлшемдермен шартталған. Буатты қосылыстың реттілігі құрылымымен анықталады. Мысалы 3.28 суретінде көрсетілген буатты қосылыс, келесі ретпен құрастырылады. Білікті 3 құрылғыларда, мысалы призмаға қондырады және 2 кілтекті тәжге прстейді. Кілтектің қалпын тексергеннен соң, ойық кілтекті кілтпен біріктіру арқылы біліктің тәжінде оған 1 бөлшекті кигізеді және құрылымда көрсетілген тәсілмен бекітеді. Кейін құрастыратын сызда көрсетілген радиалды және қапталдық соққыны өлшеумен бөлшектің біліктігі қалпын тексереді.

Баспақтау қосылыстарын құрастыру. Кепіл тартылысы бар қосылыстар бөлшектенбейтін механикалық қосылыстарға жатады, өйткені оларды бөлшектеу кезінде түйісетін беттердің күйі нашарлайды, яғни бұл қосылыстың бөлшектері зақымданады. Бұйымдарды сұрыптау кезінде бұл қосылыстар бөлшектенеді.

Құрастыру тәсілі бойынша кепіл тартылысы бар қосылыстар шартты түрде көлденең-баспақ және бойлық-баспақ деп бөлінеді. Көлденең-баспақ қосылыстарды құрастыру кезінде түйісетін беттердің жақындасуы, осы беттерге перпендикуляр бағытта жүргізіледі. Бойлық-баспақ қосылыстар кезінде, бөлшектер түйісетін беттің бойында бағытталған күштің әсерінен баспақталады.

Көлденең-баспақ қосылыстарды құрастыру кезінде, қармайтын тетіктерді қыздырады және (немесе) қамтылатын бөлшекті салқындатады. Түйісетін бөлшектерді жеткілікті қыздыру-салқындату кезінде, саңылау мен білік диаметрлері, қосылыс кезінде  $\Delta R$  саңылау пайда болатындай өзгерту керек

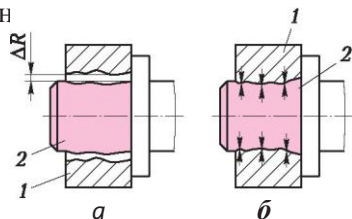


3.28 сурет. Буатты қосылыстың құрылымдық құрамы

1 — төлке және кілтекті тәжі бар бөлшек; 2 — кілтек; 3 — білік

3.29 сурет. көлденең-баспақ қосылыстың құрылымдық сызбасы:

*a* — құрастыру кезінде бөлшектердің өзара қалпы; *б* — температураны теңестіруден кейінгі бөлшектердің қалпы; *1* — қармайтын тетік; *2* — қамтылатын тетік



(3.29, *a*) сурет. Онда білік тетігін түйісетін бөлшектің саңылауына, беттеріндегі бұдырлылықтарды мыжусыз фланецке дейін енгізеді. Кезекті салқындату бөлшектерінің температурасын теңестіруге алып келеді. Саңылау жойылғанмен қатар, біріктірілген тетіктердің беттері бойымен белгіленген тартылысты қалыптастырады (құрылымдаушымен алдын ала есептелінген). Болмашы жаншылу кезінде 1 және 2 бөлшектерінің (3.29,б сурет) беттеріне микротегіссіздіктің өзара енуі жүргізіледі.

Саңылауы бар бөлшектерді қыздыруға қажет температураны  $t_{сб}$  (бөлшектерді қамтитын) келесі формула бойынша есептеп шығаруға болады:

$$t_{сб} = \frac{I_{зад} + i_{сб}}{ad_{дет}} + t_0$$

мұнда  $i_{зад}$  — қосылыстағы белгіленген тартылыс;  $i_{сб}$  — құрастыру кезіндегі қосылыстағы жоспарланатын саңылау;  $a$  — қармайтын тетік материалын сызықтың кеңейту коэффициенті;  $d_{дет}$  — қармайтын тетік саңылауының диаметрі;  $t_0$  — құрастыру кезіндегі қоршаған орта температурасы.

Қармайтын тетікті (білік) салқындатудың қажетті температурасын ұқсас формула бойынша есептеп шығарады. Ірі габаритті тетіктерге қондыру алдында сұққышты, төлкені, бұрандамаларды салқындатады.

Тетіктерді қыздыру үшін индукторлар, қыздыру пештері, газ жанарғылары, майлы ванналар және т.б. қолданылады. Тетіктерді сұйық ауады немесе сұйық азотта, құрғақ мұзда (қатты көмірқышқыл) және т.б. салқындатады. Температураны теңестіруді, құрастырылған қалыпта орындайды, мысалы баспақ астында.

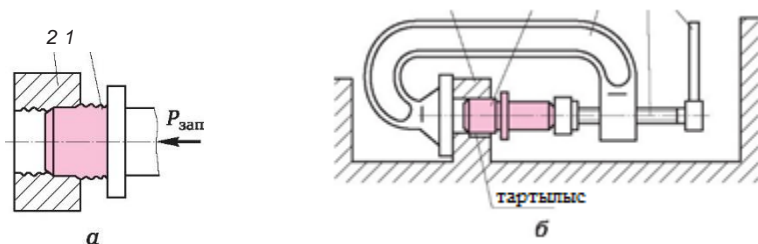
**Бойлық-баспақ қосылыстарды** баспақтанқырау әдісімен қыздыру және салқындатусыз құрастырады. Бұл ретте 1 және 2 қосылатын тетіктердің бетімен бұдырлылықты жапыру орындалады (3.30, *a* сурет). Баспақтанқырау күшін  $R_{зап}$  баспақ көмегімен қалыптастыру оңтайлы,

ол күштің минималдыдан (баспақтаудың бастапқы сатысында) максималдыға (баспақтаудың ақырғы сатысында) ақырын алмасуын қамтамасыз етеді. Тетіктердің ауытқуын болдырмау үшін түрлі құрастыру жарақтарын қолданады. Баспақтауға арналған жабдықтар көбіне құрастырылатын бұйымның құрылымы мен бұйымдарды шығару бағдарламасымен анықталады. Кішкентай тетіктерді салмағы аз жұмсақ балғамен баспақтауға болады. Ірі тетіктерді баспақтаңқырау үшін түрлі қызметтегі баспақтарды қолданады, мысалы гидравликалық, бұрандалы немесе эксцентрикті. Балғамен соғуға қажетті орын жоқ шектеулі кеңістікте бұрандалы жабдықтарды қолданы (3.30, б сурет). Бұранданы 4 кілтпен 5 айналдыру кезінде 2 тетіктің саңылауына баспақтаңқыранатын 1 басқышқа ақырын басу орындалады.

Баспақтаңқыраудан соң радиалды және түйіспелі соққыны, тетіктердің түйіспе бойымен жанасу тығыздығын және басқа геометриялық параметрлерді бақылайды. Баспақтаңқырау қосылысының тығыздығын, қосылысты бұзу арқылы зертхана шарттарында тексереді.

**Дәнекерленетін қосылыстарды құрастыру.** Тетіктерді дәнекерлеумен қосудың басқа қосылыс түрлеріне қарағанда келесі артықшылықтары бар:

- құрылымнан фланец пен бекіткіш құралдарды алып тастау есебінен бұйымның массасы төмендейді;
- қосылатын тетіктер жапсарларының саңылаусыздығы сенімді қамтылады ;
- құрастыру үдерісі жайдақтатылады ;
- құрастыру үдерісінің механикаландыру және автоматтандыру деңгейі артады.



3.30 сурет. Көлденең-баспақ қосылыс:

*а* — құрастыру кезіндегі тетіктердің орналасуы; *б* — әрең жететін орындардағы баспақтаңқырау сызбасы; *1, 2* — жалғасатын тетіктер; *3* — тетіктер қапсырмасы; *4* — бұранда; *5* — сомын кілт

Тетіктер, біріктірілетін бөлшектер металының балқу температурасына дейін жылу көзімен қыздырылатын кезде дәнекерленетін жаспармен біріктіріледі. Шыбықша түріндегі қондырма материалды жиі қолданады, ол балқиды және пісірілетін тетіктер арасындағы кеңістікті толтырады. Балқыған металды салқындатқан кезде өзара өтімді кристалдануды қолданады, және қатып қалған материал тетіктерді қосу орындарында дәнекер жапсарды қалыптастырады, оның тығыздығы бастапқы металл тығыздығына жақын.

Дәнекерлеу қосылыстарының келесі түрлері кеңінен қолданылады: бекітілетін бөлшектер бір-біріне қыспақ бекітілетін жапсарлы; бекітілетін тетіктер өзара бұрыш қалыптастыратын бұрыштық; бекітілетін бөлшектер T әрпін қалыптастыратын таврлы; бекітілетін бөлшектер бір біріне ернеумен тасталатын асата

Дәнекерлеу қосылыстарына келесі талаптар қойылуы мүмкін:

- жоғары беріктік;
- дәнекерлеу жапсарының саңылаусыздығы;
- жарықтардың, шалапісірілімнің, кесіктердің болмауы;
- біріктірілген бөлшектердің шалыстығының болмауы.

Дәнекерлеу түрлері біріктірілетін бөлшектердің металын қыздыруға арналған жылу көзімен анықталады. Пісірудің келесі түрлері кеңінен қолданылады:

- базалық;
- электр-доғалы пісіру;
- аргонмен имектеп пісіру;
- плазмалық-доғалы пісіру;
- электронды-сәулелі;
- лазер;
- нүктелі;
- аунақшалы;
- балқытумен аралық пісіру.

Төмен қоспаланған болаттан жасалған бөлшектерді біріктіру үшін доғалық пісіруді қолданады. Мыстан жасалған тетіктерді газ немесе доғалық пісірумен дәнекерлейді. Жезден жасалған тетіктерді көмір электродтарын пайдаланумен газ немесе доғалық пісірумен дәнекерлейді. Магниттік қоспалардан жасалған тетіктерді пісіру кезінде ең жақсы нәтиже арнайы қосындыларды пайдаланумен аргонмен имектеп пісіру кезінде алынады.

Ыстықберік қорытпалар және болаттан жасалған тетіктерді пісіруді аргонмен имектеп пісірумен орындайды.

Дәнекерленген жапсардың сапасы, бөлшектерді дәнекерлеуге дайындау мұқияттылығы мен біріктірілетін материалдың маркасына байланысты дәнекерлеу әдісін дұрыс тандаумен анықталады. Тетіктерді пісіру алдында құралбіліктерді, жеңіл балғаларды пайдаланумен тегістейді, ол біріктірілетін тетіктердің жиектерінің дұрыс қалпын қамтамасыз ету үшін қажет. Дәнекерлеу орындарынан тотықты, майды, ылғалды, қақты және пісіру жапсарының зақымдануына алып келетін басқа ластануларды тазартады. Тазалауды механикалық тәсілмен немесе сілтілер мен қышқылдарда өңдеумен орындайды. Беттерді зарарсыздандыру үшін бензин, ацетон немесе спиртті қолданады. Қажет болатын жағдайда болашақ дәнекер жапсарының бойында нақты өлшемге арналған фаскалар орындалады.

Дәнекерлеу алдында бөлшектерді, сызбада берілген өзара қалыпты қамтамасыз етумен пісіруге арналған құрылғыда (стапельде) жинайды және бекітеді. Жабдықтарды құрастыру дәлдігі пісіру түрімен анықталады. Мысалы аргонмен имектеп пісіру кезінде табақ отқа төзімді болаттан жасалған бөлшектердің аралығы, дайындамалар қосылысының ақаулығы пісірілетін материалдың қалыңдығынан 0,1 аспауы керек.

Доғалық пісіру кезінде балкитын электродқа біріктірілетін тетіктерге қатысты келесі жұмыс қозғалыстарын хабарлайды:

- электрлік доғаның тұрақты ұзындығын сақтау үшін балқы шамасына қарай өс бойындағы ілгерілмелі қозғалыс;
- бекітілетін тетіктердің барлық ұзындығын байлай дәнекер жапсарды қалыптастыруға қажет тетік жапсарының бойындағы ілгерілмелі қозғалыс;
- дәнекер жапсардың қажет енін қамтамасыз етуге қажет аздаған қарқыны бар тербелгіш қозғалыстар .

Тетіктерді дәнекерлеу кезінде жергілікті қыздыру салдарынан температураның үлкен деңгей айырмасы пайда болады, ал суығаннан соң пайдалану кезінде бұзылуға алып баратын ішкі кернеулер пайда болады. Бұл кернеуді алу пісірілетін қосылысты термиялық өңдеуді орындайды , мысалы босандату. ыстықберік қорытпаларды пісіру кезінде пісіру алдында жеке бөлшектерді босандатуды орындайды, ал дәнекерлеген соң дәнекерленген жаспарды ескіртеді.



Пісірілетін тетіктерде суығаннан соң қалдық деформация қалыптасуы мүмкін. Ол ақаулықтарды түзетумен жояды. Бөлшектерді түзету соққы немесе статикалық жүктеме көмегімен механикалық немесе нақты реттілікпен дәнекерлейтін жапсарды жергілікті қыздырумен орындалатын термиялық болуы мүмкін.

Дәнекерлеу қосылыстарының ақаулықтарын анықтау үшін үш кезеңмен орындалатын бақылаудың түрлі әдістерін қолданады:

- пісіру үшін әзірленетін тетіктерді алдын ала бақылау;
- операциялық бақылау;
- дайын дәнекер қосылысты бақылау.

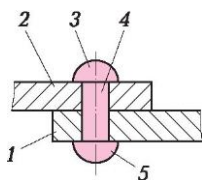
Көптеген сыртқы ақаулықтарды көзбен шолып анықтауға болады. Ішкі ақаулықтарды анықтау үшін ультрадыбыстық немесе рентгендік дефектоскопты қолданады. Дәнекер жапсарының саңылаусыздығын, тесік іздеуші немесе сығылған ауа немесе қысымды сұйықтық көмегімен саңылаусыздыққа сынаумен тексереді.

**Пісірілген қосылыстарды құрастыру.** Құрастырылған түрде дәнекерді балқыту температурасына дейін қаздыру жолымен, қосымды материалды пайдаланумен екі немесе одан көп бөлшектерді ажырамайтын қосылысты алу үдерісін дәнекерлеу деп атайды. Ерітілген дәнекер, біріктірілген бөлшектер арасында арнайы қалыптастырылған саңылауларға ағады. Дәнекер қатқан соң пісірілген жапсар қалыптасады, ол бөлшектерді қосады.

Жұмсақ және қатты дәнекері бар пісіруді қолданады. **Жұмсақ** дәнекерлер негізінен қалайы мен қорғасыннан тұрады. Олардың балку температурасы 773 К, және механикалық беріктігі төмен. **Қатты** дәнекерлер мыс, мырыш, күміс және никельден тұрады. Олардың балку температурасы 773 К және беріктігі жоғары.

**Жұмсақ дәнекермен пісіру** кезінде дәнекерленетін бетті мұқият қорғайды, кейін қорғалған бетке, тетіктердің бетіне тотыққан қабықшаны ерітетін флюсті жағады. Дәнекерленетін бөлшектерді құрастыру кезінде, сым немесе фольга түріндегі дәнекерді арнайы орындарда орналастырады және пісірумен бекітеді. Флюс қалдықтарын қыздыру, пісіру және салқындатқан соң ыстық ағынды суда жуады.

**Қатты дәнекерлермен пісіру** кезінде беттерді әзірлеу, жұмсақ дәнекерді қолданумен пісіруге ұқсас жүргізіледі, дегенмен дәнекердің бөлшек материалымен жақсылап ілінісуі үшін беттерге бұдырлылықты келтіреді.



3.31 сурет. Тойтармалы қосылыс сызбасы:  
1, 2 — бекітілетін тетіктер; 3 — тойтарманың тұйықтаушы бастиегі; 4 — тойтарма білігі; 5 — тойтарманың төсейтін бастиегі

Пісіру кезінде тетіктерді электр пештерінде немесе тұзды ванналарды, газ жанарғыларымен немесе жоғары жиілікті тоқпен қыздырады..

Дәнеркерлі қосылыстардың негізгі артықшылығы, пісіру кезіндегі тетіктерді пісірудің салыстырмалы төмен температуралары.

**Тойтарма қосылыстарды құрастыру.** Тойтарма қосылыстарды 1 және 2 тетіктері (3.31 сурет) тойтармалармен бекітеді. Тойтарма бір шетінде 5 төсейтін бастиегі бар металл білік, және екінші шетінде тойтару барысында тұйықтаушы 3 бастиек қалыптасатын металл білік ретінде көрсетілген. Тойтармалардағы төсейтін бастиектер жарты шеңбер, жасырын, жартылай жасырын немесе тегіс болуы мүмкін, ал тойтармалар құбырлы, тұтас және т.б. тойтарма қосылысты құрастыру операциясы келесі ауысулардан тұрады: тойтару тетіктерін жинау, тойтармаға арналған саңылауды орындау, тойтарманы саңылауға қондыру, тойтарма қосылысты бақылау.

Тойтару кезінде тойтарманың тұйықтаушы бастиегін, төсейтін бастиек жағынан тойтарманы қаттылап тіреу кезінде болат балғамен соғумен тойтармының бос шетінің деформациялануы жолымен қалыптастырады.

Тойтарма үдерісін механикаландыру үшін түрлі механизмдерді қолданады, мысалы тойтару балғасы және жеңілдетілген инерциялық тіреулер.

Тойтарма қосылысты дефектоскопты пайдаланумен көзбен шолып бақылайды, мысалы рентгенді және бұзылуға дейін таңдалған механикалық сынақ.

Бұл ретте, тойтарманың тұйықтайтын бастиегінің 3 биіктігін бақылау үшін, арнайы калибрлерді 4 (3.32 сурет), 5 сызбаүлгілік сызғышты және басқа өлшеу аспаптарын пайдаланады.

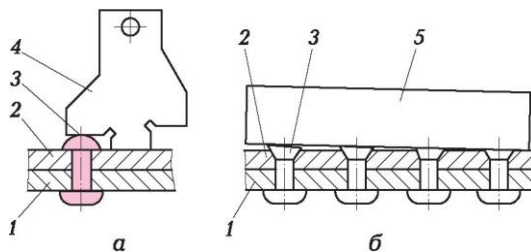
Құбыр желісінің қосылыстарын құрастыру. Машина жасау бұйымдарында құбырларды майлайтын және отындық жүйелерде, салқындату жүйелерінде және т.б. қолданады. Монтаждауды жүргізу қолайлығы үшін құбырларды, жалпы магистральдің жеке бөліктерінің қосылыстарының саңылаусыз орындарымен ажырамалы етіп орындайды. Құбыр желісінің ажырамалы қосылыстары төмендегідей болады.

- тығыздау арматурасы конус- конус немесе конус- сфера сызбасы бойынша орындалған кезде ниппельді;
- қосылыстың саңылаусыздығы тегіс беттер бойынша қамтамасыз етілген кезде штуцерлік;
- жапсарланатын құбырлардың әрқайсысына, бұрынғы операцияларда фланец жалғасқанда фланецтік, ал саңылаусыздық, фланецтерді бекітетін төсемдер және бұрандалармен қамтамасыз етіледі;
- құбырларды бекіту мен жапсардың саңылаусыздығы дәнекерлеу жапсарларымен қамтамасыз етілгенде, дәнекер;
- жалпы магистральдің жалғасатын бөліктері ұштықтармен бір-біріне енуі кезінде, ал саңылаусыздыққа арнайы таңдап алынған тығыздайтын сақинамен қамтамасыз етілгенде телескопиялық;

Құбырлардың негізгі бөлшектерінің бірі жұмыс денесі, мысалы отын тасымалданатын түтіктер болып табылады. Түтіктерді өндіру кұрастыру алдында орындалады және келесі кезеңдерден тұрады:

Материалдар қоймасынан цехке келіп түсетін құбырларды кіріс бақылауды, пайдалану кезінде бұйым жүйесінің саңылаусыздығына зақым келтіруі мүмкін жарықтары, қалдық деформациясы немесе жасырын ақаулықтары бар құбырлар немесе олардың жеке телімдерін браққа шығарып тастау мақсатында орындайды.

Құбырларды қалыпты бөліктерге бөлуді дискті ара немесе кеспелі білдектерде қажақтаспен орындайды. Кесілген дайындамалар механикалық, гидроабразивтік немесе ультратрадыбыстық әдіспен ластанулар қылаулардан тазартылады.



3.32 сурет. Тойтармалы қосылысты бақылау сызбасы

**а** — тұйықтаушы бастиектің биіктігін бақылау; **б** — жасырын жапсар бетін бақылау; **1, 2** — бекітілетін тетіктер; **3** — тойтарма; **4** — арнайы калибр; **5** — сызбаулілік сызғыш

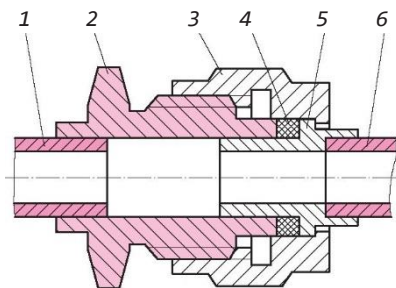
Құбырлардың ұштарын өңдеу (шырайналдыру немесе көмкеру) білдекте аунақшалармен немесе конустармен орындалады.

Құбырлардың иілісі құбырларды ию білдектерінде, қалыптармен немесе қолмен, жалпаю, қатпарлар немесе гофралар, жарықтар сияқты ақауларды болдырмайтын арнайы құрылғылармен жүргізіледі. Иілудің формасын қадағалау үшін эталондық құбырлар қолданылады.

Аппаратураның ниппель, штуцер, фланец секілді элементтерін құбырлардың ұштарына пісіру газбен пісіру немесе имектеп пісірумен жинау-пісіру құрылғыларында орындалады.

Пісіру немесе дәнекерлеу сапасын қадағалау форманың дұрыстығын, пісіру немесе дәнекерлі тігістің сапасын, пісіру орындарының саңылаусыздығын тексеруден тұрады. Тексеруден кейін жинақ бірліктерін (трубкалар) тиянақтап жуады және барлық саңылауларына технологиялық бітеуіштер қойылады.

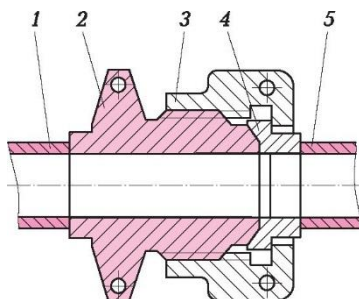
**Құбырлардың штуцерлік қосылыстарын жинау.** Штуцерлік қосылыстарды жинау реттілігі келесідей. Жіктің саңылаусыздығына ықпал ететін бөлшектерін мұқият қарап шығып, қисайтпай және ширатпай төлкенің цилиндрлік бетіне 5 төсем 4 (3.33-сурет) кигізеді. Сосын штуцері 2 бар басқа құбырды алып, төлкенің 5 цилиндрлік бөлігін штуцердің саңылауына 2 енгізіп, екі бөлікті жалғастырады. Қосылған құбырларды бір сызық бойымен қояды және штуцердің бұрандасына салмалы сомынды 3 бұрап кигізеді, салмалы сомын құбырға ұштықтарды пісірудің алдында кигізіледі. Бұрандалы қосылысты белгіленген күшті салып бұрайды, құбырлардың бұралмауы үшін штуцерді 2 басқа кілтпен жайлап ұстап тұру керек.



3.33-сурет. Құбырлардың штуцерлік қосылысының құрылымдық схемасы:

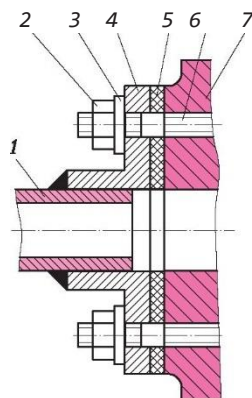
1, 6 — жалғанатын құбырлар; 2, 5 — арматура бөлшектері; 3 — салмалы сомын; 4 — тығыздаушы төсем

3.34-сурет. Құбырлардың ниппельдік қосылыстарының құрылымдық схемасы :  
 1, 5 — біріктірілетін құбырлар ; 2, 4 — арматура бөлшектері ; 3 — салмалы сомын



Құбырлардың ниппельдік қосылыстарын жинау. Ниппельдік қосылыстарда тығыздаушы төсемдер жоқ. Салмалы сомынды бұрауда 3 (3.34-сурет) 2 және 4 бөлшектер тартылады және қосылыс осы бөлшектердің конустық беттер бойынша тығыздалады. Сомынды бұрауға салынатын күші міндетті түрде қадағаланады, ал қосылыстың саңылаулылығы жағдайында сомынды көп күш салып бұрап бекітеді. Құбырларды бұралмауы үшін басқа кілтпен 2-бөлшекті бұрылыстан жайлап ұстап тұру керек.

Құбырлардың фланецтік қосылыстарын жинау. Фланецтік қосылыстарды жинау реттілігі келесідей. Алдыңғы операцияда корпусқа 7 бұрап кигізілген шпилькаларға 6 (3.35-сурет) тығыздаушы төсем 5 кигізіледі. Сосын фланец 4 пісіріп жабыстырылған құбырды корпусқа жақындатып, фланецті шпилькаларға 6 кигізеді. Шпилькаларға шайбалар 3 кигізіледі және сомындар 2 қойылады. Фланеці бар құбырды қолмен ұстап тұрып, сомындарды белгілі бір ретпен үш қайтара бұрайды. Үшінші ретте сомындарды берілген тарту күшімен бұрайды. Жинап болғаннан кейін фланецтің дұрыс орнатылуын және



3.35-сурет. Құбырлардың фланецтік қосылысуының конструктивтік схемасы:

1 — жалғастырылатын құбыр; 2 — сомын; 3 — шайба; 4 — фланец; 5 — тығыздаушы төсем; 6 — шпилька; 7 — корпус

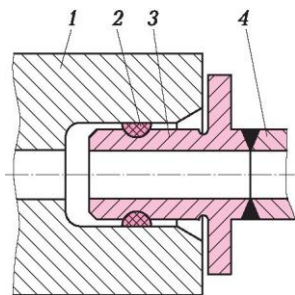
қосылыстың саңылаусыздығын тексереді. Қажет болған жағдайда сомындарды 2 бекітеді.

**Құбырлардың телескоптық қосылыстарын жинау.** Телескоптық қосылыстарды жинау реттілігі келесідей. Құбырға 4 пісіріп жалғанған ұштыққа 3 (3.36-сурет) тығыздаушы сақинаны 2 ол ұштықтың канавкасында бұрамай-ақ тығыз отыратындай кигізеді Одан кейін ұштықты салмақ салмай, корпусстың саңылауына 1 берілген тереңдікке немесе фланец корпусқа тірелгенше енгізіледі. Бұл ретте тығыздаушы сақина канавкада қалуы керек және бұралмауы тиіс. Тығыздаушы сақина өзінің канавкасынан ығыстырылған жағдайда жинау операциясын қайталайды. Жинауды жеңілдету үшін жалғанатын бөлшектерді майлайды.

**Құрастырымдық бірліктерді жинау технологиясы.** Машиналарды жинау ретін схема түрінде көрсеткен ыңғайлы. Бірақ оның алдында жиынтықтар, тораптар, бірінші, екінші ретті тораптар және т.б. құрастырылымдық бірліктердің (3.37, а-сурет) бар болуын анықтау қажет. Жинау схемасын келесідей құрады (3.37, б-сурет): схема бойынша бар екендігі анықталған құрастырымдық бірліктердің атауларына сәйкес келетін зоналарды тігінен анықтайды. Әрбір құрастырымдық бірлік үш бұрышпен немесе тік төртбұрышпен белгіленеді. Әрбір бөлшек немесе жиынтық құрастырылымдық бірлік тік төртбұрышпен белгіленеді, онда схема бойынша атауы және бөлшек номері көрсетіледі. Құрастырымдық бірлікті білдіретін тік төртбұрышпен белгіленетін схеманы құруда кейде оны жинаудың еңбек сыйымдылығын көрсетеді.

**1-мысал.** Шпиндельдің айналу жиілігі  $12... 2\ 000\ \text{мин}^{-1}$  диапазонында шпиндельге айналу кезін үстейтін жылдамдық қорабын жинау (3.38, а-сур.).

Алдыңғы бабканы жинау реттілігі келесідей (3.38, б-сурет): алдыңғы басша (бабка) корпусына 5 тісті доңғалақ 10,



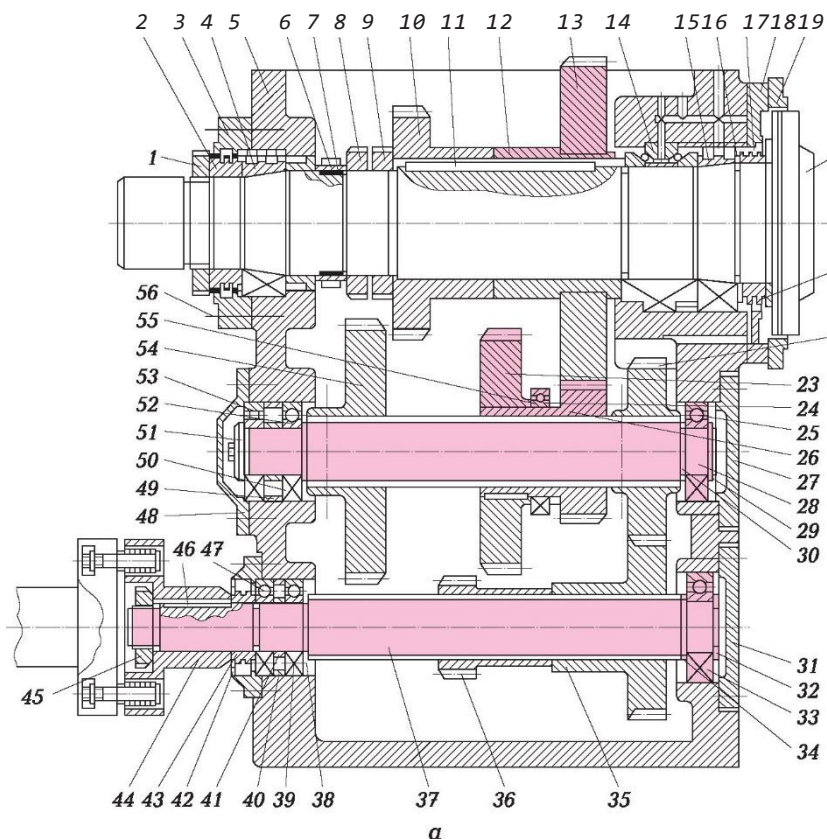
Р3.36-сурет. Құбырлардың телескоптық қосылыстарының құрылымдық схемасы:

1 — корпус; 2 — тығыздаушы сақина; 3 — ұштық; 4 — жалғастырылатын құбыр



тісті доңғалақ 13 және күпшек 12 жиынтығы орналасқан, фланецті бұрайды. Шпindelді 20 II кешенмен біріктіреді, бұл кешен сақиналардан 16 және 21, тығыздау 17, мойынтіректерден 14 және 15 және шпонкалардан 7 және 11 тұрады. II жиынтықты алдыңғы басша корпусына орнатады, қақпақты 19 фланецқа қарай 18 бұрандамалармен 56 бұрайды. Шпindelге сомындарды 8 және 9, тісті доңғалақты 6, мойынтіректі 4 және II, сомынды 1. орнатады. Алдыңғы басша корпусына қақпақты 3 бұрандамалармен 56 бұрайды.

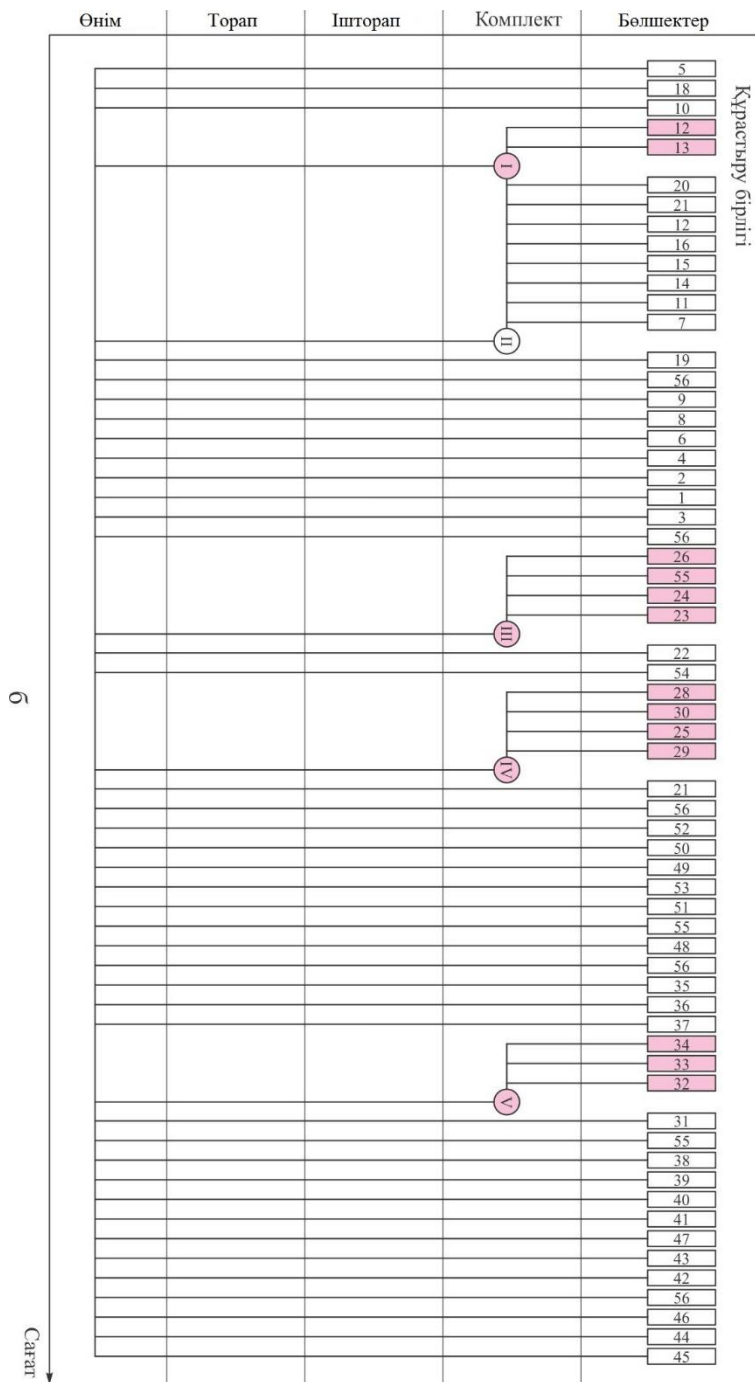
III жиынтықты негіздеуші бөліктен 26 (тісті доңғалақ), сақина 55, мойынтірек 24 және тісті доңғалақтан жинайды 23. Алдыңғы басша корпусына 22 және 54 тісті доңғалақтарды орнатады. IV жиынтықты негізгі бөлшектер 28 (вал), сақиналардан 29 және 30 және мойынтіректен 25 жинайды.



3.38-сурет. 1Б732 (а) мод жонғыш білдектің жылдамдық қорабы және жылдамдық қорабын жинау (б) схемасы



3.38 суреттің соңы

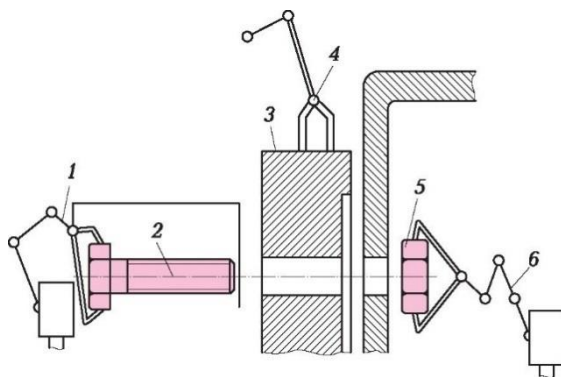


IV жиынтықты алдыңғы басша корпусына енгізеді, білікке тісті доңғалақ 22, III жиынтық және тісті доңғалақты 54 орнатады, сосын алдыңғы басша корпусына бұрандалармен 56 қақпақты 27 бұрайды.

Білікке 28 сақиналарды 49 және 52 мойынтіректерді 50 және 53, кигізеді, бұл бөлшектерді шайбамен 51 және болттармен 56 бекітеді. Алдыңғы басша корпусына 3 қақпақты 48 бұрандалармен бұрайды, алдыңғы басша корпусына тісті доңғалақтарды 36 және 35 орнатады. V жиынтықты базалық бөлшектен 37 (білік), сақиналардан 32 және 34, мойынтіректен 33 жинайды, сосын оны алдыңғы басша корпусына енгізеді, бұл ретте білікке 37 тісті доңғалақтар 36 және 35 жалғанады. Қақпақты 31 бұрандалармен 56. бұрайды. Білікке 37 сақина 38, мойынтіректер 39 және 47, сақиналар 41 және 40 және тығыздауыш 43 кигізеді. Алдыңғы басша корпусына бұрандалармен 56 қалпақты бұрайды. 42. Білікке 37 шпонканы 46 тығыздайды, сосын жартылай жалғастырғышты 44, кигізіп, оны сомынмен 45 бекітеді.

Алдыңғы басшаны жинап біткеннен кейін майлау жүйесін монтаждайды, алдыңғы басшыны стендте тегістейді, бұл ретте шпиндельді қызу температурасына және саңылауларға қарай шпиндельдің мойынтіректерін реттеу дұрыстығы анықталады.

Жылдамдық қораптарын жинау үшін құрылғылар, манипуляторлар және өнеркәсіптік жұмыстар қолданылады. 3.39-суретте шпиндель мойынтірегінің алдыңғы қақпағын бекітуде бұрандаларды орауды жүзеге асыратын үш манипулятордың жұмыс схемасы берілген. Манипулятор 1 бұранданы 2 алып, оның саңылауына бөлшектерді енгізуі тиіс 3. Манипулятор 6 сомынды алып, оны бұрау керек. 5. Датчиктер сомынды тарту күшін анықтайды. Бөлшекті қажетті қалыпта манипулятор ұстайды.



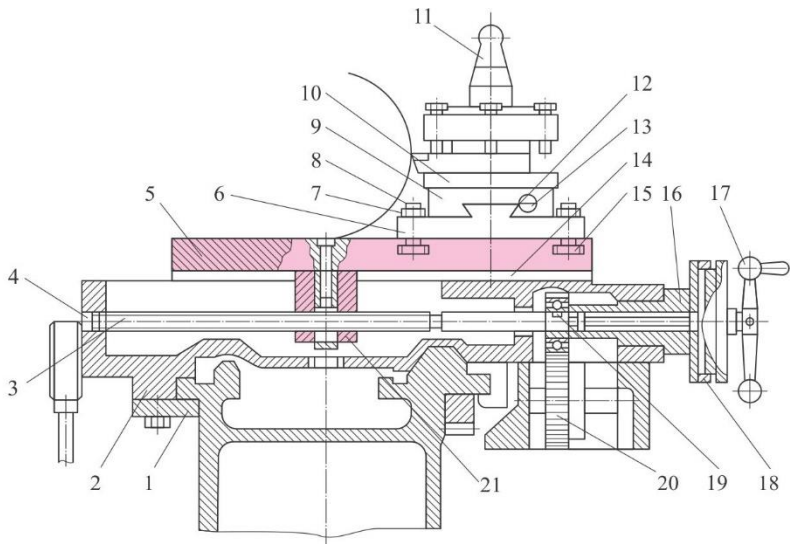
3.39-сурет. Құрастыру кешені жұмысының

**2-мысал.** 16К20 мод. жонғыш білдегі күймешесінде суппортты жинау

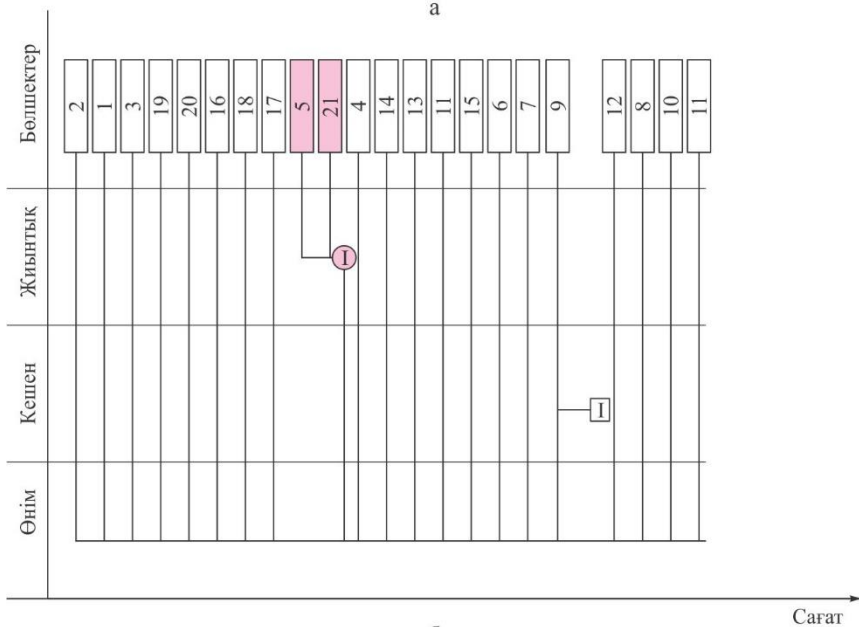
3.40, *a*-суретте супорттық топтың схемасы келтірілген, оны жинау реті төмендегідей. Бастапқыда планкаларды 1 ысып жалтыратады, сосын күймешені жинауға дайындайды, әрі қарай көлденең суппорттың үстінгі бетін, бүйірлік жақтарын және күймешенің 2 көлденең бағыттауышын, көлденең суппорттың 5 бағыттауышын күймешенің көлденең бағыттауыштары ысып жалтыратады, реттеу клині 14 қиюластырылады. Күймешенің сабына тұтқа кигізіледі.

Бұрандаға 3 шпонканы 19 қиюластырылады және автоматты көлденең жіберудің тісті доңғалағын кигізеді. Күймешенің бұрандасына 3 каретки нониус 18 монтаждалады. Күймешенің бұрандасынан тұтқа 17, шпонка 19, тісті доңғалақ 20 шешіледі. Бұрандаға 3 сақина 4 кигізіледі, оны бұрандамен бірге бұрғылап тесіледі және конустық ұңғымен жайылады. Сақинаны 4 шешеді және бұранданы күймешеге енгізеді.

Бұрандаға шпонка 19 және тісті доңғалақ 20, төлке 16, нониус 18 және тұтқа 17 кигізіледі, оны штифтеген жөн. Көлденең суппорттың 5 қорғаныс қалқаншаларын ысып жалтыратады. Көлденең суппортқа 5 бұрандалармен сомынды 321 бұрайды. Құрастырылған көлденең суппортты бұранданы сомынға 21 бұрап кіргізу арқылы күймешеге орнатады. Бұранданың бос ұшына сақина 4 кигізеді. Реттеу бұрандасымен 13 жылжытылатын клинның 14 көмегімен күймеше мен көлденең суппорттың бағдарлауыштарындағы саңылауларды реттейді. Көлденең суппорттың қалқаншаларын бұрап қояды. Сосын суппорттың бұрылыс бөлігінің 6 төменгі бағдарлауыштарын көлденең суппорттың жоғарғы жазықтығы бойынша ысып жалтыратады, көлденең суппорттың шеңбер Т-тәрізді ойығына екі Т-тәрізді бұрандаларды 8 және 15 енгізеді. Т-тәрізді бұрандалардың бұрандалы бөлігіне бұрылу суппорт 6 кигізеді және оны сомындармен 7 бекітеді. Реттеу клинін 12 келістіре отырып, бұрылмалы бұрандалы күймешенің 9 суппорттың бұру бөлігінің жоғарғы бағдарлауыштары бойынша қалыпқа келтіріледі. Суппорттың бұрандалы күймешігінің сабына тұтқаны орнатады. Бұрандалы күймешіктің бұрандасына сапты кигізеді және алдын ала нониус қойып, оны штифттейді. Суппорттың бұрандалы күймешесінде бұранда орнатылады. Сақинаны бұрғылап теседі және штифттейді. Бұрандалы күймешенің қалқаншалары ысып жалтыратады, ол үшін суппорттың бұрылу бөлігіне бұрады. Суппорттың бұрандалы күймешесінің бұрандасын суппорттың бұрылмалы бөлігінің сомынына бұрап кіргізу арқылы бұрандалы күймешені суппорттың бұрылмалы бөлігіне орнатады және



a



б

3.40.-сурет. Жону-бұрама кескіш білдегінің суппорттық тобы (а) және оны жинау схемасы (б)

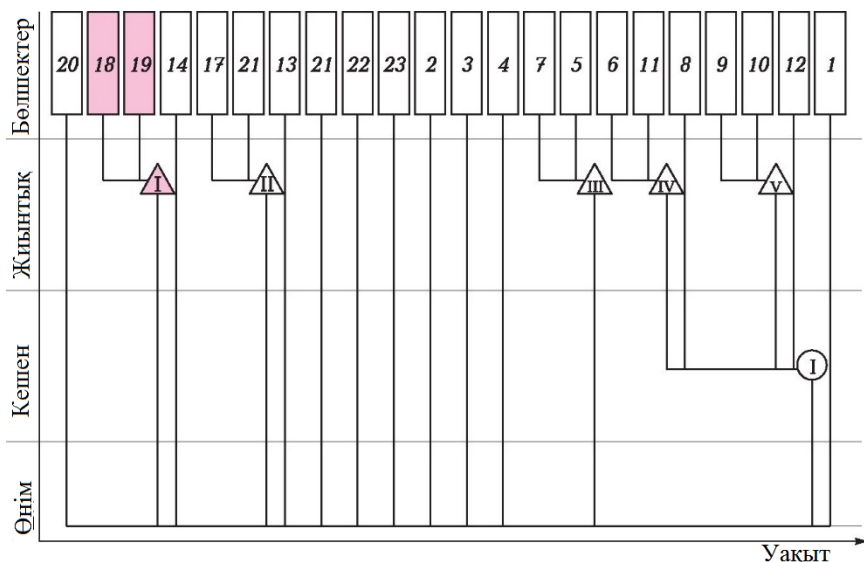
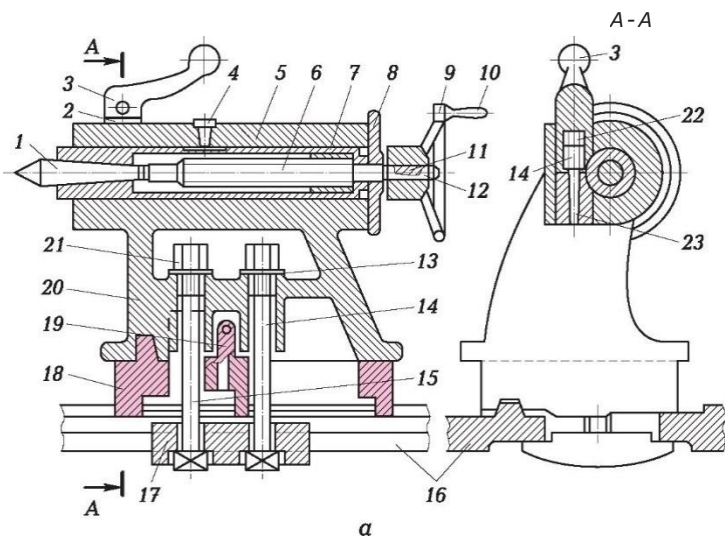
реттеу бұрандасымен жылжытылатын клиннің 12 көмегімен реттейді. Бұрандалы күймешенің қалқаншаларын бұрайды, бұрандаұстағышты 10 монтаждайды, бұрандаұстағышты 10 бұрандалы күймешенің білікшесіне кигізеді және оны саппен 11 бекітеді.

**3-мысал.** Артқы басшаны жинау.

Артқы басшаны жинауды алдын ала жинау және түпкілікті жинау деп бөледі. Алдын ала жинау барысында басша 20 корпусының жазықтықтарын және плата бағдарлаушыын 18 (3.41-сурет) ысып жалтыратады. Бағыттаушы платада 18 сомынды 19 бекітеді және корпусты бағыттаушы платаға бұрандалармен 14 және 15 бұрады. Бағыттаушы плитаны артқы басша корпусымен бірге орнатады, ол үшін алдын ала бағыттаушы плата мен артқы басша корпусының саңылауларына бекіту бұрандаларын енгізеді. Бұрандалардың шығып тұрған ұштарына шайбаларды 13 кигізеді және оларға сомындарды 21 бұрап бекітеді. Алдын ала жинаудан кейін артқы басшаны саңылауды күпшелі (пиноль) жонып өңдеуге жібереді.

Саңылауды күпшелі (пиноль) жонып өңдеуден кейін түпкілікті жинау жүзеге асырылады. Сухарьларды 22 және 23 корпустың тиісті саңылауына орналастырады және сухарьді 23 сапқа 3 бұрап кіргізеді, ол үшін оған алдын ала 2 шайба кигізіледі. Майсауытты 4 корпусты сығымдалады. Сермерге 9 сапты 10 аударды. Бұрандаға 6 кілттекті (шпонка) 11 сығымдайды, бұрандаға 8 қақпақ кигізеді және сапты сомынмен 12 бекітеді. Бұранданы 7 күпшеге 5. сығымдайды. Күпшені корпусты енгізеді және бұранда 6 мен сомынды 7 бұрайды. Бұрандалармен 8 қақпақты корпусты 20 бекітеді. Сапты күпше 3 корпусты толығымен қысылғанда, ол жұмысшыға қарай бағытталады етіп, шайбаның көмегімен орнатады. Жинау сапасын қадағалауды эталондық үлгілердің, жақтаулардың, өлшегіш өткелінің және өлшеу плитасындағы индикаторлардың көмегімен жүзеге асырады.

**Жонғыш білдекті жалпы жинау.** Білдекті жалпы жинауды негізгі түйіндер (алдыңғы және артқы басша, суппорттық топ 4 — 7) жиналғаннан кейін жүзеге асырады. Басқару пульті бар жонғыш білдектің табанын (станина) 13 және таблонды 2 деңгей бойынша орнатады (3.42-сурет). Жылдамдық қорабы 1 мен күймешені 18 табанның бағыттаушы 10 бойынша ысып жалтыратады. Бағыттаушы табаны шпинделінің 21 саңылау осінің параллельділігін суппортта 6 бекітілетін индикатормен анықтайды. Шпиндельге 3 ұзындығы 300 мм эталондық жақтау орнатады, оған индикатор жүргізеді. Құрылғының дәлсіздігін күймешені немесе өлшегіш өткелін жақтаудың барлық ұзындығына жылжыту барысында индикатордың көрсеткіші бойынша анықтайды.

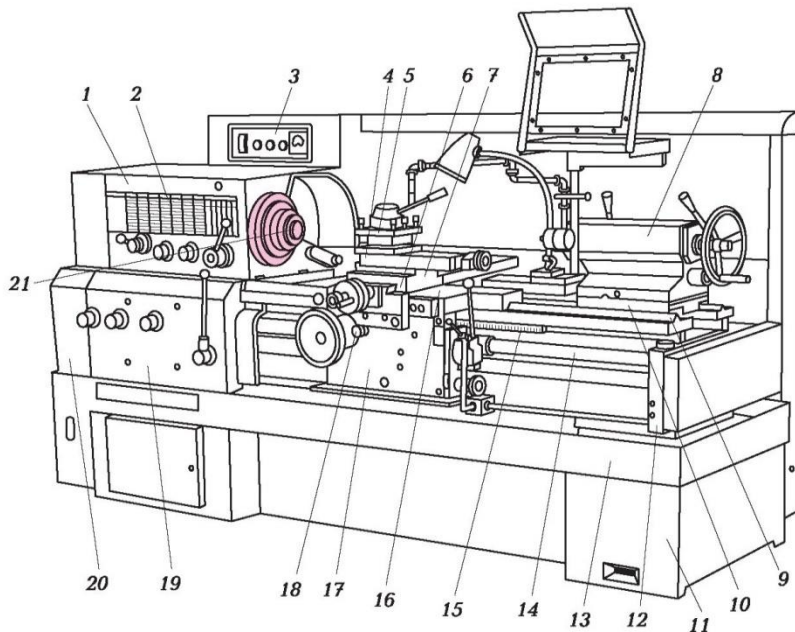


3.41-сурет. Артқы қысқы және оны жинау схемасы (б):

1 — орта; 2, 13 — шайбалар; 3, 10 — саптар; 4 — майсауыт; 5 — күпше (пиноль); 6, 14 — бұрандалар; 7, 12, 19, 21 — сомындар; 8 — қақпақ; 9 — сермер; 11 — шпонка; 15 — бұранда; 16 — бағдарлауыш табандар; 17 — тоспа; 18 — бағларлауыш плита; 20 — басша корпусы; 22, 23 — сухарьлар

Күпшеге оның қалпын тиянақтап тұратын артқы планкаларды бекітеді. Табанға берістер қорабын 19 бекітеді. Күпшеге 16 бұрандалармен фартук 17 жалғайды. Қозғалғыш бұрандасын 14 беріліс қорабының 19 төлкесіне орнатып, оны фартуктың 18 негізгі сомынында қысады. Бұранданың 14 табанның бағдарлауыштарына қатысты параллельділігін тексереді және алдын ала берістер қорабын бекітеді. Фартукті күпшемен оңға жылжытады да, қайтадан қозғалғыш бұрандасын фартуктың негізгі сомынында қысады. Қозғалғыш бұранданың көлденең және тік жазықтықтардағы қалпын табан бағдарлауышы бойынша жылжитын платада бекітілген индикатордың көрсеткіші бойынша анықтайды. Жүріс білігін орнатады және бекітеді.

Қозғалғыш бұранданың 12 және білікшенің артқы кронштейнін индикатордың көмегімен шығарады, оны штифттейді және бұрандалармен бекітеді. Фартуктің бойлық күпшеге қатысты қалпын түпкілікті тексергеннен кейін, оны штифттейді және бұрандалармен бекітеді. Рейканы 15 табанға жапсарлайды. Рейканың фартуктың тісті доңғалағына қатысты қалпын тексергеннен кейін, оны штифттейді және бұрандалармен бекітеді. Гитараның 20 корпусын табанға жапсарлайды. Гитараның тісті доңғалақтарымен жылдамдықтар қорабын берістер қорабымен



3.42-сурет. 16К20 мод жону-бұрама кескіш білдегінің құрастырылымдық бірліктері.

Артқы қысқының бағдарлауыш плитасын 10 табанның бағдарлауыштары бойынша ысып жалтыратады.

Білдектер түріне, мақсатына және ауқымына қарай бос жүрісте және жүктемемен жұмыс барысында сынақтан өтеді, сондай-ақ, өнімділік, қаттылық, қуаттылық және дәлділікке де сыналады. Барлық білдектер техникалық жағдайлар белгілейтін белгілі бір режимдерде жүктемемен сынақтан өтеді. Арнайы мақсаттағы білдектер және тәжірибелік үлгілерді ғана өнімділікке сынайды. Әдетте, барлық білдектерді қаттылыққа сынайды. Білдектердің кең ауқымының қаттылық нормалары және сынақ әдістері стандартталған.

Жеке-дара өндірісте шығарылған барлық білдектер және сериялы шығарылатын ішінара білдектер қуаттылыққа сыналады. Сынақ жүргізуде білдектердің дәлділігі өндірілген бөлшектердің дәлдігіне қарай бағалайды.

Жонғыш, фрезерлеу, бұрғылау және білдектердің басқа түрлері үшін дәлділікке сынаудың тәртібі, жасалатын бөлшектердің үлгілері және үлгілерді өңдеу дәлділігі Мемлекеттік стандарттармен регламенттелген. Соны білдектер үшін сынақтардың бағдарламасы мен режимдері олардың мақсатына, конструкциясына және талап етілетін дәлдікке байланысты әзірлейді.

### 3.7. ЖИНАУ ДӘЛДІГІН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚАДАЛАУ

Жинау параметрлерінің нақты мәндерінің осы параметрлердің берілген мәндерге сәйкестілігін анықтау мақсатында жинау барысында көптеген өлшемдер жүргізеді. Қадағалауды визуалды қадағалау техникалық өлшеу құралдары қолданылатын қадағалау деп бөледі.

Бөлшектердің беттерінің және шеттерінің жағдайы, бөлшек бетінде көрінетін ластануларды болуы, дәнекерленген жіктің сапасы, бөлшектің бетіндегі бояу дағының формасы және орналасуын және т.б. бойынша визуалды субъективтік сапалы бағалау жасауға болады.

Техникалық өлшеу құралдары талап етілетін дәлдікпен келесі жинау параметрлерінің мәндерін анықтауға болады:

- сыртқы және ішкі өлшемдер;
- бөлшектер мен құрастыру бірліктерінің беттері мен осьтерінің өзара орналасуы;

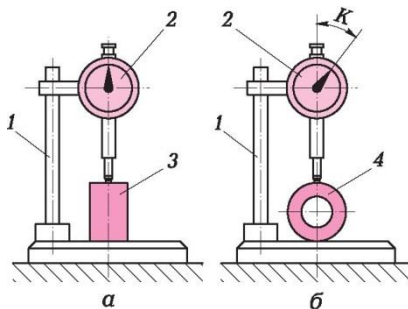


- осьтік, радиалды және бүйірлі саңылаулар;
- бұрандалы бөлшектердің керуге төзімділігі;
- корпус, ыдыс және басқа бұйымдардың саңылаусыздық дәрежелері;
- ротор массасы центрінің оның айналу осінен ығысу шамасы;
- бөлшектің салмағы;
- серіпшелердің серпімділігі және т.б.

### Сыртқы өлшемдерді индикаторлық аспаптармен өлшеу.

Индикаторлық аспаптар — бұл салыстырмалы өлшеулерге арналған аспаптар. Яғни, өлшер алдында оларды эталон бойынша баптайды. Сыртқы өлшемді өлшеу үшін бөлшектерді 4 (3.43-сур.) индикаторлық тіреуде 1 бекітілген, өлшеу плитасында орнатылған индикаторлық аспапты 2 эталон бойынша 3 нөлдік мәнге келтіреді. Орнату барысында өлшенетін бөлшектің 4 детали ( 3.43-сур. қараңыз) алынып тасталған эталонның орнына индикаторлық аспаптың 2 нұсқары К өлшеміне ауытқуы мүмкін, бұл өлшем бөлшектің нақты 4 өлшемінің эталон 3 өлшемінен ауытқуға сәйкес келеді. Өлшеу дәлдігі негізінен эталонның дәлдігімен және индикатордың дәлдігімен анықталады.

**Ішкі өлшемдерді штангенинаспаптармен өлшеу.** Жинауда өлшенетін ішкі өлшемдерге саңылаулардың диаметрлері, паздың (ойықтың) ені, канавканың ені, саңылау немесе корпусстың тереңдігі және т.б. жатқызылады. Жоғарыда тізілген параметрлерді өлшеу үшін жинаудың салыстырмалы түрде жоғары емес дәлдігі бойынша мысалы, қажетті өлшемдегі компенсаторды таңдағанда немесе өлшем бойынша ұштастырылатын бөлшекті іріктеуде



3.43-сурет. Сыртқы көлемді өлшеу схемасы:

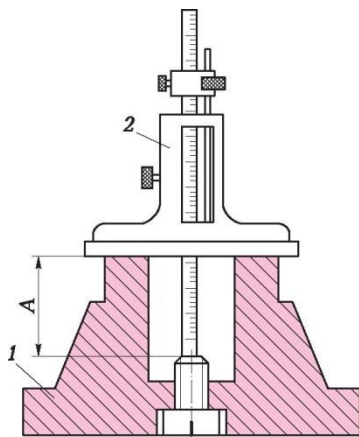
*а* — индикаторлық аспапты эталон бойынша нөлдік қалыпқа баптау; *б* — сыртқы өлшемді өлшеу; *1* — индикаторлық тіреу; *2* — индикаторлық аспап; *3* — өлшем эталоны; *4* — өлшенетін бөлшек

штангенциркульдер қолданылады. Саңылау немесе ойықтың тереңдігін өлшеу үшін штангенереңдік өлшеуіш номерлер қолданылады, өнеркәсіп оларды өлшеудің жоғары шектері 200; 250; 300; 400 және 500 мм, бөлік бағамдары 0,1; 0,05; 0,02 мм параметрлерімен шығарады. Құрастырылымдық бірлікте ішкі өлшемді А штангенереңдік өлшеуішпен 2 өлшеу схемасы 3.44-суретінде көрсетілген. Көрсеткіштердің есебін екі шкала — негізгі және нониустық шкалалар бойынша жүргізеді.

### Ішкі көлемдерді индикаторлық іш өлшеуішпен өлшеу.

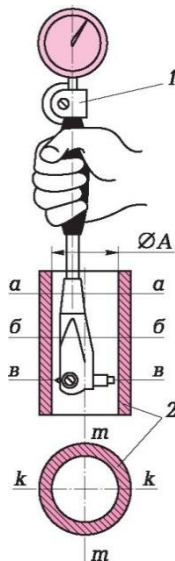
Индикаторлық іш өлшеуіштер, мысалы, дәлдігі жоғары жұмыр қосылыстардың бөлшектерін іріктеуде, саңылау формасының берілген формадан, мысалы, цилиндрлік, ауытқуды ескеру қажеттілігі бар жағдайларда қолданылады. Өлшеудің алдында аспапты тиісті өлшемнің эталоны бойынша нөлдік көрсеткішке баптайды. Индикатор нұсқарының нөлдік қалыптан ауытқу шамасы бойынша өлшеу нәтижесін алады.

Бөлшектегі 2 дәл саңылаудың диаметрін (0А) іш өлшеуішпен өлшеуді өлшенетін саңылаудың осіне перпендикулярлы кем дегенде үш қимада:  $a$  —  $a$ ;  $b$  —  $b$ ;  $b$  —  $b$  (3.45-сур), және әр қимада кем дегенде екі өзара перпендикулярлы бағыттарда  $k$  —  $k$  и  $m$  —  $m$  жүргізеді. Өлшеулер нәтижелері бойынша саңылаудың конустылығы немесе сопақтығы анықталады және ұштастырылатын бөлшектің ішкі беті параметрлерінің нақты мәндерін ескере отырып, қосылыстың нақты параметрлерін есептейді.



3.44-сурет. Штангенереңдік өлшеуішпен өлшеу схемасы: 1 — тексерілетін құрастырылымдық бірлік; 2 — штангенереңдік өлшеуіш

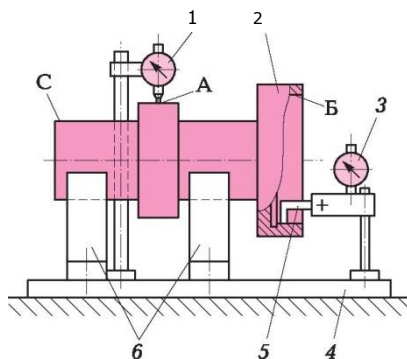
3.45-сурет. Ішкі өлшемді индикаторлық іш өлшеуішпен өлшеу:  
 1 — индикаторлық іш өлшеуіш; 2 — тексеру бөлшегі



Бөлшектер мен құрастырымдық бірліктердің беттері мен осьтерінің өзара орналасуын өлшеу. Бұйымдарды жинау барысында бөлшектердің беттері мен элементтерінің өлшемдері ғана өлшенбейді, олардың өзара орналасуы және бірқатар басқа параметрлерді анықтайды. Ол үшін төмендегілерді өлшейді:

- айналу беттерінің (цилиндр, конус, сфера) басқа айналу беттерінің осьтеріне қатысты радиалды соғу;
- айналу беттерінің (цилиндр, конус, сфера) басқа айналу беттерінің осьтеріне қатысты қапталды соғу;
- жазық беттері және айналу беттері осьтері параллельділігінен ауытқу;
- жазық беттері және айналу беттері осьтері перпендикулярлығынан ауытқу;
- корпустық бөлшектерде базалық саңылаулардың өстестігі;
- бөлшектердің өзіндік ауытқуларының жиілігі;
- жеке буындардың ілгерілемелі және айналмалы қозғалыстардың жеңілдігі және т.б.

Айнарудың кез келген бетінің басқа айналу бетінің осіне қатысты **радиалды соғуын** өлшеу үшін индикаторлық құрылғылар қолданылады, олардың құрылымына индикаторлық аспаптар кіреді, мысалы, сағаттық типтегі индикаторлар немесе миниметрлер. А және Б беттерінің С бетінің осіне қатысты радиалды соғуын өлшеу 3.46-суретте көрсетілген. Бұл ретте тексерілетін құрылымдық бірлік 2 С цилиндрлік бетімен призмаларға б орнатылған. Индикаторлық аспаптың 1 өлшеу ұштығы А бетімен тікелей байланысқа шығады, ал индикаторлық аспаптың 3 өлшеу ұштығы Б бетімен тетік 5 арқылы байланысады. Екі индикаторлық аспап та 1 және 3 өлшеудің алдында нөлдік қалыпқа қойылған. Тексерілетін құрылымдық бірлікті 2 бір толық айналымға бұрған жағдайда индикаторлық аспаптар А және Б беттерінің тексерілетін бұйымның

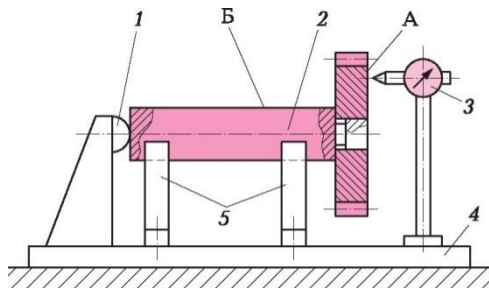


3.46-сурет. Радиалды соғуды өлшеу схемасы:

1, 3 — индикаторлық аспап; 2 — тексерілетін құрылымдық бірлік; 4 — негіз; 5 — өлшеу ұштығы бар тетік; 6 — орнату призмалары

бұрылу осіне (С бетінің осі) қатысты радиалды соғуының шамасы жоғарылағанын көрсетеді. Қосымша дәлсіздіктің жоқтығына көз жеткізу үшін құрылғыны қатты негізде 4 жинайды, ал индикаторлық аспаптарды жақсылап индикаторлық тіреулерде бекітеді.

**Қапталдық соғуды** өлшеу үшін негізінен индикаторлық құрылғылар қолданылады. А бетінің (3.47-сурет) құрылымдық бірліктің 2 Б беті осіне қатысты қапталдық соғуды өлшеуде осьтік тіреу 1 қажет, ол қадағаланатын бұйымның өлшеу бағытында, яғни осьтік бағытта жылжуына мүмкіндік бермейді.



3.47-сурет. Қапталды соғуды өлшеу схемасы:

1 — тіреу; 2 — тексерілетін құрылымдық бірлік; 3 — индикаторлық аспап; 4 — негіз; 5 — орнату призмалары

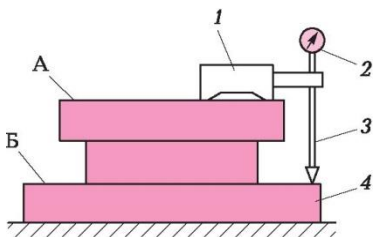
Тексерілетін бұйымды призмаларға 5 орнатады, оны тіреуге 1 тығыздап қысып, базалық негіздің осінен тағы бір айналымға бірқалыпты бұрады. Қапталдық соғудың шамасы тексерілетін бұйымды толық айналымға айналдырғанда индикаторлық аспап 3 нұсқарының нөлдік қалыптан максималды ауытқуына тең болады. Индикатордың өлшеу ұштығы бұйымды бұру кезінде қапталдық бетпен сенімді түйісіп тұруы керек.

Беттер немесе осьтердің параллельділігінен ауытқуды өлшеу үшін негізінде индикаторлық құрылғылар қолданылады. 3.48-суретте құрылымдық бірліктің 4 А және Б беттерінің параллельділігінен ауытқуды өлшеу схемасы ұсынылған. Индикаторлық құрылғы оның негізі 1 А бетіне тығыз жанасып тұратындай, ал индикаторлық аспаптың 2 өлшеу ұштығы басқа Б бетіне тығыз түйісетіндей етіп орналасқан. Құрылғының негізін А беті бойынша жылжыта отырып (индикатор нұсқарын нөлдік қалыпқа орнатқаннан кейін) нұсқардың ең көп ауытқуы шамасы бойынша екі беттің параллельділігінен ауытқуды анықтайды.

Бөлшектердің жазық беттері немесе осьтері перпендикулярлығынан ауытқуды өлшеу. Бөлшектердің беттері немесе осьтері перпендикулярлығынан ауытқуды өлшеу үшін қатты эталондық бұрыштықтар немесе индикаторлық құрылғылар қолданылады. Бұрыштықты оның бір жағы базалық бетке тығыз қабысып тұратындай, ал бұрыштықтың екінші жағы перпендикуляр еместігі тексеріліп жатқан екінші бетке жанасып тұратындай етіп орнатады. Бұрыштықтың жағы мен құрастырылымдық бірліктің жазықтығының арасындағы бос аралықтың шамасы бойынша перпендикуляр еместіктің шамасын анықтайды. 3.49, а – сур. қатты эталондық бұрыштықтық 3 көмегімен құрастырылымдық бірліктің А және Б беттерінің перпендикулярлығынан ауытқуды өлшеу схемасы ұсынылған. Аспаптық платаға тексерілетін құрастырылымдық бірлік орнатылған.

3.48-сурет. А және Б беттерінің параллельді өлшеу схемасы:

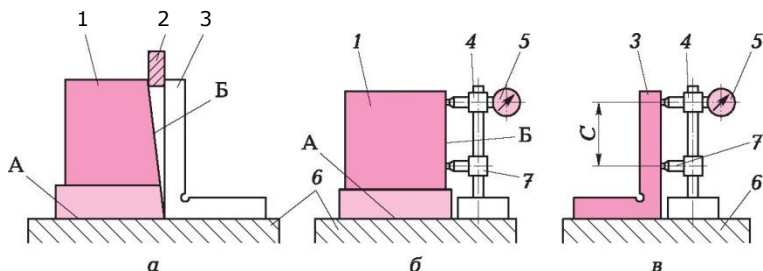
1 — индикаторлық құрылғының негізі; 2 — индикаторлық аспап; 3 — өлшеу ұштығы; 4 — тексерілетін құрастырылымдық бірлік



Бұрыштықты 3 бір жағымен плитаға, екінші жағымен Б бетімен жанасуға алып келеді. Бұрыштықтың қабырғасы мен Б бетінің арасында пайда болған саңылауға енгізілетін қуыс бұрғының қалыңдығы және бұрыштық қабырғасының ұзындығы бойынша, тригонометриялық функциялардың бірін қолдана отырып, перпендикулярлықтан бұрыштық ауытқу анықталады.

Бөлшектердің беттері немесе осьтері перпендикулярлығынан ауытқуды өлшеу үшін индикаторлық аспаптарды пайдалануда өлшеудің әртүрлі схемалары болуы мүмкін (3.49, б-сурет). 3.49, в сур. өлшеу құралын қатты эталондық бұрыш 3 бойынша бастапқы қалыпқа баптаудың нұсқасы ұсынылған. Перпендикуляр еместіктің бұрыштық шамасын анықтау үшін өлшеу ұштығы мен қатты тіреу 7 арасындағы қашықтықты С, сонымен қатар, индикаторлық аспаптың 5 көрсеткіштерін білу керек. Алдын ала нөлдік қалыпқа бапталған құрылғыны Б бетіне оған тіреу тығыз жанасқанша тақау кезінде индикаторлық аспап белгілі бір шаманы көрсетеді, ол бойынша С қашықтығын ескере отырып, А және Б беттерінің арасындағы бұрышты табу қиынға соқпайды.

3.50-суретінде құрастырылымдық бірліктің 3 А бетінің және білік осінің 1 перпендикулярлығынан ауытқуды өлшеу схемасы ұсынылған. Индикаторлық құрылғы 2 білікке дәл цилиндрлік бетімен орнатылады және оны бір айналымға айналады. Өлшеу құрылғысын орнатып болғаннан кейін біліктің шығып тұрған ұшына индикатордың өлшеу ұштығын А бетіне тірелгенше жібереді, индикатордың нұсқарын нольге қояды және құрылғыны бір айналымға бірқалыпты бұрайды.

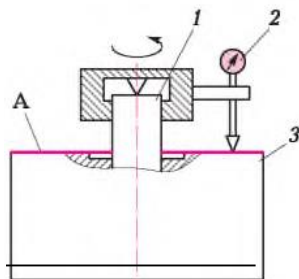


3.49-сурет. Жазық беттердің перпендикулярлықтан ауытқуын өлшеу: *а* — эталондық бұрыштық; *б* — индикаторлық құрылғы; *в* — индикаторлық аспапты нөлдік қалыпқа баптау; 1 — тексерілетін бұйым; 2 — қуыс бұрғы; 3 — эталондық бұрыштық; 4 — индикаторлық тіреу; 5 — индикаторлық аспап; 6 — плита; 7 — қатты тіреу

Индикатор нұсқарының максималды ауытқу шамасы мен индикаторлық құрылғының өлшемі бойынша, тригонометриялық функцияны пайдалана отырып,  $A$  жазықтығының перпендикуляр еместігінің бұрыштық шамасын анықтайды.

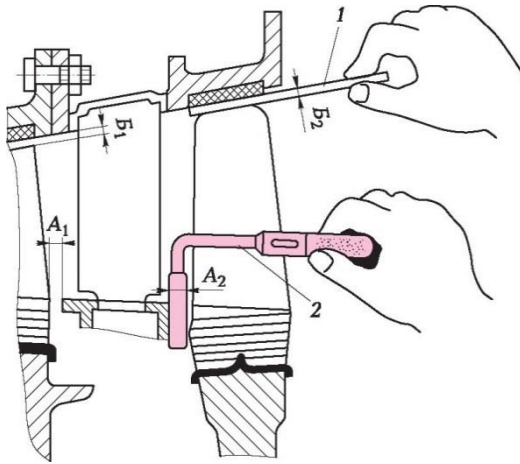
Осьтік, радиалды және бүйірлік саңылауларды өлшеу. Жинауда өлшенетін саңылаулар осьтік (жиналатын бұйым осінің бағытында), радиалды (жиналатын бұйым радиусының бағытында) және бүйірлік (кез келген бағытта, мысалы, жанамалап). Қуыс бұрғы саңылауларды өлшеуге арналған әмбебап құрал болып табылады. Стандартталған қуыс бұрғылар жиынтығы қалыңдығы әртүрлі қуыс бұрғылардан тұрады, саңылауларды  $0,01$  мм-ге дәлдікпен қолжетімділігі жақсы жерлерде өлшеуге болады. Қолжетімділігі қиын жерлерде саңылауларды өлшеу үшін арнайы қуыс бұрғыларды қолданады. Олар стандарттық қуыс бұрғылардан геометриялық пішінімен ерекшеленеді, ол саңылауды өлшеу мақсатында бұйымның ішіне ену үшін керек. Калибрлер түрінде арнайы өтпелі және өтуге болмайтын қуыс бұрғыларды жасайды. 3.51-сурет.  $A_1$ ,  $A_2$  осьтік саңылауларды иілген қуыс бұрғы-калибрмен 2 және  $B_1$ ,  $B_2$  радиалды саңылауларды пластиналы қуыс бұрғылар жиынтығымен 1 өлшеу схемасы ұсынылған.

Бұйымның саңылау өлшеуге арналған арнайы қуыс бұрғының өзімен ену мүмкін емес жерлерінде қорғасын сымдар қолданылады. Бұл әдістің мәні: диаметрі болжамды саңылаудан да көп қорғасын сымды жинау процесінде тиісті орындарға қояды. Сосын бұйымды құрастырады, құрастырым схемасының талаптарына сәйкес берілген күш сала отырып, барлық бекіту бөлшектерін бұрап бекітеді. Жорамалды саңылаудың жерінде жұмсақ қорғасын сымдар жалпаяды. Қосылысты бөлшектенгеннен кейін жалпайған жерлердегі сымның қалыңдығын өлшейді, ол қосылыстағы нақты саңылауға тең.



3.50-сурет. Жазық бет пен білік осінің перпендикулярлығын ауытқуды өлшеу схемасы:

1 — білік; 2 — индикаторлық құрылғы; 3 — тексерілетін құрастырылымдық бірлік



3.51-сурет. Қолжетімділігі қиын жерлерде саңылауларды қадағалау  
 1 — әмбебап қуыс бұрғы; 2 — арнайы қуыс бұрғы-калибр; А-ь Да, Б-і, Ба — тексерілетін саңылаулар

Сонымен қатар, саңылауларды өлшеу үшін индикаторлық құрылғылар немесе сыйымдылық, индуктивтік немесе оптикалық датчиктері бар құрылғылар қолданылады.

Жинау өлшемдік тізбектерді қолдана отырып, есептеу жолымен қосылыстағы саңылауды анықтауға болады. Ол үшін тізбек буындарының нақты өлшемдерін, яғни құрастырылатын бөлшектердің нақты өлшемдерін білу керек.

**Корпустық бөлшектерде базалық саңылаулардың өстілігін қадағалау.**

Машина соғуда роторлары бірнеше мойынтіректерге сүйенетін бұйымдар көп. Мұндай ұйымдардың ұзақ мерзімді жұмысы барлық осы мойынтіректер бір осьте орналасқандығын талап етеді. Бұл жағдайларда мойынтіректер асты отырғызу орындарының өстілігі немесе біліктердің өстілігі туралы айтады. Осындай бұйымдарды құрастыруда көп жағдайларда әртүрлі корпустық бөлшектерде орналасқан мойынтірек асты орындарды қадағалау және өстілігін қамтамасыз еткен жөн.

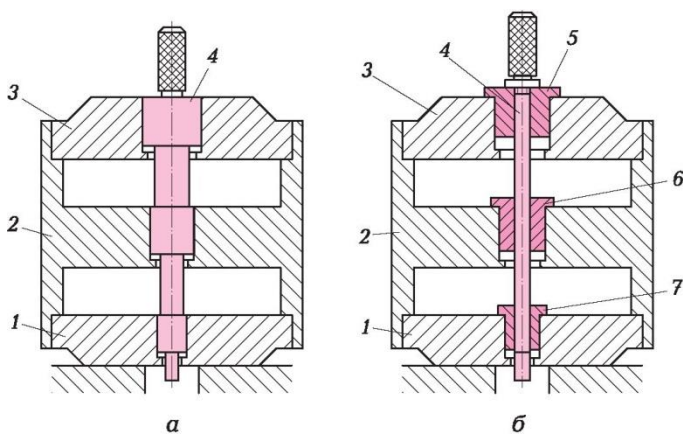
Алдын ала құрастыру кезеңінде, өлшенетін беттерге қолжетімділік бар кезде, әртүрлі әдістер мен құрылғыларды қолданады. Ең қарапайым әдістердің қатарына қатты калибрлерді, индикаторлық құрылғыларды, пневматикалық құрылғыларды қолдану және т.б. жатқызылады.



Егер құрастыру процесінде талап етілетін өстілік қамтамасыз етілмесе, бұйымды пайдалануда біліктің иілуі, мойынтірек бөлшектерінің біркелкі емес тозуы орын алады, жоғарылатылған діріл және бекіткіш бөлшектерге жүктеме пайда болады, яғни бұйымның ресурсы мен сенімділігі төмендейді.

Өстілікті **қатты калибрлермен** қадағалау барысында тек корпусық бөлшектер құрастырылады, ал сосын мойынтірекасты отырғызу орындарының саңылауларына қатты калибр орнатылады. Калибр қадағаланатын саңылаулардың диаметрлеріне қарай сатылы немесе жұмыр бола алады. Әртүрлі диаметрлі саңылауларды белгілі бір тіркестіруде сатылы калибр 4 (3.52, а-сурет) қолдануға болады, 1, 2, 3 бұйымның алдын ала жиналған корпусық бөлшектердің саңылауларына енгізіледі. Егер калибр мардымсыз күш салып, барлық саңылаулардан өте алса, бұл саңылаулар өстілік болып есептеледі.

Ішкі диаметрлері бірдей жоғары дәлдікті өтпелі төлкелер жиынтығымен тіркесе отырып, жұмыр калибрді қолдану өте әмбебап әдіс болып табылады. Корпусық бөлшектерді 1, 2, 3 алдын ала жинау кезеңінде 5, 6, 7 төлкелерді (3.52, б-сурет) мойынтіректердің орнына тиісті саңылауларға орнатады. Берілген күшпен бекіткіш құралдарды бұрап бекіткеннен кейін 1, 2, 3 бұйымның алдын ала жиналған тік тұрған корпусық бөлшектердің төлке саңылауларына жұмыр калибр енгізіледі. Егер машина майымен сәл майланған калибр аз ғана күш салуда барлық төлкелердің саңылауларынан өтсе, өстілік қанағаттанарлық болып есептеледі.



3.52-сурет. Өстілікті қатты калибрмен қадағалау схемасы:  
 а — сатылы калибрмен; б — жұмыр калибрмен; 1—3 — корпусық бөлшектер; 4 — калибр; 5—7 — өтпелі төлкелер

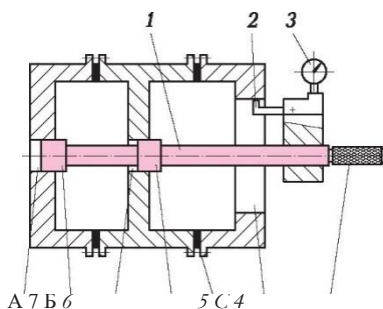


Теңестіруді бақылау әдісінің нақтылығы көбінесе калибр дәлдігі және өткел втулкамен анықталады, сонымен қатар саңылау көлемі калибрдің ұштастыру бетінің өткел втулкаларына және корпустық бөлшектердегі саңылауларда. Ірі габаритті бұйымдарда және қатты калибрлерде иілгіштік теңестіруін бақылауда бұл әдіс аз іске асады.

**Индикаторлы құралдардың** теңестіруін бақылауда, мысалға үш саңылау, құралды А және Б екі саңылауға негіздейді (3.53-сурет) 6 және 7 цилиндрлік беттері, үшінші саңылау С бетінен 2 өлшегіш ұшты байланысады, индикаторлы 3 құралымен тұтқыш жүйесімен байланысқан.

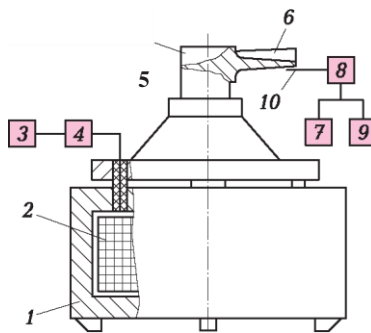
Индикаторлы құралды нөлдік күйіне орнатқаннан кейін индикаторлы құралды 4 сабы бойынша айналдырады. Индикаторлы құралдың көрсеткіштерін санайды 3 және С саңылауы белағашының теңестіру көлемін басқа А және Б екі тесігінің белағашына қатысты анықтайды. Өлшеулердің нәтижелері бойынша өтемдеуіштер өлшемдерін сұрытайды 5, бұл сәтте подшипниктерге арналған орналасу орындарының қажетті теңестірілуі қамтамасыз етіледі.

Бөлшектердің меншікті құбылысының жиілігін бақылау. Машина жасау бұйымдарының жұмысында пайда болатын кейбір бөлшектер резонанс құбылысы бұл бөлшектердің бұзылуына әкеліп соғуы мүмкін. Резонанс бөлшектердің ауытқу күшінің өзіндік тербелістері жиілігінің сәйкес келуінде пайда болады. Осындай сәйкестікті шығарып тастау үшін бұйымдарды пайдалануда ауытқу күшінің жиілігін және аса жауапты бөлшектердің өздік жиілігін білу қажет.



3.53-сурет. Индикаторлы құралмен беттік теңестіруді бақылау схемасы:

1 – құрал негізі; 2 – өлшеу ұшы; 3 – индикаторлы құрал; 4 – тұтқыш; 5 – компенсатор; 6, 7 – негізгі цилиндрлік беттер.



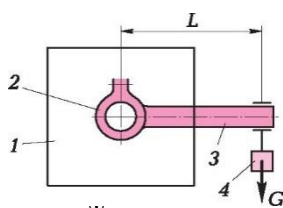
3.54 сур. Бөлшектердің өзіндік тербелісі жиілігін анықтау схемасы:

1 – дірілдеткіш; 2 – қоздыру шарғысы; 3 – дабыл генераторы; 4 – дабыл күшейткіш; 5 – тексеру бөлшегін бекітуге арналған құрал; 6 – тексеру бөлшегі; 7 – осциллограф; 8 – электронды күзеткіш; 9 – жиілік өлшегіш; 10 – сыйымдылықты бастапқы сигнал түрлендіргіші

Электромагнитті дірілдеткіштерді қолдану арқылы бөлшектердің жеке ауытқу жиілігін анықтау әдісі кең таралған. Тексерілетін бөлшек 6 (3.54-суретте) дірілдеткіштің қозғалғыш бөлігіне 1 арнайы қыстырғышпен 5 бекітіледі. Дірілдеткіштің қозу орауышына генератордан 3 күшейткіш арқылы дабыл береді 4. Генератор жиілігі өзгерген жағдайда, бөлшегімен қоса дірілдеткіш қозғалмалы бөлігінің ауытқу жиілігі өзгереді. Бөлшектің жеке ауытқу жиілігіне тең дірілдеу жиілігінде, бөлшек резонансы пайда болады, осыны бастапқы сыйымды түрлендіргіш белгілейді 10. Резонанс жиілігін жиілік өлшеуішімен санайды 9.

Айналу жатықтығы мен жеңілдігін бақылау. Тісті және бұрамдықты берілістерді құрастырудың техникалық талаптарында, байланыс тығыздағыштары, сырғанау және жылжымалы мойынтіректі орнынан жылжып кетпеуі үшін қозғалыс бөлігін тіркеу қажет, сүгілеу сәті деп аталатын сәтте, сонымен қатар тиісті бөліктерді бір айналыммен бұру кезіндегі жатықтық.

Белсендеткіштің кіріс белінің «жоңғыш сәтін» анықтау үшін жүкті тасымалдайтын тұтқыштан тұратын бақылаушы құралды қолдануға болады (3.55-сурет) 4. Тұтқышты белдікте бекітеді 2, редуктор корпусынан шығатын 1. Тұтқышты көлденең орнатады және белдік орталығынан бастап белдік бұрылысының басына дейін тұтқыш бойымен жүкті жылжытады.



3.55-сурет. Белдіктің «жону сәтін» бақылау схемасы:

1 – редуктор; 2 – белдік; 3 – тұтқыш; 4 – жүк

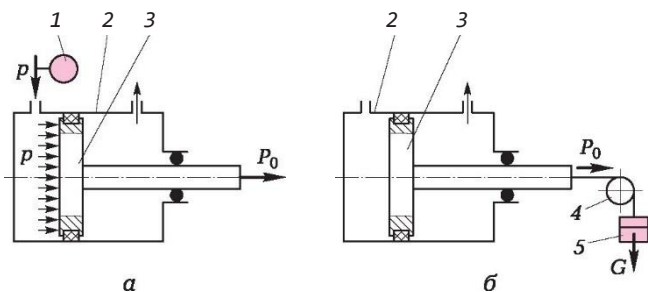
Жүктің салмағын білу және білікшенің «жоспарлау сәтінде» жүктеме болатын  $L$  қашықтығын білу үшін  $L$ -дің жүктемесінің ауырлық күшінің өнімі ретінде минутты есептеңіз.

Белдіктің «жону сәтін» сәтінде жүктің болатын аралығы мен жүк салмағын біліп  $L$ , жүктің иыққа әсер ететін ауырлық күшінің сәтін санайды  $L$ . Белдіктің әртүрлі орналасу бұрышымен бірнеше өлшемдер қайталайды, содан кейін «жону сәтінің» орташа мәнін табады.

Үдемелі қозғалысы жеңілдігін бақылау. Гидравликалық және пневматикалық жүйелерді құрастырғанда тек цилиндрмен піспектің ұштасу периметрі бойымен саңылаусыздығын ғана емес, сондай-ақ цилиндр ішінде піспектің қозғалысы кезінде жеңіл жылжуын қамтамасыз ету қажет. Піспекті ауыстыру жеңілдігін тексеру үшін екі әдіс кең қолданылады.

**Қысым арқылы сұйықтық көмегімен тексеру.** Бұл жағдайда цилиндрге 2 (3.56-сурет) қысыммен сұйықтық жібереді  $p$  және де қысымды манометрмен өлшейді 1. Піспектің орнынан ауысу  $P_0$ , жігерлігі 3 манометрмен піспектің белгілі аумағының сұйықтығын қысымын өлшеу нәтижесінен табады.

**Механикалық күш арқылы тексеру.** Ол үшін піспек 4 соташығына 3 блок арқылы бекітілген жүктер жиынтығын пайдаланады 5 (3.56, б-сурет).



3.56-сурет. Үдемелі қозғалыс жеңілдігін бақылау схемасы:

а – сұйықтық қысымымен; б – ілмелі жүкпен; 1 – манометр; 2 – тексерілетін бұйым цилиндры; 3 – піспек; 4 – блок; 5 – жүк.

$P_0$  піспек жылжуы 3 жүктер жиынтығының ауырлық күшіне тең  $G$  5, бұл сәтте піспек 3 цилиндр ішінде блоктың осінде айналуындағы үйкеліс күшін ескере отырып, орнын ауыстыра бастайды 2. Жүктер жиыны орнына әртүрлі құрылымды динамометр қолдануға болады.

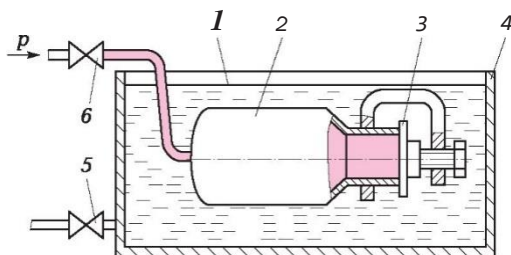
**Корпустардың, ыдыстар мен басқа бұйымдардың саңылаусыздық дәрежесін бағалау** әдетте саңылаусыздыққа сынап көру деп атайды. Бұйымның саңылаусыздығын тексерудің бірнеше әдісі бар, олардың әрқайсысы белгілі бір өндіріс жағдайында экономикалық тұрғыда пайдалы, белгілі бір бұйымдар типіне және саңылаусыздық бойынша белгілі бір талаптар үшін.

**Керосинмен саңылаусыздықты бақылау** керосиннің жоғары қасиеттеріне негізделген. Бұл әдіс қозғалмалы және айырылмайтын қосылыстарды (пісірілген тігістер) мен қозғалмалы қосындыларды (манжетті және ұшты қосындыларды) тексеру үшін қолданылатын әдіс. Қозғалмайтын қосылыстарды бақылауда қиысқан жері мен балқытып пісірілген тігіс беті бормен жабылады (борлық ерітпемен), ал ішкі беті сыналатын объектінің ішкі қуысын толық толықтырады. Сыналатын нысанның сыртқы бетінің борлық аясында керосиннің күңгірт майлы дақтары, тексерілетін қосылысты саңылаусыз орындарын көрсетеді.

Саңылаусыздықты бақылауда тексерілген бөлшекті болат сымға іліп, ал бормен түйіспеге шөткемен қолданылады, мысалы дәнекерлеу нүктелерінде, қылқаламмен қиысқан жерлеріне борлық ерітпені жағады, мысалға балқытып пісірілген жерлерге. Бор ерітпесі кептірілгеннен кейін керосин сыналатын дененің ішкі қуысына шашырап түседі. Қиылысу жерлерінің сыртқы бетін қарау шашыратудан кейін 2...3 минуттан кейін қаралады. Майлы дақтар ретінде саңылаусыздық орындарын тырнайтын бор құралымен қоршайды, мысалға бұрағышпен.

**Саңылаусыздыққа аквариум әдісімен сынақ жүргізу** тығыздалған ауаның болуын қажет етеді. Тексерілетін жиналмалы бірлік қуысына 2 (3.57-сурет) аздап артық қысым арқылы р қысылған ауа жіберіледі, кіріс ауа кранын жабады 6 және тексерілетін бұйымды су құйылған аквариумға батырады 4. Саңылаусыз жерлерді саңылаусыз орындардан кіретін, ауа көбіршіктері пайда болған жерлерден анықтайды. Ауаның жайылып кету көлемін есептеу жолымен анықтайды.

Ашық ішкі қуысы бар бұйымды саңылаусыздыққа сынақ жүргізу барысында тесікті технологиялық бекіткішпен тығыздап нық жабады 3 және тексерілетін жиналмалы бірлікті 2 аквариумға орналастырады 4.

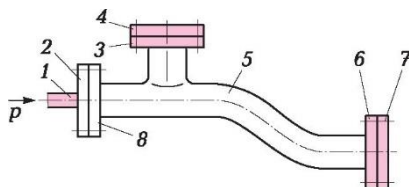


3.57-сурет. Аквариум әдісімен тығыздықты бақылау схемасы:

1 – Аквариумдағы су деңгейі; 2 – тексерілетін жиналмалы бірлік; 3 – технологиялық бітеуіш; 4 – аквариум; 5, 6 – шүмек

Аквариумдағы су деңгейі 1 тексерілетін жиналмалы бірліктің жоғарғы нүктесінен 50...80 мм жоғары болу керек. Қысым арқылы  $p$  қысылған ауаны бергеннен кейін бұйымның ішкі ауалы кіріс ағызғыш (кран) жауып 6, аквариумның алдыңғы шыны қабырғасынан ауа көбірішкітері пайда болуына бақылау жүргізеді. Суды аквариумнан ағызып тасау үшін ағызғышты ашады 5.

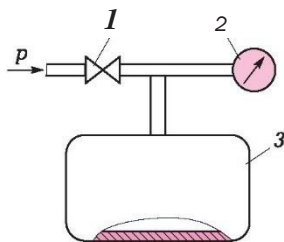
**Қиысқан жерлерді сабындаумен тығыздалған ауамен** саңылаусыздықты бақылау, сыналатын бұйым қуысына қысылған ауаны жіберумен тұжырымдалады. Бұл әдіс күрделі қалыпты ұзын құбырлардың қиылыстарының саңылаусыздықтарын бақылауда аса кең түрде қолданылады. Саңылаусыздыққа сынақ жасағанда ашық қапталдарды 3 және 6 технологиялық бітеуіштермен 4 және 7 жабады (3.58-сурет), ал 8 – қаптал арқылы 1 патрубк өтпел – бітеуішін қолдана отырып 2 белгілі қысыммен  $p$  қысылған ауа жіберіледі. Содан кейін болжамды саңылаусыз орындарға қылқаламмен сабынды ерітпе жағады және сабынды көпіршіктер пайла болғын бақылайлы. Санылаусыз орынларлы қаламмен немесе



3.58-сурет. Саңылаусыздықты жуу әдісімен бақылау  
1 – патрубк; 2 – бітеуіш жалғау тетігі; 3, 6, 8 – бұйымның ашық қуысының қапталдары (фланецтер); 4, 7 – технологиялық бітеуіштер; 5 – құбырлардың тексеру жүйесі

**Саңлаусыздыққа қысымның төмендеу әдiсiмен сынақ жасау,** тексерiлетiн бұйымның қуысында белгiлi бiр уақытта бұйымның техникалық жинастыру шарттарында көрсетiлген, қысымның төмендеу бiрлiгiн анықтау арқылы қысылған ауада өткiзiледi. Бұл әдiс саңлаусыздық орнын нақты анықтауға мүмкiндiк бермейдi, тек қана бұйымның қаншақты саңлаусыз екенiне ғана жалпы жауап берiледi. Бұл ретте ауа қысымының шамасын, ұсталым уақытын және қысымның төмендеу бiрлiгiн, %, бұйымды әзiрлеушiлер анықтайды және бұл параметрлердi құрастыру сызбасында көрсетедi. Сыналатын бұйымға сыналу барысында 3 (3.59 сур) жинауға арналған техникалық талаптарда көрсетiлген белгiлi бiр қысыммен  $p$  қысылған ауа жiберiледi, кiрiс ауа ағызғышын жабады 1 және де манометр 2 бойынша, қосылған секундомермен белгiленетiн белгiлi уақытта қысымның құлау бiрлiгiн бақылайды. Қажеттi жағдайда нақты саңлаусыздық орнын басқа әдiстермен анықтайды.

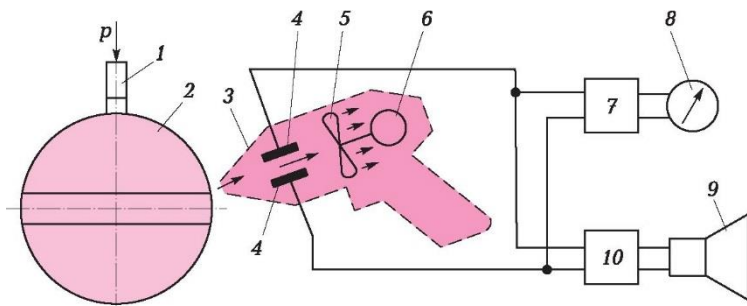
**Саңлаусыздықты ағып кетудi табу құралымен бақылау,** толық саңлаусыздыққа тексерудiң аса мүлтiксiз әдiсi болып табылады. Аса көп қолданыс табатын бұл, сынамалы зат фреонды үлестiре отырып галоидтi ағып кетудi табу құралы болып табылады. Саңлаусыздықты тексеруде сыналатын бұйым iшiне 2 (3.60 сур)  $p$  артық қысыммен, 1 түтiк бойымен фреонды жiбередi. Содан кейiн, болжамды саңлаусыз емес орындарға ағып кетудi табу құралының қуыс бұрғысын 3 жақындатады, электр қозғалтқыш 6 онда желдеткiшi сирету 5 пайда болады. Қуыс бұрғы 3 өзiне сыртқа саңылаулы жерлерден сыртқа шыққан ауаны және онымен қоса фреонды сорып алады. Ауа фреонмен бiрлесе платина электроддаты арқылы өтедi 4. Бұл ретте электр дабыл өндiрiледi. Электродтардан шешiлетiн электр дабылы, 7 және 10 күшейткiштерiмен күшейедi және бiр уақытта сезiмтал сiлтеуiш 8 және дыбысты дабыл беру динамигiне 9 жiберiледi. Сонымен, оператор көрсеткiш бойынша фреонның ағып кету көлемiн көредi, ал динамик бойынша бұйымның ағып кетудi табу құралының өту орындарында қуыс бұрғысының орналасу жерiнен саңлаулы екенiң естидi.



3.59-сурет. Саңлаусыздықты қысымның төмендеу әдiсiмен бақылау схемасы:

1 – ауа ағызғышы; 2 – манометр; 3 – зерттелгiш





3.60. сурет Саңлаусыздықты тесік іздеушімен бақылау сызбасы

1 – ауа түтігі; 2 – сыналатын бұйым; 3 – қуыс бұрғы; 4 – электродтар; 5 – желдеткіш; 6 – электр қозғалтқышы; 7, 10 – күшейткіштер; 8 – сілтеуіштер; 9 – динамик (құлаққаптар).

**Ротордың айналу белағашында орталық массаларының орнының ауысуын өлшеу.** Машина жасау бұйымдарында көпшілік роторлар аса көп бұрыштық жылдамдықтармен айналады. Роторлар бөлшектерін дайындау нәтижесінде және жиналған ротордың орталық массасы, әдетте, оның айналым белағашында эксцентриситет көлеміне орнынан ығысып қалады. Осындай ротордың айналуында орталық жүгірту күштері мен барлық бұйымның дірілдеуіне әкеліп соғатын сәттер туындайды.

Массалар ортасында салынған ротордың айналуында бір күш пайда болса, ротордың бұл күйі статикалық байсалды еместігі деп атайды. Егерде ротордың айналуында жұпты күш пайда болса, яғни, ротордың бұл күйін сәттік байсалды еместігі деп атайды. Егерде ротордың айналуында күшпен сәт пайда болса, ротордың бұл күйін динамикалық байсалды еместік деп атайды. Байсалды еместік өзінің мәні бойынша векторлы өлшем болғандықтан, ол өлшем және бағытпен мінезделеді (байсалды еместік орны).

**Роторларды баланстау** жиналмалы операция болып табылады, бұл сәтте ротор салмағының орталық ауытқу көлемін өлшеп, байсалды болмау бағытын бұрыштық бағытын анықтайды және ротордың үйлесімсіздігін анықтайды. Бұл өз алдына машина жасау бұйымдарында ротор тіреуішіне әсер ететін күштерді едәуір төмендетеді, демек, оның жұмыс істеу ресурсын жоғарлатады. Статикалық, сәттік және динамикалық теңгеру түрлері бар. Статикалық теңгеруде статикалық байсалды еместікті жояды. Сәттік теңгеруде сәттік байсалды еместікті жояды.

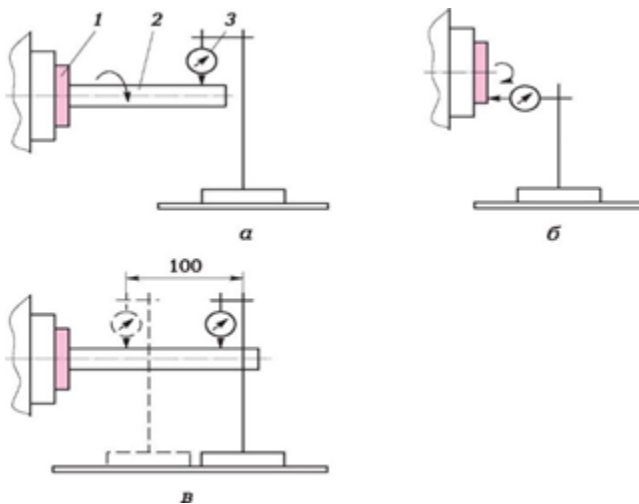
Динамикалық теңгеруде динамикалық байсалды еместікті жояды.

**Салмақтарды түзету теңгеру** процессінің ажырағысыз бөлігі болып табылады, себебі әрбір теңгеру мәні, теңгерілетін ротор салмағын орталғынан эксцентриситет (ауытқу) шамасын азайтуға әкеліп соғады. Бұл мәселені шешу үшін ротор салмағын түзетеді, яғни роторд салмағының орталығын белгілі бір бағытта қажетті шамаға ауытқыту үшін, ротордың белгілі бір жерлерінде салмағын қосады немесе азайтады. Бұл операцияны ротор салмақтарын түзету деп аталады.

Самақтарды түзетудің барлық бар әдістері «жеңіл» жеріне салмақ қосумен немесе «ауыр жерінде» салмақты азайтумен, немесе салмақты алмастырумен, немесе динамикалық орталықтандырумен іске асады. Салмақты қосу ротордың бетіне арнайы теңгеру жүктерін нақты жеріне қыстырумен (салмақты түзейтін) немесе материалды балқыту жолымен іске асады. Салмақты азайту ротор бетінен «ауыр» жерінен материал бөлігін алып тастаумен іске асады. Материалды бұрғылау, фрезерлеу, тегістеу, жоңу және басқа әдістермен конструктормен алдын – ала бұйымда белгіленген орындарда алып тастайды. Салмақты орнынан алмастыру ротордың штаттық бөлшектерінің (күрекше, дисктер, шкивтер, муфталар және т.б.) орнын алмастыру жолымен немесе арнайы тұрақты теңгеру жүк массалары бойынша іске асады.

Теңгеру қабырғаларында салмақ орталығының орнының ауысу бағыты мен шамасын өлшейді. Бұл құрал ротордың бастапқы байсалды еместігін, түзетуге қажет салмақтың көлемін, оның орналасу орнын немесе ротор айналымы бойынша шешу және теңгерілгеннен кейін ротордың қалдық байсалды еместігін анықтауға мүмкіндік береді. Теңгеруші станоктар статикалық және динамикалық теңгеруге арналған болады. Теңгеру станогындағы ротордың айналу жиілігі, қолданыс барысында қауіпсіздік шарттарына сйкес, ротордың айналу жиілігінен көпке төмен. Тиімді нұсқа ретінде теңгеру стэндтерін қолдану болып табылады, оларда теңгеру бұйымы қолданылатын айналымдард айналдырады, бұл өз алдына теңгерудің нақтығын жоғарлатады.

Жылдамдық қорабын жинасытру нақытлығын бақылау. Шпиндельдің 2 орындаушы шошақ бетінің радиалды соғуын бақылауды тегістелген ілдірік көмегімен *I* анықтайды (сур. 3.61, а). Радиалды соғу индикатордың максималды және минималды көрсеткіштерінің айырмасы ретінде анықтайды.



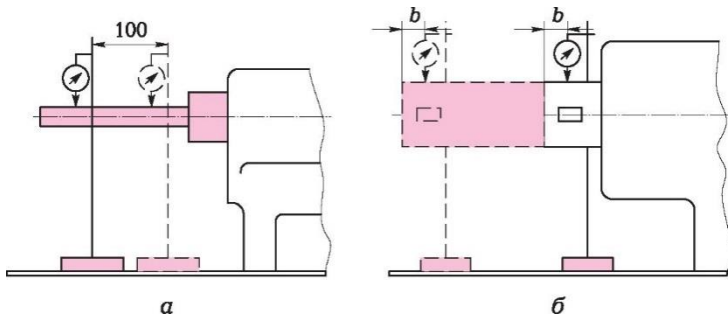
3.61-сурет. Шпиндельді орнату нақтылығын бақылау схемасы (а – в).

Шпиндельдің ұшының белағаш соғуының бақылау (3.61, б-сурет) индикатор көмегімен өтеді, оның өлшегіш ұшы шпиндель ұшына тіреліп тұрады. Белағашты соғуын шпиндельді бұрауда индикатордың көптік және аздық көрсеткіштерінің айырмасы ретінде анықтайды.

Шпиндель белағашы тесігінің параллельдігін бақылау (3.61, в-сурет) шпиндельдің шошақ тесігіне салынған, негіз жақытығына ілдірік әдісі көмегімен іске асырады. Ілдіріктің белгілі ұзындықтағы параллельдігін (мысалы, 100 мм) индикатор көрсеткіштерінің әртүрлігімен анықтайды, оның өлшегіш ұшын пайда болатын ілдірік бойымен тік жазықтықта жылжиды.

**Артқы бақайшықты жинастыру нақтылығын бақылау.** Артқы бақайшық пиноліндегі жазықтық негізінде шошақ тесігі белағашының параллельдігін, пиноли шошақ тесігіне салынған ілдірік көмегімен іске асырады (3.62, а- сурет). Параллельдікті индикатор көрсеткіштерінің әртүрлігі бойынша, ілдіріктің белгілі ұзындығында индикатор арқылы өлшейді (мысалы, 100 мм), оның өлшегіш ұшы пайда болатын ілдірік бойымен тікшіл жазықтықта жылжыйды.

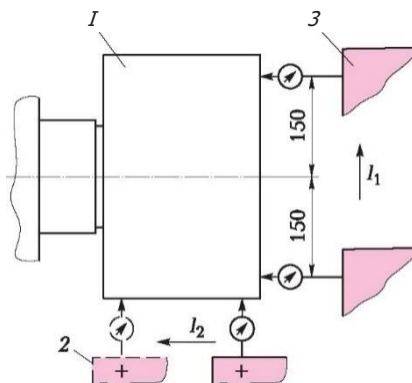
Белағаш бойымен ауысу дағы артқы бақайшықта пинолидің орналасу тұрақтылығын өлшеу, тікшіл және көлденең жазықтықтардағы күшпеге ұштары тірелетін, тікшіл және көлденең жазықтықтарда индикаторлар көмегімен өлшенеді (3.62, б-сурет). Күшпе қалпының тұрақтылығы күшпенің осьтік бағытта максималды жылжуы барысында индикатор көрсеткіштерінің



3.62-сурет. Күшпенің орналасу тұрақтылығын күшпенің белағаш бағытымен максималды орнын ауыстыру схемасы (б):

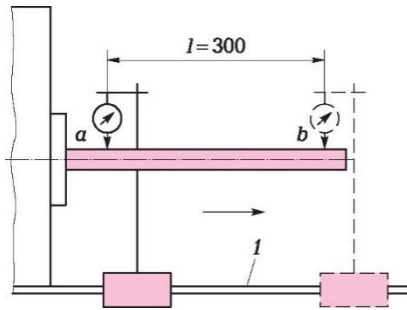
$b$  – күшпе ұшына дейінгі қашықтық

Суппортты топ құрастырмасын нақтылығын бақылау. Күйменің және көлденең суппорттың, шпиндельдің жылдамдық қорабына және екі индикаторларға орналастырылған эталлонды бөлшек көмегімен перпендикулярлы орнын ауыстыруды бақылау.



3.63-сурет. Шпиндель белағашы бойымен көлденең суппортының перпендикулярлы жылжуын анықтау схемасы:

$1$  – эталлонды бөлшек;  $2$  – бойлық суппорт;  $3$  – көлденең суппорт;  $1_{..}$ ,  $=/2$  – бойлық және көлденең суппортының жылжуы ( $1_{..}$ ,  $=/2$ ).

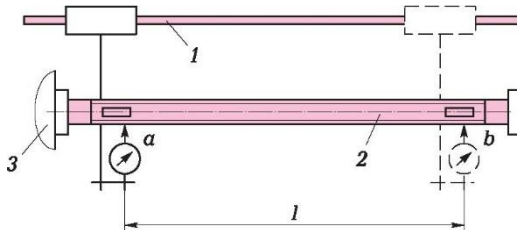


3.64-сурет. Тұғырлы бойлық бағыттауыштарының шпиндельді саңылау осі параллельдігін анықтауға арналған схемасы:

$l$  – тұғыр;  $a, b$  – индикаторлар көрсеткіштері;  $l$  – индикатордың жылжу

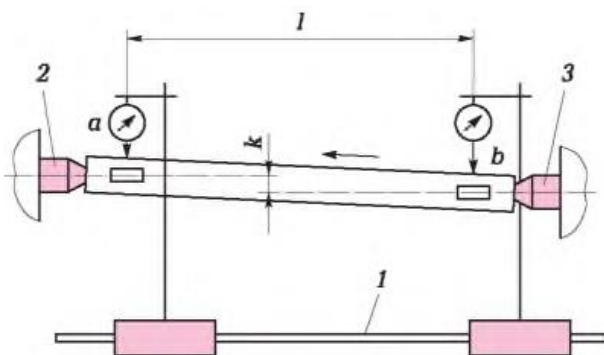
Перпендикулярлықты түпнұсқалық бөлшектің үстіңгі беті бойынша анықталған аралыққа жылжуы кезінде индикаторлардың көрсеткіштері бойынша анықтайды (3.63-сурет).

**Жоңғыш білдектің құрастырылуына бақылау жүргізу.** Көлденең суппорттың бағыттағыштары тұғырдың немесе сүмбі белдігінің бағыттағыштарына перпендикулярлы болу қажет. Бағыттағыштардың перпендикулярлығын тексеру үшін көлденең суппорт үстіне индикаторды бекітеді, өлшегіш бұрамасын сүмбі ішінде салынған түпнұсқалық бөлшекке тірейді. Перпендикулярлықты анықтау үшін көлденең суппортты анықталған аралыққа жылжытады, сонымен қатар индикатор тілдерінің ауытқуы белгіленеді (3.61, в-суретін қараңыз).



3.65-сурет. Тұғырдың бойлық бағыттағыштарындағы жүріс бұрамасы осінің параллельдігін анықтау схемасы:

$1$  – білдек тұғырының бойлық бағыттағышы;  $2$  — жүріс бұрамасы;  $3$  — берістер қорабы;  $a, b$  — индикаторлар көрсеткіштері;  $l$  — индикатордың жылжу шамалары



3.66-сурет. Алдыңғы және артқы қысқыштарының орталарының өзiктестiгiн анықтау схемасы:

*l* — бойлық бағыттағыш; 2 — алдыңғы қысқыш ортасы; 3 — артқы қысқыш ортасы; *l* — жақтау бойынша индикатордың жылжу шамасы; *a*, *b* — индикаторлар көрсеткіштері; *k* — тiк кеңiстiкте алдыңғы және артқы қысқыштың ось орталары белдіктерінің сәйкес келмеу шамасы

Көлденең тiрек шпиндельдің осьтерінен әрбiр бағытта 150 мм жылжығанда ауытқу 300 мм ұзындығынан 0,02 мм аспауы керек. Артқы қысқыштың дұрыс орнатылуы қыспақ арқылы индикатор бойынша тексерiледi. Артқы қысқыштың күпшесіндегi саңылау белдігі көлденең және тiк кеңiстiктердегi тұғыр бағыттағыштарына параллельдi болу керек (3.64 және 3.65-суреттер). Бұл тексерiстi екі кеңiстiкте де сағат тәрiздес индикаторлармен жүргізедi. Сонымен қатар, ұзындығы 300 мм түпнұсқалық жақтауды қолданады, ал индикаторлар суппортқа немесе өлшегiш пластинаға бекітедi және тұғыр бағыттағыштары бойынша жылжытады (3.62, б-суреттi қараңыз).

Жоғарғы суппорттың нөлдік штрихтың дұрыстығын және алдыңғы және артқы орта осьтерінің сәйкес келуін индикатор және жақтау арқылы тексеруге болады (3.66-сурет).

## 3.8. БҰЙЫМДАРДЫ АВТОМАТТЫ ҚҰРАСТЫРУ ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ

Құрастыру өндiрiсi операцияларды орындау күрделiлiгiмен және әртүрлiлiгiмен, жоғарғы еңбек сыйымдылығымен және құнымен сипатталады. Машина жасау және аспаптар жасауда құрастыру барысындағы еңбек сыйымдылығы бұйымды жасаудағы жалпы еңбек сыйымдылығынан 30... 70% құрайды, ал олардың қазiргi таңда автоматтандырылуы 10.15% аспайды. Қол еңбегiнiң шығындарын

азайту қажеттілігі құрастыру амалдарын автоматтандыру мәселесін өте маңызды етеді. Құрастыру процестерін автоматтандыру арнайы құрастыру машиналар арқылы немесе өнеркәсіптік роботтар (ӨР) арқылы жүзеге асырылады. Бірінші жағдайдағыдай да екінші ретте де құрастыру машинасын жасау немесе ӨР қолданар алдында бөлшектерді автоматтық қосу процесіне терең талдау жүргізіліп, құрастыру машинасының немесе ӨР қызметтерін анықтау және сәйкес келетін талаптардың өңделуі қажет. Мұндай талдауларды жүргізу, құрастыру процесінің толық сипаттамасы және автоматтандырылған құралдарға қойылатын талаптарды анықтау, құрастыру процестерін автоматтандырудағы технологиялық әзірлемелердің негізгі міндеттері болып табылады.

Екі бөлшекті автоматтық қосу үшін олар кеңістікте қажетті салыстырмалы қалыпта болуы қажет және белгілі салыстырмалы қозғалыстар қамтамасыз етілуі қажет. Ұштастырылатын бөлшектердің үстіңгі беттерінің қалпы және қозғалу көрсеткіштері мәндерінің арақатынасы *жинамдылық шарты* деген атауға ие болды. Білік пен төлкені қосу үшін (қарапайым бейнелеу үшін бір кеңістіктегі білік пен төлкенің қосылуын қарастырамыз, 3.67-сурет) төлкенің А бағытында жылжу кезінде төлке саңылауының белдемесінің білік мойнының белдігіне қатысты жылжытылуы е белдіктердің салыстырмалы бұрылысы  $a/L$  олардың қосылуына кедергі жасамау керек. Төлкенің білікпен жинамдылық шарты болып келесі теңсіздік болады

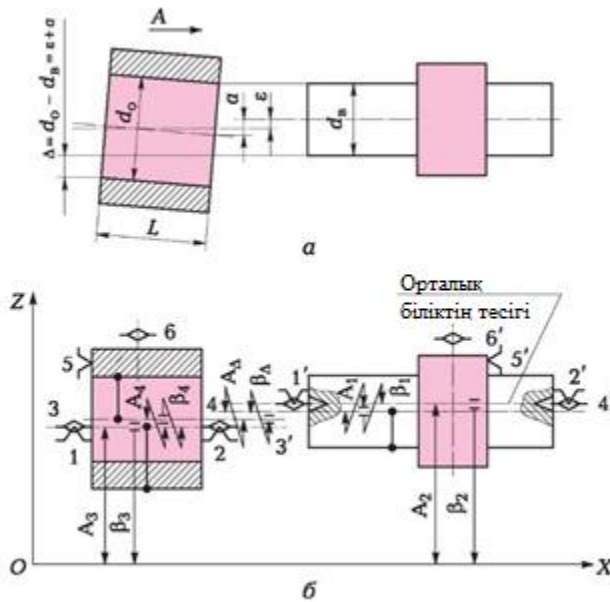
$$\varepsilon_{\max} + \alpha_{\max} \leq \Delta_{\min},$$

мұндағы  $\Delta_{\min}$  – төлке және білік мойнының саңылау арасындағы ең аз саңылауы.

Қосылатын бөлшектердің қажетті қалпы олардың базалануымен қамтамасыз етіледі. Төлке мен білікті 3.67, *b*-суретінде көрсетілгендей, *XOZ* жүйесінде базалаймыз, бастапқы қалыпта бөлшектер тыныштық қалпында болады деп есептейміз. Төлкені А бағытында жылжыту үшін 5 тірек нүктесімен белгіленген геометриялық байланысты кинематикалық байланысқа айналдыру қажет.

Базаларды талдау барысында қосылатын бөлшектердің санап шығарудың сұрыпталған жүйесімен өлшемдік байланыстардың пайда болуына әкеледі, ал олардың салыстырмалы қалыптарына қойылатын талаптар сәйкес өлшемдік тізбегінің тұйықтаушы буындары көрсеткіштерінің мәндерін анықтайды.

Төлке және білікке қатысты бұл А және р өлшемдік тізбектері болады,  $A_{\Delta} = 0$ ,  $TA_{\Delta} = \varepsilon_{\max} = 0$ ,  $\Delta_{0A\Delta} = 0$  және  $\beta_{\Delta} = 0$   $T\beta_{\Delta\max} = a_{\max}/L$ ,  $\Delta_{0B\Delta} = 0$ .



3.67-сурет. Төлке және білікті құрастыру схемасы:

*a* — төлке және біліктің құрастыру шартын анықтау; *б* — төлкенің және білік мойнындағы саңылауының өзiктестiгi тәуелдi өлшемдiк тiзбектерiн анықтау үшiн төлкенiң және бiлiктiң базалануы; 1—6 — төлке базалары; 1'—6' — бiлiк базалары; *L* — төлке ұзындығы;  $d_B, d_Q$  — төлке және саңылау диаметрлерiнiң сәйкестiгi

Төлке және білікті біріктіру мысалында пайда болатын өлшемдік тізбектердің буын құраушыларының физикалық мағынасын талдайық.  $A_1, A_4$  және  $r_1, r_4$  буындар құрастыру машинасында немесе ОР базалық құрылғылар қандай күйде болатынын көрсетеді.  $A$  және  $p$  өлшемдік тізбектер базалық құрылғылардың, сондай-ақ құрастырма машиналардың немесе ОР қосылатын бөлшектерінің дәлдігіне қойылатын талаптарды анықтайды.

Көбінде бөлшектердің автоматтық қосылуы құрастыру машинасы немесе ОР құрылғыларымен берілетін олардың салыстырмалы қалыпындағы ауытқусыз мүмкін емес. Мысалы, төлке мен білікті саңылаусыз қосу үшін, оны  $A$  бағытында жылжыту үшін төлкедегі тесіктің білік мойнымен абсолюттік өзiктесiгiн қамтамасыз ету қажет болушы еді, бұл орындалмайтын шартқа әкеледі

$$\varepsilon + a = 0.$$



Бөлшектерді құрастырудың шарттары қосылу кезінде олардың қалыптарының реттелу мүмкіндігі жасалған жағдайда кеңейе түсуі мүмкін.

Мысалы, білікке төлкенің бекітілуі кезінде қалпын реттеуіне себептес болатын бөлшектердің соқтығысу сәтінде сыналық жұпты құрастыратын білік бойынша төлкенің орталықтануын қамтамасыз етеді. Жүзінің ені  $b$  болғанда бөлшектердің жинамдылық шарты кеңейе түседі және келесі теңсіздікпен шығарылады:

$$\varepsilon_{\max} + \alpha_{\max} \leq \Delta_{\min} + b.$$

Бірақ қосылатын бөлшектердің сыналануынын алдын алу кезінде білік мойны белдігіне қатысты төлкедегі саңылау белдігінің бұрылу бұрышы  $u$  мәнінен аспау қажет.  $u$  бұрышының рұқсат етілген мағынасы жүздер көрсеткіштерінің және бөлшектердің түйіндесуі жүргізілетін үстіңгі беттерінің өлшемдері байланысына тәуелді.

Бөлшектерді автоматты түрде қосу процесіне олардың салыстырмалы қалпын реттеу базалаудың бірнеше ауыспалы схемаларына сәйкес. Базалаудың бір схемасынан басқасына қажетті көшуі құрастыру машинасы немесе ӨР сәйкес құрылғысын қамтамасыз ету қажет.

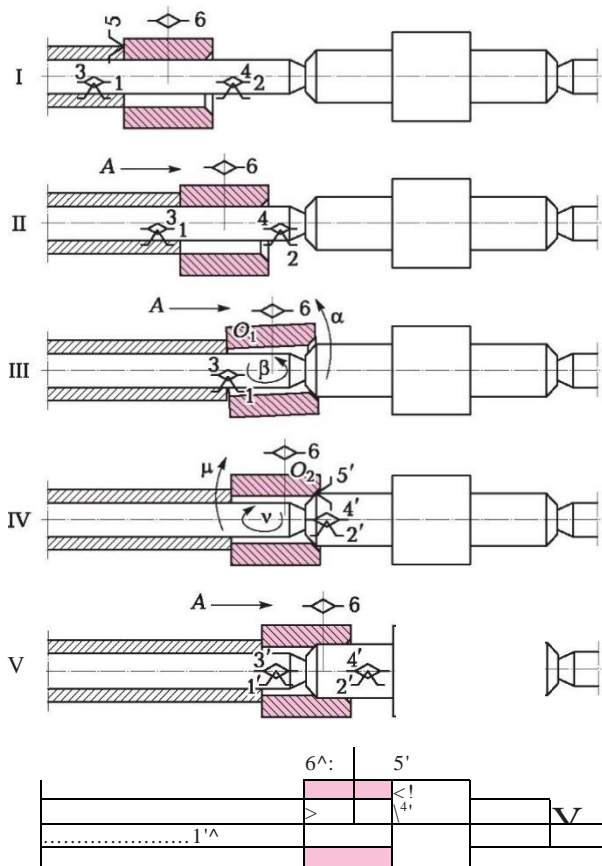
Төлкені білікке қондыру кезіндегі базалау кезеңдерін және құрастыру машинасының әрекет етуін қарастырайық. 3.68-суретінде тек төлкенің базалану схемасы көрсетілген.

**I кезең.** Бастапқы қалыпта төлкені білік орнатылған орталардың біріне орнатады (жетек сояушының бүйір жағына тірелгенше).

**II кезең.** Төлкені орта осі бойы қозғалтады, ол үшін геометриялық байланысты 5 кинематикалық байланысқа  $A$  ауыстырады.

**III кезең.** Төлке жүзімен білікке тиді және білікке жүзімен отыру үшін  $O_j$  нүктені айнала бұрылу қажет. Осы сәтте 2 және 4 геометриялық байланыстары түсіріліп, төлкенің екі координаттық кеңістіктерде бұрылуын қамтамасыз ететін  $a$  және  $p$  кинематикалық байланыстармен ауыстырылу қажет.

**IV кезең.** Білікке отырғызылу үшін төлке  $O_2$  нүктесін айнала бұрылу қажет. Ол үшін төлке 2' және 4' сүйеніш нүктелерімен білік контур бойынша ортақталып, бір сәтке 5' сүйеніш нүктесімен біліктік қозғалыстан тыс болады, сонымен қатар пайда болған  $\wedge$  және  $\vee$  кинематикалық байланыстармен білікке қатысты оның тесігінің белдігі білік мойнының белдігі қиысуға дейін бұрылады.



3.68-сурет. Білікке қондыру кезіндегі төлкені базалау кезеңдері (I—VI)

*V кезең.* Төлкенің білікке ену сәтінен бастап оның базалануы толық білікпен жүргізіледі. Осы бағытта төлкені қозғалту үшін  $5'$  геометриялық байланысы қайтадан  $A$  кинематикалық байланысқа ауыстырылу қажет.

*VI кезең.* Төлке біліктің бүйір жағына тірелгенше итерілді. Осы сәтте  $A$  кинематикалық байланысы доғарылып,  $5'$  геометриялық байланысы күшіне ену қажет.

Құрастыру барысында қажетті байланыстардың әрекет жасауы құрастыру машиналардың немесе ӨР жетектерімен жасалатын күштерімен, қосылатын бөлшектердің ауыртпалық күштерімен, реакция және үйкелу күштерімен қамтамасыз етіледі. Төлке мен білікті құрастыру мысалынан құрастыру процесінің әр кезеңінде осы кезеңде шешілетін мақсатқа сәйкес күштер жүйесі болатыны көріледі. Құрастыру жүргізетін технологиялық жүйе анық қатты болмайды.

Бұның бәрі құрастыру процесінде талаптарды құрылымдық қамтамасыз ету және бөлшектерді автоматтық қосу процесінің маңызын ашудағы ерекше мұқияттылықты талап етеді.

Ауыспалы тәртіппен құрастыру процесін жүргізу қажеттілігі құрастыру машиналарын және ӨР бөлшектердің салыстырмалы қалыптарының ауытқуларының реттелуін қамтамасыз ететін «пассивтік икемділік» құрылғыларымен, қажетті сәтте басқа тәртіптерге автоматты түрде ауыстыратын бейімді басқару құрылғыларымен жабдықтауын мәжбүр етеді. Осы түрлі құрылғыларға қосылатын бөлшектердің салыстырмалы қалыпын түзету, құрастыру процесінің жылдамдылығын реттеу жүктеледі. Осындай құрылғылардың әрекет ету тиімділігі процесінің физикалық маңызына және құрастыру процесіне ілеспелі құбылыстарға не ғұрлым терең енуден тәуелді.

Сонымен, құрастыру процесін автоматтандыру кезіндегі технологиялық өндеулердің мақсаты – келесі міндеттерді шешу:

- Бөлшектердің өзіндік дәлдігін ескере отырып, автоматтық құрастыру негіздерін және әдісін бірге талдау кезінде бөлшектердің жинамдылық шарттарын шығару;
- Бөлшектерді автоматтық қосу процесін суреттеу, бөлшектерді құрастыру барысындағы негіздеу процесін ашу және құрастыру процесі үшін қажетті күштер жүйесін жасау;
- Құрастыру процесі тәртіптерінің әрекет ету күштерінің есебін жүргізу және құрастыру машинаның немесе ӨР қызметін және құрастырудың әр кезеңінде қойылатын талаптарды анықтау;
- Автоматтық құрастыру барысында әрекет ететін өлшемдік байланыстарды шығару, негіздеу құрылғылардың, құрастыру машиналардың немесе ӨР дәлдігін анықтау үшін талаптарды өндеу;
- Құрастыру процесінің барлық ерекшеліктерін, машина немесе ӨР қызметтерін және қанағаттандыратын технологиялық шарттарын көрсетіп, құрастыру машина қызметін немесе ӨР мен техникалық жағдайларда тапсырманы өндеу.

Автоматтық құрастыру жабдықтардың құрамы бұйым құрылымы және оны жинақтау технологиясымен анықталады. Көп жағдайда автоматтық құрастыру машиналар бір атаулы бұйымдарды немесе соған ұқсас бұйымдардың шағын номенклатурасын құрастыру үшін қолданылады, шығарудың жылдық бағдарламасы 200-500 мың дана және сондықтан оларда арнайы мақсаты бар.

Әдетте бұйымды құрастыру процесін бұйымды бөлек құрастыру бірліктерге бөлуге сәйкес екі бөлікке бөледі. Құрастыру бірліктерін құрастыру, оларды күрделілігінен тәуелді, бөлек құрастыру машиналармен немесе көліктік құралдармен біріктірілген құрастыру машиналардың қатары бар автоматтық сызықтармен орындалады.

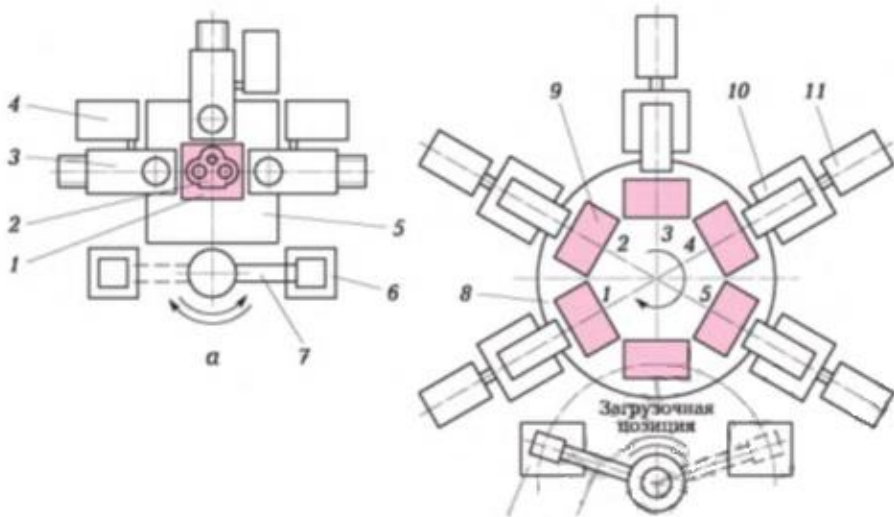
Бөлшектерді немесе құрастыру бірліктерін қосумен байланысты ауысуларын орындаудан басқа автоматтық құрастыру жабдықтарға тасымалдау, тиеу, бағыттау, құрастырудың сапасын бақылау, зерттеу және босату қызметтері жүктелген.

Бұйымды құрастырудың автоматтық процесін жасау кезінде құрастыру жабдығын тұтастыру сұрағы маңызды болып келеді.

Бір позициялы құрастыру машиналарын (автоматтарды) қолдану кезінде тасымалдау операциялардың саны азаяды. Бірақ бұндай құрастыру машинаның дербес тиеу, бағыттауыш, коректендіру және жинақтау құрылғыларының саны құрастыру бірлігіне бірінен кейін бірі құрастырылатын бөлшектер санына тең болу қажет. (3.69, а-сурет).

Бұл талап операцияларды топтау мүмкіндігін төмендетеді, жөндеу кезінде құрастыру машинаның құрылысын маңызды күрделелендіру мүмкін. Сондықтан бір позициялы құрастыру машиналарын аз санды бөлшектері бар құрастыру бірліктерін құрастыру үшін қолданады, немесе біркелкі бөлшектер және оларды біруақытылы құрастыру кезінде қолданылады.

Әртүрлі операцияларды параллельді орындауға рұқсат берілетін көппозициялы машиналарды қолдану кеңінен тараған (3.69, б-сурет). Осындай машинаның тиеу позициясына бұйымның негізді бөлшегін орнатады, ол бір позициядан басқа позицияға ауысып отырады, әрқайсысында өзінің құрастыру операциялары жүргізіледі. Құрылғыларды әдетте айналым үстеліне орнатады, бір айналымы бұйымды құрастырудың толық циклін орындайды. Әдетте көппозициялы машиналар алты-сегіз жұмыс позициясынан аспайды, сонымен күрделі бұйымдарды құрастыру үшін қолданулары шектелген.



3.69-сурет. Құрастыру машиналарын (автоматтарды) құру схемалары:

*a* — бірпозициялы: 1 — құрылғы; 2 — құрастырылатын бұйым; 3 — құрастыру бастиегі; 4 — магазиндік құрылғы; 5 — құрастыру автоматының үстелі; 6 — үстел; 7 — манипулятор; *б* — көппозициялы: 1 — 5 — жұмыс позициялар; 6 — манипулятор; 7 — үстел; 8 — айналма үстел; 9 — құрылғы; 10 — құрастыру бастиегі; 11 — магазиндік құрылғы

Күрделі бұйымдарды құрастыру автоматтық желіде жасалады, олар бірпозициялы және көппозициялы машиналардан тұра алады. Автоматтық желілерде жеке құрастыру бірліктерін бүтін бұйым етіп жинау қолданылады, мысалы ішкі жану қозғалтқышының блогына, электрқозғалтқышына және т.б. Автоматтық желінің барлық позициялары өзара тасымалдау құрылғыларымен байланысқан, құрастыру машиналарына базалау бөлшектерін жеткізу үшін. Әр позицияда құрастыру операциясын орындау үш жақтан бірдей мүмкін, бұл операцияларды ұштастыру еркіндігін береді.

Көп мөлшерде жасалатын бұйымдарды құрастыру үшін, мысалы доңғалақты шынжыр құрастыру, жоғары өнімділікті роторлық автоматты сызықтар қолданылады. Роторлық сызық құрамына құрастыру роторлары, көліктік құрылғылары, жиналатын бөлшектерді автоматтық тиеу құрылғылары, бақылау құрылғылары және т.б. кіреді. Құрастыру процесі үздіксіз болады. Сонымен қатар,

әр технологиялық роторда оның толық бір айналымында бір құрастыру операциясы жүргізіледі.

Құрастыру машиналарына қарағанда ӨР қолданумен автоматтық құрастырудың басты ерекшелігі – басқа бұйымдарды құрастыруға өзгерту мүмкіндігі болып табылады. Бағдарламалық басқару құрылғылары болған жағдайда осындай машиналардың жан-жақтылық дәрежесі жоғарылайды және құрастыруды автоматтандыру кезінде оларды көпноменклатуралы сериялық өндіріс кезінде қолдану мүмкіндігін береді.

Кез келген роботтың қызметі кеңістікте тәріздес әрекет жасау қатарына жүйеленеді: алу – салу, көтеру – түсіру, бұру, апару, негізінде бөлшектерді құрастыру орнынан дейін жеткізуін, бағыттауын, әртүрлі технологиялық процестердің орындалуын, құрастыру сапасының бақылануын және т.б. жүргізеді.

Роботқұру саласының маңызды ілгерілеуіне және ӨР мүмкіндіктерінің кеңеюіне электрондық және микропроцессорлық техниканың дамуы ықпал етуде. Алғашқы ӨР қарапайым қайталану операциялар бойынша адамды алмастыру үшін арналған, қазіргі уақытта роботтар жоғары біліктілікті мамандар орындайтын күрделі құрастыру операцияларын орындайды. Даму қатты бағдарлы автооператорлар мен манипуляторлардан бағдарламалық басқаруы бар роботтарға және бейімді ӨР өркендеуде.

Қазіргі уақытта қарапайым бейімді жүйелер күштері және айналма сәттері бойынша сенсорлық құрылғыларымен толықтырылады. Бұйымдарды құрастыру кезінде роботтардың мүмкіндіктерін кеңейтетін осындай құрылғылар санына көзбен шолу (техникалық көру), түйсіну және кинестатикалық (сезу, қысымды әсер ету) құрылғыларды жатқызады.

Мысалы, визуалды сенсорлық құрылғылар келесі мүмкіндік береді:

- Бөлшектердің қосылу процесін бақылау және бейімді құрастыру құрылғыларын басқару;
- Түйіндердің құрамдалуын жүргізу;
- Сыртқы түрі және өлшемдері бойынша 100%-дық бақылау жүргізу және нормадан ауытқу сипаты туралы статикалық мәліметтер беру;
- Сыртқы түрі және өлшемдері бойынша сұрыптау және қажетті бөлшекті жылжымалы конвейерден, сөреден немесе ыдысынан алу;
- Құрастыру процесін басқарудың қашықтықтан жүргізу және т.б.

ӨР қолданумен құрастыруды ұйымдастыру нысаны көбінде бұйымдар күрделілігінен тәуелді және толығымен ӨР қамтылған жолдың немесе бір жұмыс орнында орындалады.

Бірінші жағдайда робот айналасына жинақталатын бөлшектері бар қоректендіргіштерді, қармау құрылғыларының жиынын, робот өзі жабдықтандырылатын әртүрлі саймандарды және стационарлық құрылғыларды (бұрғылау бастиегі, сыққыш және т.б.) орнатады, робот құрастырылатын бұйымдарды әлдеқандай операцияларды орындау үшін береді. Бір жұмыс орнында құрастыру мүмкіндігінің кеңеюі «көпқолды» роботтардың қолдануын тудырады.

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

---

1. Машина жасауда қолданылатын құрастыру түрлерін атаңыз.
2. Құрастырма бірліктердің түрлерін атаңыз.
3. Машинаны құрастыру схемаларының мақсаты қандай?
4. Бөлшектерді қосу тәсілдері қандай?
5. Сырғыма және тербеліс мойынтірегімен түйіндерді құрастыру туралы айтыңыз.
6. Тісті берілістің құрастырылуын сипаттаңыз.
7. Құрастыру машиналарымен (автоматтармен) салыстырғанда өнеркәсіптік роботтарды қолданумен автоматтық құрастырудың басты ерекшелігі қандай?
8. Құрастыру процесіне кіретін ауысуларды атаңыз.
9. Дәлдігі анықталатын машинаны құрастыру процесінде технологиялық өлшем тізбегін қалай шығарып, есептеуге болады?
10. Нақты бөлшектің үстіңгі бетінің салыстырмалы қалыпын қандай шамалармен сипаттауға болады?
11. Қандай жағдайда бөлшекті қыруы жұмысы жүргізіледі?
12. Бөлшектерді тартылыспен қосу еңбек сыйымдылығының азаюына және сапасының жоғарылатуға қандай шаралар қолданады?
13. Өлшеудің қателігі қандай және олар қалай пайда болады?
14. Машинаның геометриялық көрсеткіштерінің дәлдігін бағалау әдісін немесе құралдарын қалай талдауға және өңдеуге болады?

# ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІ АВТОМАТТЫ ЖОБАЛАУ

## 4.1. АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖОБАЛАУДЫҢ НЕГІЗГІ ЕРЕЖЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОНЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ

**Негізгі ережелер.** ӨТДАЖ негізгі жүйесін өндірістің технологиялық дайындық қызметін орындау кезінде адамдардың, машиналық бағдарламалардың және техникалық құралдардың автоматтандыруын тиімді өзара әрекетін қамтамасыз ететін («Өндірістегі технологиялық дайындықтың автоматтандырылған жүйесі. Талдаманың құрамы және тәртібі» Р 50-54-86-88 инженерлік-техникалық жұмыстардың автоматты құралдарын жүйелі қолдануын құрайды. ӨТД автоматтандырылған жүйесі бұйымның конструкциясының технологиялысын, технологиялық процестерді жоспарлаумен, технологиялық жабдықтау құралдарының жоспарлау және дайындауымен, ӨТД басқаруымен байланысқан ӨТД функцияларын өңдеуге тартылады.

Әдетте ӨТДАЖ қосалқы жүйелерден тұрады. Бұл ретте әртүрлі нұсқаларда олардың бірігуі не әр қосалқы жүйенің жеке қолданылуы қарастырылады. Осылайша, ӨТДАЖ негізгі құрылымдық элементі қосалқы жүйе болып табылады.

Функционалдық тағайындау бойынша екі түрлі қосалқы жүйе бар: жалпы және арнайы тағайындау.

Шешілетін мәселелердің сипатына байланысты **жалпы мақсаттағы қосалқы жүйесінің** негізгі құрамын орнатады:

- ақпараттық ізденіс;
- иодтау, бақылау және ақпаратты түрлендіру;
- түрлі деңгейдегі БАЖ бастапқы мәліметтерін қалыптастыру;
- Техникалық құжаттаманы рәсімдеу.

ӨТД жүзеге асыру функциясына байланысты **арнайы мақсаттағы қосалқы жүйесінің** негізгі құрамын орнатады:

- Бұйым құрылымының технологиялығын қамтамасыз ету (технологиялығының құрамдық бағалауы және өндірістік жүйені жетілдіруге қатысты);



- Технологиялық процестерді жоспарлау (өңдеу түрі бойынша);
- Технологиялық жабдықтау құралдарын құрастыру (түрлері бойынша);
- ӨТД жіберу;
- Технологиялық жабдықтау құралдарын дайындау.

Арнайы тағайындаудың қосалқы жүйесі бір жағынан АЖЖ негізінде (технологиялық процестерді жоспарлау және технологиялық жабдықтау құралдарын құрастыру міндетін шешу), ал екінші жағынан – жабдықтарды дайындаудың технологиялық процесін қоса алғанда ӨТД барысын басқару, жоспарлау процесін басқару міндеттерін шешетін БАЖ негізінде іске асырылады.

Арнайы тағайындау қосалқы жүйесінің құрамын ӨТД ерекшелігін және экономикалық ойға қонымдылығын басшылыққа алып әр кәсіпорынға бөлек орнату қажет. Арнайы тағайындау қосалқы жүйесінің бірлескен функционалдауы жалпы тағайындаудың бірыңғай қосалқы жүйесімен қамтамасыз етіледі.

ӨТДАЖ өңдеу жалпыға ортақ қосалқы жүйелер үшін ақпараттық, математикалық, әдістемелік, ұйымдастырушылық, техникалық, лингвистикалық және бағдарламалық қамтамасыз етуді болжайды. Бағдарламаларды әзірлеу кезінде блоктық құрылым құру да, бағдарламалаудың модульдық принципі де (модульдер кітапханасы үнемі толықтырылады және жаңартылады) қолданылады.

**Автоматтандырылған технологиялық жобалауды ұйымдастыру.** «Автоматтандырылған технологиялық жобалауды ұйымдастыру» Р 50-54-87-88 сәйкес технологиялық жобалаудың міндеті бұйымның өндірістік технологиялық конструкциясын және өндірістік жүйенің жетілдірілуін қамтамасыз ету, технологиялық процестерді, өндірістік жүйе элементтерін, технологиялық жабдықтарды жобалау болып табылады.

Технологиялық процестерді автоматтандырылған жобалау типтік және топтық технологиялық процестердің, жеке технологиялық процестердің және ұқсас операциялардың, сонымен қатар жеке жобалаудың негізінде жүргізеді.

Технологиялық-аналогтық процестер негізіндегі автоматтандырылған жобалауға кіріскенде алдымен бұйымдар номенклатурасын таңдайды, олардың құрылымын, дайындау және қолдану талаптарын зерттейді. Содан соң бастапқы мәліметтерді кодтау процесіне құрылымдық құжаттамаларды дайындайды, бастапқы деректер бланкісін толтырады.

Конструктивті-технологиялық код технологиялық процестерді жобалауды автоматтандыру деңгейіне байланысты бастапқы деректерді дайындау кезеңінде немесе ЭЕК есептерді шешу бастапқы кезеңінде қалыптасады.

Технологиялық процестерді іздеу кезеңінің барысында өндіріске дайындалатын бұйымның және іздеу жүйесінің ауқымында сақталатын бұйым ұсынушының конструктивті-технологиялық кодының салыстыруын жүргізеді.

Қорытынды кезеңдерде технологиялық бағдар мен технологиялық операцияларды жоспарлайды, әзірлеу тәртібі мен уақыт нормаларын есептейді, технологиялық құжаттарды рәсімдейді.

Технологиялық процестерді жеке автоматтандырылған жобалау технологиялық-аналогтық процестер болмаған жағдайда жүзеге асырылады.

Бірінші кезеңде осы бұйым үшін бар автоматтандырылған жобалау жүйесін қолдану мүмкіндігін талдайды, бастапқы деректерді кодтауға құрылымдық құжаттамаларды дайындайды, сәйкес бланкіні толтырады. Содан соң бұл өндіру үшін дайындаманы алудың лайықты әдісін анықтайды, бағдарлы технологиялық процесті жобалайды. Құрылымның негізгі элементтеріне технологиялық базаларды таңдап, әдіптер мен өңдеудің технологиялық өлшемдерін анықтайды. Құрылымдық-технологиялық өңдеу схемаларын ауыстыру деңгейінде жобалау, операцияларға өтулерін және негізгі технологиялық жабдықтарды таңдауға арналған модельдерді біріктіреді.

Соңында технологиялық процес операцияларын әзірлейді, операция құрылымдары мен өңдеу құралына ауысуды орындау бірізділігін анықтайды. Қажет болған жағдайда арнайы құралды жобалауға техникалық тапсырма әзірлейді, технологиялық жабдықты таңдайды, өңдеу тәртібін есептейді. СББ білдегі үшін УП бір мезгілде дайындайды.

Соңғы кезеңдерде уақыт, мамандық нормаларын, жұмысшылардың біліктілігінің анықтайды, технологиялық процестерді түзейді, технологиялық құжаттамалардың жиынтығын дайындайды.

**Өндірістік жүйе элементтерін жобалаудың жалпы ережелері.** Негізгі өндіріс цехтары мен учаскелерінің ерекшелігі, өнімнің жылдық жобалық жобалауына, бейіндік кәсіпорын және содан соң әр цехтың бұйым номенклатурасы ауқымында енетін бұйымның барлық номенклатурасын ауқымында өндірістің ұқсас нысандарын құрылымды топталуы негізінде олардың құрылымын әзірлеу бастапқы деңгей ретінде қызмет етеді.

Алынған деректер нәтижесінде өндірістік бөлімшелер мен өндірістік түрлері бойынша негізгі технологиялық құрылғылардың қажетті санын анықтайды. Бұл жабдықта дайындаманы өңдеу қиындығының нормасы және өнімнің жылдық жоспарлы бағдарламасы негізінде құралдың түрлері бойынша есептеулер жүргізеді.

Көп номенклатуралы ағымдық желіні және учаскелерді қалыптастыру үшін өңдеудің құрылымдық-технологиялық сызбасын есепке ала отырып технологиялық процестердің тұтастығы бойынша өндіріс объектілерін топтайды. Операцияларды орындау бірыңғай бірізділігімен сипатталатын өндіріс нысандарының топтарын бөледі. Құрылымдық-технологиялық сызбаларды технологиялық операциялар арасындағы болып өткен арақатынасы және олардың орындалуы бірізділігінің барлық нұсқаларының анықталуы айқындалуы тиіс.

Технологиялық жобалау технологиялық аналогтық-процестік, жеке жобалау және өндірістік жүйе элементтерін жобалау негізінде жобалау кезеңдері арасындағы өзара байланыс орнатуы тиіс.

## **4.2. ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІ АВТОМАТТЫ ЖОБАЛАУДЫҢ ЖҮЙЕЛІК МІНДЕТТЕРІ ЖӘНЕ**

Машина жасауда өсу көлемінің ұлғаюына, бұйым құрылымының және технологиялық процестердің қиындауына, ӨТЖ қысқа уақыт мерзімдері мен мамандардың шектелген санымен туындаған автоматтандырылған технологиялық процестерді жобалау жүйесін (АТУ ЖЖ) машина жасауда кеңінен қолданады.

АТУ ЖЖ қолдану жобалау процесін тездетуді ғана емес, оның сапасын мүмкін нұсқаларды көптеген санын қарастыру және нақты өлшем бойынша (өзіндік құны, өнімділігі және т.б. бойынша) ең жақсысын таңдау жолымен оның сапасын жоғарылатуға мүмкіндік береді.

Жобалауды автоматтандыру жобалау процесінде ЭЕМ жүйелік қолдануын және технолог-жобалаушы мен ЭЕМ арасында міндеттерді дәлелді бөлуді қарастырады.

Автоматтандырылған жобалауды қолдану технологтың еңбек өнімділігін жоғарылатып қана қоймай, жобалаушылар еңбегінің жағдайын, ақыл-формалды (шығармашылық емес) жұмыстардың сандық автоматтандырылуын, технолог қызметінің жандандыруға еліктеме үлгілерді жасауға, туындайтын жағдайлық жобалауда ішінара немесе толық белгісіздік жағдайларында оның жобалық шешім қабылдау қабілетерін жақсартуға көмегін тигізеді.

Технологиялық процесті жобалау өзіндік бірнеше деңгейді қамтиды: технологиялық процестің қағидалық сұлбасын әзірлеу, технологиялық бағдарлы жобалау, операцияларды жобалау, СББ құрылғылары үшін УП дайындау.

Жобалау синтез және талдау міндеттеріне жататын міндеттер тобын шешуге түйістіріледі. Технологиялық процестің «синтез» түсінігі бұл сөздің ауқымды мағынасында «жобалау» түсінігіне мағынасы бойынша жақын. Бірақ та жобалау технологиялық процес әзірленуінің барлық процесі, ал синтез міндетті түрде соңғы емес технологиялық процестің нұсқасын жасауын сипаттауында жасалған ерекшелік бар.

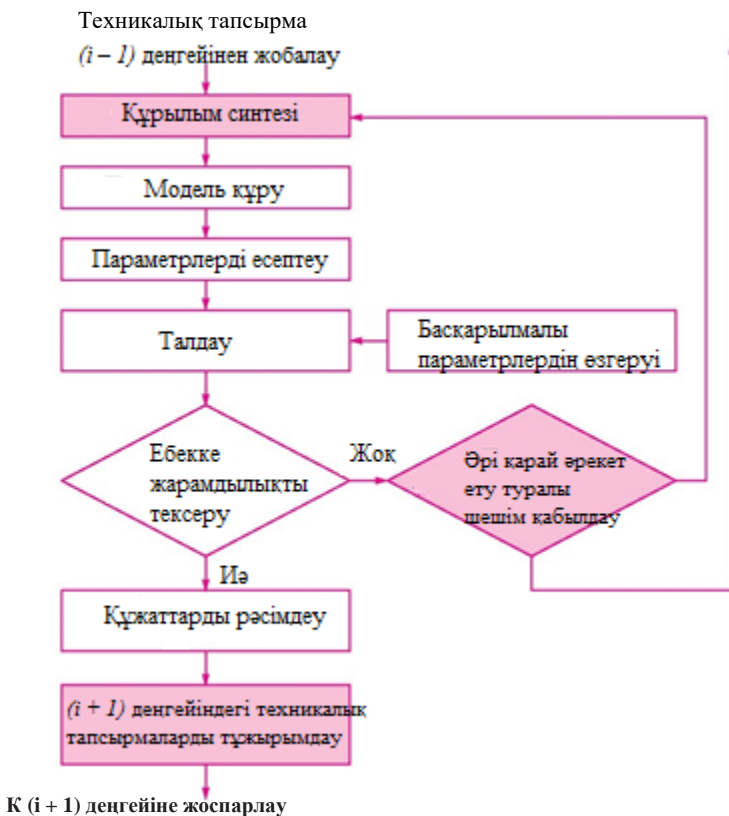
Синтез міндет ретінде талдау міндетін шешумен үйлесіп жобалау кезінде сан мәрте орындалуы мүмкін. Технологиялық процестің немесе операцияның талдауы – бұл олардың қасиеттерін зерттеу; талдау кезінде жаңа технологиялық процестерді немесе операцияларды құрмайды, берілгендерін зерттейді.

Синтез жаңа технологиялық процестердің немесе операциялардың нұсқаларын құруға бағытталған, ал талдауды бұл нұсқаларды бағалауға қолданады.

Өндірістің механикалық жиынының және оның элементтерінің технологиялық процесі дискретті болып табылады, сондықтан синтез міндеті құрылымды анықтауға келтіреді. Егер құрылым нұсқаларының арасында әр басқа қолайлысы, ал кейбір жағдайда ең жақсысы табылса мұндай синтез міндетін **құрылымдық оңтайландыру** деп атайды.

Кейбір критерийлік позициядан берілген құрылым кезінде технологиялық процестердің немесе операциялардың тиімді параметрлерді (кесу тәртібі, сапа параметрлері және т.б.) есептеу **параметрлік оңтайландыру** деп атайды.

Әр деңгейде технологиялық жобалау процесі (технологиялық процестердің және олардың жабдықталуының жоспарлауы) міндеттер жиынтығының шешімі ретінде ұсынады (4.1 сурет). Жобалау техникалық міндет бойынша құрылым синтезінен басталады, кейін құрылымның бастапқы нұсқасын тудырады және жұмысқа қабілеттілік (мысалы, бұйым сапасына берілген параметрлерді қамтамасыз ету бойынша) шарттары позициясынан бағалайды. Құрылымның әр нұсқасы үшін параметрлер оңтайландыру қарастырылған, себебі бағалау параметрлердің тиімді немесе тиімдіге жақын мағыналары бойынша орындалуы тиіс.



4.1-сурет. Жобалау процесінің  $i$  деңгейі схемасы

Қазіргі заманғы жағдайда жағдайда жобалауды орындайтын мамандар ұжымымен (жүйе қолданушылары) немесе қажетті жобалық ұйым бөлімшелімен өзара байланысымен автоматтандыру құралы жиынтығын құрайтын автоматтандырылған жобалауға жүйелік көзқарас қажет екендігі әбден мүмкін. «Ақпараттық технология. Автоматтандырылған жүйеге стандарттар жиынтығы. Автоматтандырылған жүйелер. Терминдер және анықтамалар» ГОСТ 34.003–90 сәйкес технологиялық процестерді жобалаумен қатар АЖЖ құру кезінде қолданатын принциптер қатарын қалыптастыруға болады:

- АЖЖ жобалау ЭЕМ көмегімен жүргізілетін автоматты жүйе ретінде жасалады;
- АЖЖ ашық дамушы жүйе ретінде құрылады. АЖЖ әзірлеу ұзақ уақыт алады, сондықтан оны қолданысқа оларды бөліктер бойынша дайын болуына қарай экономикалық лайықты түрде енгізген жөн. Жүйенің құрылған базалық нұсқасы кенеюі мүмкін. Сондай-ақ, жаңа, тым кемел математикалық үлгілер мен бағдарламалар пайда болуы мүмкін, сонымен қатар жобалау объектілері де өзгереді;
- АЖЖ жобалаудағы барлық деңгейінде автоматтандыруға жиынтық көзқарасты іске асыратын иерархиялық жүйе ретінде құрылады. Жобалауға блоктық – модульдік иерархиялық көзқарас АЖЖ қолдану кезінде сақталады. Осылайша механика жинау өндірісінің технологиялық жоспарлауында құрылымдық, функционалды-логикалық, элементтік (технологиялық процестің қағидалық сұлбасын әзірлеу, технологиялық бағдарды дайындау, операцияны жобалау, СББ станоктары үшін УП дайындау) жобалау қосалқы жүйелері енеді. АЖЖ жиынтық сипаттағы қамтамасыз ету қажеттілігі туындайды, яғни жобалаудың барлық кезеңінде автоматтандыру. АЖЖ иерархиялық құрылымы арнайы бағдарламалық қамтамасыз етуге ғана емес, техникалық құралдарға (орталық есептеуіш жиынтыққа және автоматтандырылған жұмыс орындарына (АЖО) да жатады.

- АЖЖ ақпараттық-келісілген қосалқы жүйелердің қосындысы ретінде барлық немесе көптеген бірізділікпен шешілетін есептердің қызмет көрсетілуі ақпараттық-келісілген бағдарламалармен жүргізіледі. Нашар ақпараттық келісім АЖЖ жеке бағдарламалар жинағына ауысуына әкеледі.

АЖЖ құрылымдық бөліктері қосалқы жүйелер болып табылады. Қосалқы жүйе – оның көмегімен аяқталған нәтижелерді алуға болатын жүйенің бөлінген бөлшегі. АЖЖ құрамына енетін келесі **қамтамасыз ету түрлерін** қарастырады:

- Әдістемелік қамтамасыз ету – автоматты жобалауды қамтамасыз ету құралдарын таңдау құрамы мен ережесін және қолдануды белгілейтін құжаттар жиынтығы;
- Ақпараттық қамтамасыз ету – жобалауды орындау (машиналық тасығыштардағы каталогтар, анықтағыштар мен кітапханалардың жиынтығы) үшін қажетті және берілген формада ұсынған деректер жиынтығы;
- Математикалық қамтамасыз ету – автоматты жобалау үшін қажетті және берілген формада ұсынылған математикалық әдістер, математикалық үлгілер және алгоритмдер жиынтығы;
- Лингвистикалық қамтамасыз ету – терминдер мен анықтамаларды қоса алғанда жобалау тілдерінің жиынтығы, автоматты жобалау үшін қажетті және берілген формада ұсынылған мәтіндерді өрістету мен қысу тәсілдері толық және табиғи тіл нысандауының ережесі;
- Бағдарламалық қамтамасыз ету – жобалауды орындау үшін қажетті және берілген формада ұсынылған машиналар бағдарламасының жиынтығы. Бағдарламалық қамтамасыз етуді кез келген есепті шешу үшін дайындалатын барлық бағдарламалық қамтамасыз етуге бөледі. Ол АЖЖ ерекшелігін, нақты жобалық тапсырмаларды шешудің барлық бағдарламаларын қамтитын арнайы бағдарламалық қамтамасыз етуді көрсетпейді;
- Техникалық қамтамасыз ету – автоматтандырылған жобалау үшін арналған техникалық құралдардың өзара байланысқан және өзара әркететін жиынтығы. Бұл талаптар

- көбіне табысты болып ЭЕМ (ЕС ЭЕМ) бірыңғай сериясын қолдану негізінде қанағаттандыруы мүмкін.

- Ұйымдастырушылық қамтамасыз ету – жобалық ұйым мен оның бөлімшелерінің құрамын, олардың арасындағы байланысты, олардың функцияларын белгілейтін, сондай-ақ жобалауды орындау үшін қажет жобалық құжаттарды қарастыру тәртібі мен жобалау нәтижелерін ұсыну формасының құжаттардың жиынтығы.

АЖЖ жұмысы екі режимде жүргізіледі – пакеттік және диалогтық.

**Пакеттік өңдеу режимі** (автоматты) – шешім барысына жобалаушылардың араласуынсыз құрылған бағдарлама бойынша есепті автоматты шешуді қарастырады. Оператор терминалды қолданып, тек деректерді енгізеді. Бұл режим тек шешу кезінде барлық мүмкін жағдайларды алдын ала қарастыру болған жағдайда және алгоритм тармақтану нүктелердің шешім жалғасуын таңдауын нысандандыру, сонымен қатар тармақтану нүктелері арасында есепке көп уақыт қажет болғанда қолданады.

**Диалогтық режим** (оперативті және интерактивті) келесі жағдайларда қолданады:

- Шешім қабылдау үшін қиын нысандандырылған ережелер мен рәсімдерді іске асыру (мысалы, көп операциялық станоктар бойынша ауысымдарды бөлу, базаларды таңдау және басқа шешімдер);

- Диалог процесінде ЭЕМ енгізуге жататын сандық ақпарат көлімі көп емес (ақпараттық үлкен көлемі кезінде диалог созылады және аппаратура аз тиімді қолданылады).

- Шешімді күту уақыты сирек кездесетін рәсімдер үшін (жиі кездесетін рәсімдер үшін бірнеше минутқа дейін) бірнеше секундты құруы тиіс.

АЖЖ саралауы. АЖЖ саралауының («Автоматтандырылған жобалау жүйесі. Саралау және белгілеу» ГОСТ 23501.108–85) келесі белгілері белгіленген:

- Жобалау нысанының типі;
- Жобалау нысанының әртүрлілігі;
- Жобалау нысанының күрделілігі;



- Жобалауды автоматтандыру деңгейі;
- Жобалауды автоматтандыру толымдылығы;
- Шығарылатын құжаттар сипаты;
- Шығаратын құжаттар саны;
- Техникалық қамтамасыз ету құрылымдағы деңгейлер саны.

Әрбір белгі үшін АЖЖ жіктеу топтары және олардың кодтары болады, олар АЖЖ-ның белгілі бір класына құрылатын жүйенің тиесілігін анықтайды.

Классификациялық топтардың кодтары жобалау нысанының күрделілігімен, жобалауды автоматтандыру деңгейімен, жобалауды автоматтандыру кешенділігімен және салалық нормативтік-техникалық құжаттармен шығарылған құжаттардың санымен анықтайды.

Жобалауды автоматтандыру деңгейі есептеу техникасының құралын қолданумен орындалатын жобалау процесінің (пайызда) бөлігін көрсетеді. Жобалауды автоматтандыру жиынтығы белгілі бір нысандар санатының жобалау кезеңін автоматтандыруды қамту кеңдігін сипаттайды.

Бірінші белгісі бойынша – жобалау нысанының түрі – машина жасауға арналған сараптау тобының үш коды белгіленген (ГОСТ 23501.108-85):

- Машина жасау бұйымдарының АЖ – машина жасау бұйымдарын жобалау үшін;
- Машина жасаудағы технологиялық процестердің АЖ - машина жасауда технологиялық процестердің жобалау үшін;
- Бағдарламалық бұйымдардың АЖ – ЭЕМ, СББ станоктарын, роботтар мен технологиялық процестердің бағдарламаларын жобалау үшін.

«Жобалау нысанының әртүрлілігі» белгісі бойынша сарапталған топталу атауы мен коды жүйемен жобаланатын нысандарға әрекет ететін жіктеуші бойынша анықтайды:

- Машина жасау және құрал жасау бұйымдарының АЖЖ үшін – құрастыру құжаттамасының бірыңғай жүйесінің жіктеушісі (ҚҚБЖЖ) немесе өнімнің жалпыресейлік жіктеушісі (ӨЖРЖ) бойынша;
- Машина жасау және құрал жасау технологиялық процестерінің АЖЖ үшін – машина жасау және құрал жасау технологиялық салалар жіктеушісі немесе салалық жіктеушісі бойынша.

Жобалау нысандарының күрделілігі топтастыру жіктеу топтастырудың бес кодымен анықталады: қарапайым нысандардың АЖЖ (технологиялық жабдық, редуктор), орташа күрделілік АЖЖ (металл кесетін станоктар), күрделі нысандар АЖЖ (трактор), өте күрделі нысандардың АЖЖ (ұшақ) және өте жоғары күрделі нысандарының АЖЖ.

Жобалаудағы автоматтандыру деңгейінің үш топтау сараптауы бар: автоматты жобалау деңгейі 25-ке дейінгі пайызды құрағанда төмен автоматтандырылған жобалау жүйесі, автоматты жобалау деңгейі 25..50% құрағанда орташа автоматтандырылған жобалау жүйесі, автоматты жобалау деңгейі 50-ден аса пайызды құрағанда жоғары автоматтандырылған жобалау жүйесі болып саналады.

АЖЖ нысандандырылған сипаттамаға мысал 4.1-кестеде берілген.

4.1-кесте. АЖЖ нысандандырылған сипаттамаға мысал. АЖЖ Классификациялық топтардың кодтары — білдектер: 1.041000.2.1.2.1.1.1.2

АЖЖ Классификациялық топтардың коды	Классификациялық топтардың коды	Классификациялық топтардың атауы	Классификациялық топтардың кодтарын анықтайтын нормативті-техникалық құжаттама
1	1	АЖЖ машина жасау бұйымдары	ГОСТ 23501.108 — 85
2	041000	Кесу арқылы өңдеу желілері және білдектер (ағаш өңдеуден басқа)	Классификатор ЕСКД
3	2	Орташа күрделі АЖЖ нысандары	ГОСТ 23501.108 — 85

АЖЖ Классификациялық топтардың нөмірі	Классификациялық топтардың коды	Классификациялық топтардың атауы	Классификациялық топтардың кодтарын анықтайтын нормативті-техникалық құжаттама
4	1	Жобалауды төмен автоматтандыру жүйесі, жобалауды автоматтандыру деңгейі 22,5 %	№ 95Д* жобалау жұмыстарын автоматтандыру деңгейін анықтау әдісі
5	1	Бірдеңгейлі АЖЖ, құрылымдық жобалаудың бір деңгейін орындайды (құрылымдау)	МЕМСТ 23501.108 — 85
6	1	Құжаттарды қағаз лентада және бетте шығарушы АЖЖ	Осы да
7	1	Шағын өндірісті АЖЖ. Жылына 105 дейінгі А4 форматында есептелген құжаттарды шығарады.	»
8	2	Екі деңгейлі АЖЖ	»

\* КСРО Мемқұрылыспен бекітілген 19.11.1981.

Жобалаудың автоматтандыру жиынтығы бойынша АЖЖ бір кезеңдік, көпкезеңдік, кешенді болып бөлінеді.

АЖЖ техникалық қамтамасыз ету құрылымында классификациялық топтардың үш коды белгіленген:

- Бір деңгейлік – графикалық ақпаратты өңдеу құралдарын қоса алғанда перифериялық құрылғылардың штаттық жинағымен орташа немесе үлкен ЭЕМ негізінде құрылған жүйе;
- Екі деңгейлік – өз ЭЕМ бар бір немесе бірнеше АРМ онымен өзара байланысқан және орташа немесе үлкен ЭЕМ

негізінде құрылған жүйе;

- Үш деңгейлі – есептеуіш желіге біріккен АРМ тобы және үлкен ЭЕМ негізінде немесе осы АРМ орталық қызмет көрсету үшін перифериялық бағдарламалы-басқарылатын құралдар мен бірнеше АРМ, үлкен ЭЕМ негізінде құрылған жүйе.

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ:

---

1. ӨТДАЖ құрылымы қандай элементтерден тұрады?
2. ӨТДАЖ құрамына не енеді?
3. Бөлшектер туралы ақпарат қалай кодталады?
4. Автоматтандырылған технологиялық жобалауды ұйымдастыру міндеттері мен кезеңдері қандай?
5. Жобалау әдістерінің негізіндегі ерекшелік неден жасалады?
6. АЖЖ құру кезінде қандай принциптер қолданылады?
7. ЭЕМ диалог-жобалау режимінің қандай ерекшеліктері бар?
8. АЖЖ қосалқы жүйесінің компоненттері қандай сипаттамаға ие?

# ӘРТҮРЛІ ТОПТАҒЫ СББ БІЛДЕКТЕРІНДЕ ҮСТІҢГІ БӨЛШЕКТЕРДІ ӨНДЕУДІ

## 5.1. ӘРТҮРЛІ ТОПТАҒЫ СББ БІЛДЕКТЕРІНДЕ ҮСТІҢГІ БӨЛШЕКТЕРДІ ӨНДЕУДІ БАҒДАРЛАМАЛАУ КЕЗІНДЕГІ ЖАЛПЫ БІРІЗДІЛІК

Операциялық технологиялық процесті дайындау операция мазмұнын анықтайтын операциялық эскизді құрудан (нақтылаудан) басталады. Бұл операцияны орындау үшін қажетті қалыптасқандардың санын анықтауға мүмкіндік береді. Ары қарай процесті әр қалыпта дайындаманың базалауы және бекітуінің сұлбасын көрсетумен сәйкес эскизді орындай отыра әр қалып үшін дайындайды.

Бөлшектеріне ол немесе басқа элементте немесе оның қандай да бір бөлігінде әдіп бөлігімен ұсынатын өңдеу аумағын бөледі.

Әдіп бірнеше ауысу немесе тіпті операцияларда әртүрлі құралдармен жойылуы мүмкін. Өңдеу аумағын енгізу СББ білдектері үшін УП дайындықты маңызды түрде жеңілдететін құрал траекториясын құру ережесін анықтайтын ауысудың типтік сызбасын қолдануға мүмкіндік береді.

Бөлшектің конструктивтік ерекшелігімен көбіне байланысты аумақтар бойынша бөлшектерді өңдеу бірізділігін әр бөлшекті орнату үшін бөлек белгілейді.

Әр аумақта өңдеу түрін анықтайды (қаралтым, таза), берілген аумақтағы бөлшектің бөлек элементтері үшін оның бірізділігін орнатады, кесетін құралдың талап етілген типтік өлшемдерін табады. Бұдан басқа бөлек ішкі бағдарлама бойынша орындалатын операциялар бөлігін сипаттайтын ортақ құралмен өңделетін бөлшектің элементтер жинағын бөледі.

Оперциялық технологиялық процестердің дайындау әдістері бағдарлық технологиялық процестерді дайындау әдісі ұқсас. Көбіне технологиялық процестер типтендіру негізінде технологиялық жобалау табысты. Типтік технологиялық процестер ең әртүрлі автоматтандырылған жобалау жүйесі үшін база болып табылады. Осы жүйелердің ішінен төмен еңбек және материалды шығын кезінде жоғары санатты сапалы бұйым шығаруға кәсіпорынның технологиялық дайындығын жетілдіру мен тездетуді қамтамасыз ететін өнеркәсіптің технологиялық дайындығының жиынтық автоматтандырылған жүйесі (ӨТД ЖАЖ) бөлген жөн.

Типтік ауысулар базасында технологиялық процестерді жобалау әдісі нақты техникалық және өндірістік жағдайларға сәйкес бөлшектердің бөлек өңдеуінің нұсқасын және оны өңдеудің жалпы бірізділігін таңдаумен іске асырылады. Бұл ретте контур геометриясымен, түсу сипатымен, нақтылық және т.б. ерекшелінетін элементтерді өңдеудің типтік сұлбасына сәйкес ауысулар негізге қабылданады.

Қарастырылатын жағдайдағы технологиялық жобалау тәртібі (технологиялық процестердің синтездеу) келесідей. Өңделетін бөлшек және сәйкес өңделетін аумағының бөлек конструктивтік элементтерін бөледі. Әр элемент пен аумақты өңдеу үшін типтік технологиялық ауысу (өңдеудік типтік сұлбасы) және оған арналған кесу құралын белгілейді (таңдайды). Өңдеу режимі тағайындалған нақты логикалық бірізділік ауысулар тұтастай технологиялық операцияны құрайтын технологиялық тізбекті біріктіреді. Осылайша, технологиялық жобалау кезеңінде стандартты циклдар деп аталатын түрдегі СББ станоктарында іске асырылатын кесу құралдарының қозғалысы аумағына сәйкес осындай ауысулармен операция құру қажет.

Технологиялық процестерді автоматты дайындау әдісі іске асыру кезінде мүмкін көптеген шешімдерден оптималды шешімді таңдаудың қиын міндеті туындайды. Сондықтан автоматтандырылған өнеркәсіп жағдайында технологиялық есептердің шешімі басқаша болуы мүмкін. Бірақ та білдекте жұмыс тәжірибесінде бұл әдіс ыңғайлы, себебі УП құруды жеңілдетуге мүмкіндік береді.

СББ білдектері үшін технологиялық жобалау процесінде нақты әсер ету қолданылатын кесу құралы бойынша номенклатурасында

көрсетеді. Сондықтан СББ нақты білдектер үшін операциялық процестерді жоспарлау кезінде ауысуларды анықтау кезінде операцияға салатын мүмкін құралдар санын басшылыққа алады. Бұл құралдарды осы білдекке бекітілген құралдар номенклатурасынан таңдайды. Егер де операцияны орындау үшін таңдалған құралдар саны білдектегі позициялардан көп болса, көбіне өңдеуді білдекті нақты қайта баптаумен және сәйкес баңдарламалармен іске асыратын екі операцияға бөледі.

СББ білдектерінде арнайы біріктірілген құралды қолдану экономикалық тұрғыда көбіне расталмайды және бұл білдекте өңделетін бөлшектердің көлемі мен партиялардың қайталауына тәуелді. Бұдан көбіне УП дайындалған және технологиялық процестердің өңдеу және дайындау сипаты байланысты.

Жалпы жағдайда СББ білдектерінде бөлшектерді өңдеу төрт операциялық технологиялық процесінің түрін бөлуге болады: А, Б, В, Г.

А түрі – бөлшектердің аз қайталанбайтын партияларын өңдеу үшін.  $t$  кесу уақытының (кесу уақытының) коэффициентіне көбейтілген,  $\lambda$ – барлық құралдарының барлық жұмыс барысының сомалық уақыты үшін  $q_n$  барлық құралдардың  $T_i$  экономикалық тұру сомасынан аз болса аз болып есептеледі:

$$\sum t_{pi} \lambda q_n < \sum T q_n.$$

Басқаша айтқанда, бөлшектер партиясын  $q_n$  (міндетті қажетті) санындағы құралдардың жөндеудегі қолданылатын тұрақтылық кезеңінен аз уақытта өңдейді.

Б түрі — аз қайталанатын партияларды өңдеуге арналған.

В түрі — орташа және ірі қайталанбайтын бөлшектер партиясын өңдеуге арналған. Орташа болып  $\sum t_{pi} \lambda q_n$  міндетті қажетті құралдар жөндеуде қолданатын беріктігі  $\sum t_{pi} \lambda q_n \geq \sum T_i q_n$  кесу уақытына шамалап тең немесе кезеңнен аздап көп. Ірі партия –  $\sum t_{pi} \lambda q_n$  кесу уақыты жөндеудің барлық құралдар беріктігінен көп ( $q_n$ , санында міндетті қажетті болса,  $q_d$  санында қосымша енгізілген), яғни  $\sum t_{pi} \lambda q_n > \sum T_i (q_n + q_d)$ .

Г түрі – орташа және ірі қайталанатын партияларды өңдеуге арналған.

Баяндалған деректер операциялық технологиялық процесс пен УП (5.1-кесте) құру және жасау бойынша жұмыстар тізбесін анықтау және

бірізділікті жалпы түрде белгілеуге мүмкіндік береді. Бұған уақыттың шығынының артуы бұл технологиялық процесс және УП дайындау және партиялардың қайталануының артуы бойынша өңделетін бөлшектер партияларының көлемі артуы кезінде экономикалық орынды екендігі анық.

5.1. кесте. ЧПУ бідектері үшін басқаратын бағдарламамен өңдеу және операциялық технологиялық үрдістерді жобалау кезінде жалпы бірізділік.

Жұмыс атауы	Операциялық технологиялық үрдістің түрі			
	А	Б	В	Г
Операциялық эскизді, дайындаманы орнату сызбасын, операцияның жалпы жоспарын құру	+	+	+	+
Өңделетін бөлшектер мен өңдеу аймағын анықтау, ауысу арасындағы өлшемдерді өңдеу	+	+	+	+
Білдекке бекітілген құралдар номенклатурасынан оларға кесу құралдарынан сәйкес және типтік технологиялық ауысуларды таңдау	+	+	+	+
Егер олар мүмкіндік берсе қосымша құралдар револьверлік бастиегі немесе дүкенінде бос позициялар үшін таңдау: өңдеу уақытын төмендету	+	+	+	+
Технологиялық қажетті құралдардың жүктеуін теңестіру	-	-	+	+
Таңдап алынған құрал талдауы. Білдекке бекітілген номенклатурадан тыс құралдар санынан өңдеу уақытын төмендету есебімен операцияларды орындау үшін технологиялық қажетті құралды таңдау. Арнайы біріктірілген құралдарды қолдану мүмкіндігін қарастыру.	-	-	-	+
Типтік сызбалар бойынша құралдар жұмысының кезектілігін орнатумен операцияда үстін өңдеу бірізділігін анықтау	+	+	+	+
Өңдеу бірізділігін оңтайландыру: өңдеу уақытын азайту мақсатында	-	+	-	+



Жұмыс атауы	Операциялық технологиялық үрдістің түрі			
	А	Б	В	Г
Қолданылатын құралдың санын азайту мақсатында	-	-	+	+
Ұсынысқа сәйкес әр құралдың жұмыс режимін тағайындау	+	+	+	-
Дайындаманы бекіту, бөлшектің қаттылығы, білдектің кинематикалық ерекшеліктері құралдарымен байланысқан шектеулер бойынша кесу режимін нақтылау	+	+	+	+
Қолдану тәжірибесі бар және алдын-ала эксперименттерді есепке ала отырып, оның жұмысының беріктігі мен сенімділігін есепке ала отырып әр құрал жұмысының режимінің	-	-	+	+
Жөндеу есебімен ( партияны өңдеу сомалық уақыты төмен болуы керек) құралдардың кесу режимін нақтылау: құралды ауыстыру	-	-	+	+
Ауыстыру, құралдың күрделі жөндеуі және жөндеуі	-	-	-	+
Орнатуға уақыт шығындау бойынша бірнеше бірдей бөлшектерді білдекте орнатудың жөнділігін анықтау	+	+	+	+
УП дайындау	+	+	+	+
Құралдардың қозғалыс траекториясын оңтайландырумен УП дайындау: негізгі барлық	-	-	+	+
	-	-	-	+
Бірінші бөлшекті өңдеу кезінде УП ретке келтіру	+	+	+	+
Өңдеу нәтижелері бойынша қосымша құрал санын оның ауысу сызбасын, құрал жұмысының бірізділігін түзету бөлігінде УП ретке келтіру: бірінші немесе бірнеше алғашқы бөлшектер	-	-	+	+
Бөлшектердің бірінші партиясы	-	+	-	+

Жұмыс атауы	Операциялық технологиялық үрдістің түрі			
	А	Б	В	Г
Өңдеу нәтижесі бойынша құралдың кесу, ауысу және асқынөту режимін түзетуде УП ретке келтіру :				
бірінші немесе бірнеше алғашқы бөлшектер			+	+
бөлшектердің бірінші партиясы	-	+	-	+
Құралдың нақты шығынын, оның бағасын, ауысымға шығын, күрделі жөндеуге, қалпына келтіруге және т.б. есепке ала отырып бөлшектердің бірінші партиясын өңдеу нәтижелері бойынша кесу режимін түзетуде	-	-	-	+

Ескерту. «+» белгісі бұл жұмыстың жалпы бірізділікте болуын көрсетеді, «-» белгісі оның жоқтығы.

Қолданылатын құралдың ауысу бірізділігін, кесу режимін орнату стандартталған бланкілерде ресімделетін операциялық техникалық процесті құру бойынша жұмыстардың бірінші бөлімін аяқтайды. Операциялық технологияны өңдеумен бірге УП дайындаудан кейін ресімделетін білдек пен құралды жөндеу картасын дайындайды.

Кейбір жағдайларда ыңғайлық үшін білдектің нөлдік нүктесін, өңдеуді бастау нүктесін, бөлшектің нөлдік нүктесі және т.б. көрсетумен дайындаманы бекіту сызбасын (эскизін) дайындайды. Бұдан басқа өңделетін бөлшектің операциялық эскизінде дайындама контуры, геометриялық тіреу нүктелерімен өңдеудің бірінші және екінші деңгейінің контур, әдіптер көрсетілуі мүмкін. Ары қарайғы жұмыстар РТК құрумен байланысты.

Сандық және сапалық критерийлердің (бөлшектерді өңдеудің машиналық уақыты және оның сапасына берілген параметрлер) ымыралы үйлесуін көрсететін, ЭЕМ қолдану кезінде табысты іске асатын технологиялық операциялардың оптималды нұсқасын іздеу. Бөлшектерді өңдеуде технологиялық процесті жобалаудың бір жолы – ЭЕМ диалогтық режимде қолдану. Мұндай жобалау негізіне адамға және ЭЕМ тән қасиеттерді есепке алып технолог-жобалаушы және ЭЕМ арасындағы функцияларды ойға қонымды етіп бөлу жатыр.

## 5.2. САҢЫЛАУДЫ ӨНДЕУ ПРОЦЕСТЕРІ

**Саңылаулардың технологиялық классификациясы.** Бірқатар бөлшектердің саңылауларын өңдеу жұмысы бөлшекті өңдеудің жалпы жұмысының 40% және одан да көбіне жетеді, сондықтан саңылауларды өңдеудің рационалды сызбасын таңдауға ерекше көңіл бөлген жөн. СББ білдектерінің барлық дерлік негізгі типтері саңылауды өңдеуге жарайды, операциялардың бірізділігін жалпы ережелер бойынша белгілейді.

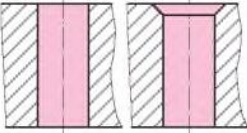
**Кез келген саңылау конфигурациясы** — толассыз немесе саңылаусыз – негізгі және элементтерден қалыптасуы мүмкін.

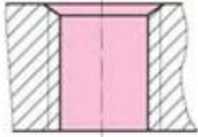
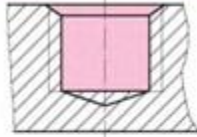


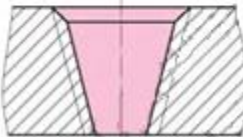

**Негізгі элементтер** (5.2-кесте) толассыз немесе саңылаусыз болуы мүмкін, соңғысында түбінің формасы тегіс немесе еркін болуы мүмкін. Көптеген негізгі элементтер әртүрлі квалитеттердің жылтыр цилиндрлік саңылауды құрайды: технологиялық жобалау кезінде 13 квалитетке теңесетін 7 квалитет саңылауға дейін еркін өлшемнен. 6 квалитет және одан жоғары орындалатын саңылаулар салыстырмалы түрде сирек кездеседі.

**Қосымша элементтер санына** еркін өлшемдермен тікбұрышты профильдің жүзі және терендетуі, сыртқы және ішкі шетжағы, өңдейді талап ететін арықшалары мен әр түрдегі кедергілер жатады.

Күрделі конфигурация саңылауы осы біліктің жылтырлығын, перпендикулярлығын ұсынатын бір-бірінен шетжақ үстімен бөлінеді және саңылау білігінің жанында орналасатын *баспалдақтармен* ұсынуы мүмкін (5.1. сурет). Үстіңгі жақ өлшемдері –  $I_1—I_5$ .

5.2. кесте. Саңылаудың типтік негізгі элементтері

Саңылау типі	Негізгі элемент	
	Өтпелі саңылау	Бігеу саңылау
Жылтыр цилиндрлік		

Саңылау типі	Негізгі элемент	
	Өтетін саңылау	Бігеу саңылау
Бұраңдамен шпандырлық		
Жылтыр конустық		
Бұраңдамен конустық		

Осылайша, кез келген саңылау бір білік жанында орналасқан бөлек саты ретінде ұсынады.

Әр сатыны оның өңдеуі басталатын шетжағымен бірге қарастырады. Шетжағын нөмірлеуге болады.

Әр белгіленген саты бір немесе бірнеше типтік ауысуларда өңделуі мүмкін.

Саңылауларды өңдеу кезінде типтік ауысулар. Саңылаудың бір сатысы үшін технологиялық ауысулардың нақты бірізділігі орнатылуы мүмкін.

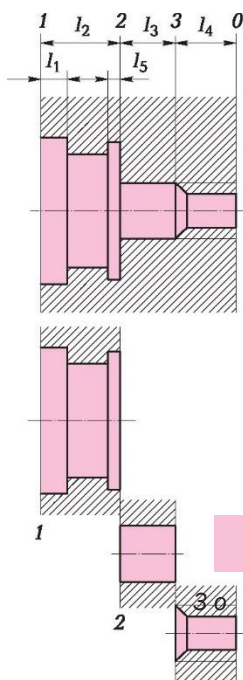
1. Центрлеу — арнайы орталық құрал бұрғы немесе конустық ойдымдауышпен орындайды (5.2-сурет, 1 ауысу).

2. Саңылауды қаралтым өңдеу — бір немесе бірнеше ауысуларда бұрғымен, үңгімен, жонғышпен және фрезамен орындалуы мүмкін (5.2-сурет, 2, 5, 7, 8 ауысулар).

3. Саңылаудың шетжағын өңдеу — бағыттаушы тесемен тура ойдымдауышпен, пластинаның шетжағымен (5.2-сурет, 3 ауысу), немесе фрезамен, сондай-ақ плансуппортта орнатылған жонғыштармен орындайды.

4. Конустық үңгілеу — арнайы конустық үңгімен орындайды.

## 5.1. сурет. Өңделетін саңылау үлгісі



5. Тура үңгілеу — борштанге және плансуппортта саңылаусыз саңылау үшін саңылаусыз саңылау немесе жонғыш үшін бағыттаушы шетмойынмен, үңгімен тура ойдымдауышпен іске асырылуы мүмкін (5.2-сурет, 3, 7 ауысулар).

6. Конустық үңгіштеу (бет жағын өңдеу үшін ауысу) — конустық ойдымдауышпен, бұрғымен немесе жонғышпен орындайды (5.2-сурет, 4 ауысу).

7. Бұранда ою – толассыз және саңылаусыз саңылаулар үшін таңбалаушымен орындайды (5.2-сурет, 6 ауысу).

8. Саңылауды жартылай таза өңдеу — плансуппорттық өңдеуді қоса алғанда толассыз және саңылаусыз саңылаулар үшін үңгі немесе жонғыштармен орындайды (5.2-сурет, 2, 5, 7 ауысу).

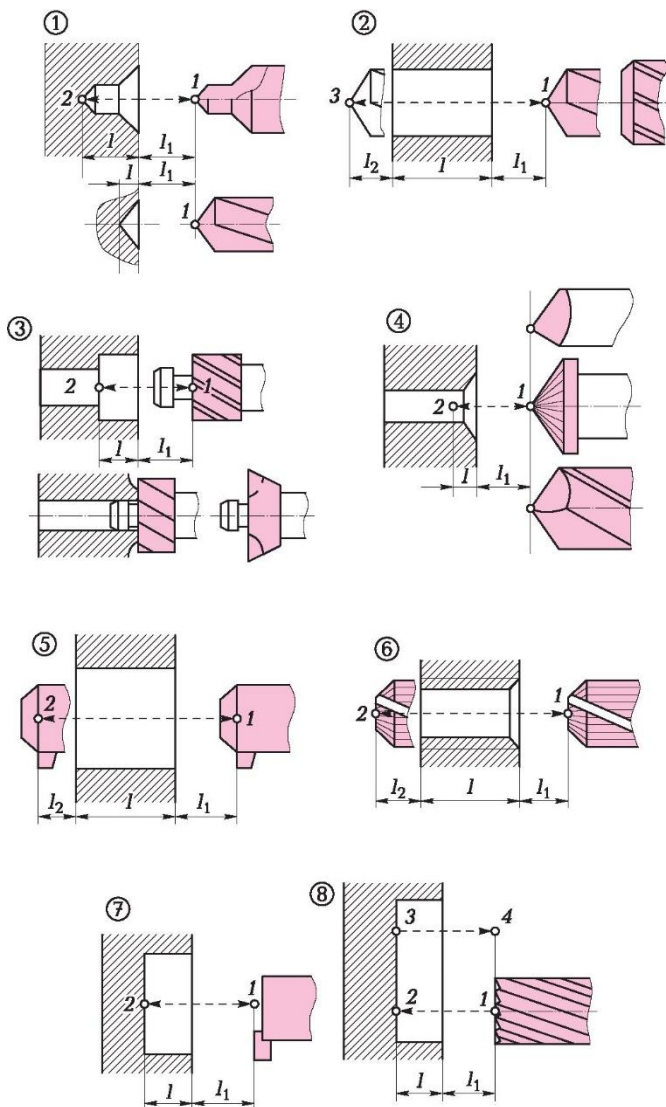
9. Жырашықты өңдеу — плансуппортпен немесе қолмен орындайды.

10. Таза өңдеу — плансуппорттық өңдеуді қоса алғанда толассыз және саңылаусыз саңылаулар үшін үңғы немесе жонғыштармен орындайды.

### Саңылауларды өңдеу операцияларын жобалау кезеңдері.

Нәтижесінде дайын саты сапасына жететін таза ауысулар қиын саңылаулардың (көп сатылы, әртүрлі сатылы) өңдеуінің технологиялық процесін жобалау кезінде негізіне басқа сатыларды өңдеуге байланыссыз тағайындайды. Әртүрлі сатылар үшін қаралтым өңдеу әдетте өзара байланысқан, жұмыс және көмекші барысының жоспарымен бірге құралдардың өлшемін нақтылаумен олардың бірігуін талап етеді.

Технологиялық ауысуларды тағайындаудан бұрын өзекті құрал, жонғыш құрал немесе скеуі де қолданатындығын белгілеу қажет. Бұл сұрақты шешу кезінде қаралтым өңдеуге (фрезерлеу және қашауға) және оның дайындау түріне талаптардың болуы мүмкін саңылаудың өлшемін де, білдектің міндетін ескеру керек.



## 5.2-сурет. Саңылауларды өндеудің типтік ауысулары:

1 — орталық немесе спиральдық бұрғымен центрлеу; 2 — бұрғылау, үңгілеу, өрістету; 3 — түптік үңгімен үңгілеу, шенжонғылау; 4 — жүзін конустық ойдымдауышпен, бұрғымен немесе жонғышпен үңгілеу; 5 — саңылауды қашау; 6 — бұранданы кесу; 7 — саңылаусыз саңылауды қашау; 8 — шеткі фрезамең саңылауды фрезерлеу; 1—4 — кесу құралының траекториясы;  $l_1$  — кірмеу;  $l_2$  — асқынөту;  $l$  — саңылау тереңдігі

Қаралтым өңдеу үшін фрезерлеуді қолдану операцияны орындау үшін қажетті құрал номенклатурасын азайтуға мүмкіндік береді.

Технологиялық ережелерде мамандандырылған білдектерде бірнеше операцияда өңдеу орындау талабы болуы мүмкін. Мұндай жағдайда бірінші кезеңде технологияны тағайындау максималды мүмкіндікпен білдекке қолданбалы жүргізеді, ал білдектер мүмкіндіктерін ескеріп операцияларды бөлуді басқа кезеңдерде өткізеді.

Қайрайтын құралмен орындалатын техникалық ауысулар 0,1 мм кем саңылау білігінің жіберілуі кезінде және қайрайтын құралды қолдануға жіберетін саңылау диаметрі кезінде тағайындайды.

### **Біліктік құралды қолдану арқылы операцияларды жобалау.**

Біліктік құралды қолдану кезінде саңылауды өңдеу кезінде ауысу сызбасы келесідей болады. Центрлеу ауысуын тұтас материалда (яғни бастапқы дайындама саңылауы жоқ) саңылау жасау керек болғанда барлық жағдайларда тағайындайды. Ерекшелік ретінде диаметрі 25 мм аз 13-ші квалитеттегі қысқа саңылаулар құрайды. 13-ші квалитетті саңылаулар және  $Rz > 20$  мкм диаметрі бойынша үсті бұдырмағы параметрімен төмен тегіс түбі бар және сондықтан үңгілеуді талап ететін бұрғылаумен алынуы мүмкін.

11-ші квалитетті саңылауды алу үшін диаметрі саңылаудың соңғы өлшеміне тең үңгімен өту қажет.

Егер де 7-10-шы квалитетті саңылау алу керек болса саңылаудың сәйкес параметріне тең жіберу диаметрі және аумағы сәйкес квалитеттің ұңғысымен орындайды.

Саңылауды орындауға әдіптер, сондай-ақ қолданылатын құралдың ауысу және типтерінің ұсынылатын сипаты анықтамалық әдебиетте көрсетілген.

Біліктік құралдардың саңылауларын қосымша элементтермен өңдеу қағида бойынша қиындықтар тудырмайды. Бұл элементтердің ауысуларын өңдеу бойынша тағайындау ұсыныстары жеткілікті белгілі.

### **Жонғыш құралды қолданумен операцияларды қолдану.**

Қайрау құралы жеткілікті туралы сызықтық пен құралдың аздаған алып кетуімен жоғары нақты саңылау алуға мүмкіндік береді. Жонғыш құралды қолдану кезінде берілген диаметр, ұзындық, нақтылық пен бұдырлық саңылауы үшін ауысулар саны көптеген факторға байланысты және көбіне бұл білдек автоматты циклда қамтамасыз ете алатын бапталған құралдың төлқұжаттық нақтылығына байланысты.

Саңылауларды өңдеуге әдіптер, ұсынылатын ауысулар сипаты, құралдардың типтері және басқа да деректер анықтамалық әдебиетте көрсетілген. Ұзындығы диаметріне бестен көп терең саңылауды өңдеу үшін ерекше қиын екендігін атаған жөн, оларды өңдеу тек арнайы құралдар мен технологияларды ғана емес, құралдарды талап етеді.

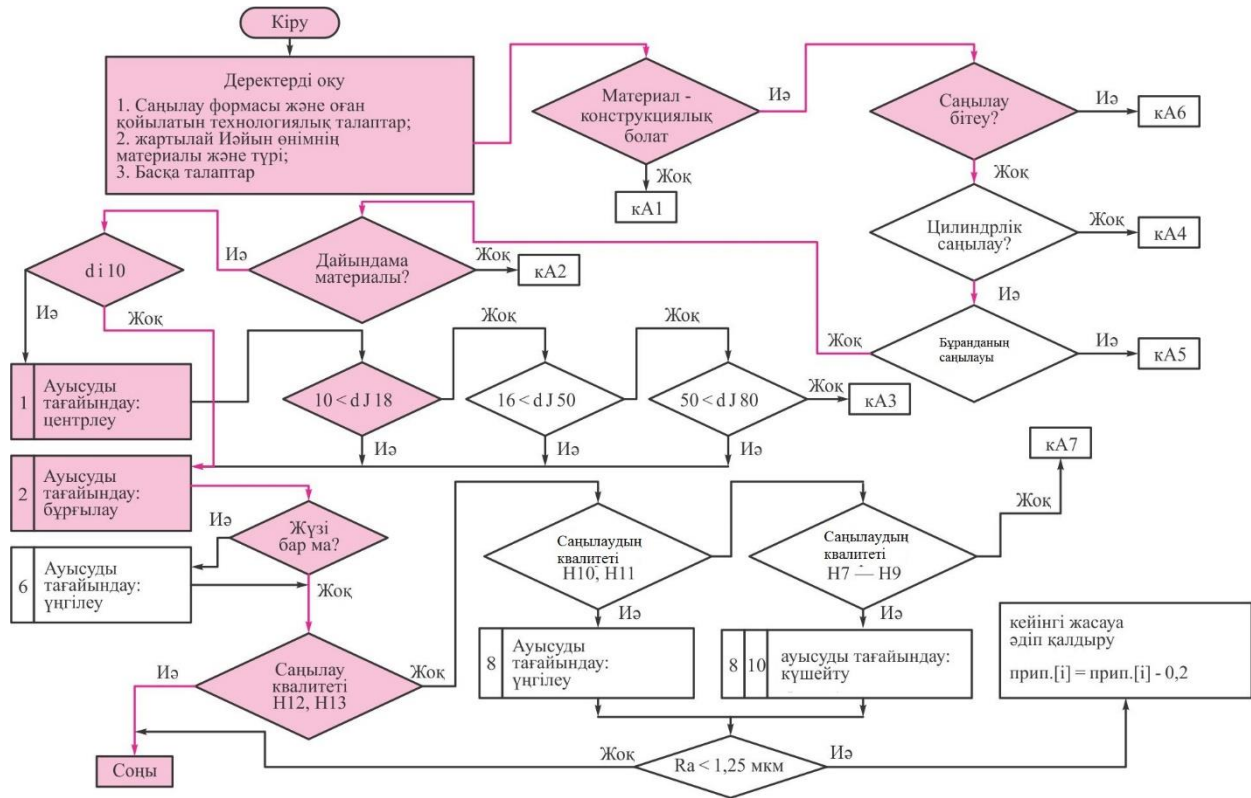
**ЭЕМ қолданумен операцияны жобалау.** Саңылауларды өңдеу кезінде ауысуларды құру есебін шешу ЭЕМ арқылы қарапайым нысандандырылады. (5.3-сурет). Әрине бұл есеп технологиялық процестерді дайындаудың кеңейтілген автоматтандырылған жүйелерінде құралдың техникалық деректерін қосқанда көптеген факторлар санын ескере отырып шешіледі.

СББ білдегінің бұл құралын микроЭЕМ қолданумен оперативті бағдарламалау кезінде көптеген жағдайда саңылауларды өңдеу бойынша операцияларды диалог режимінде дайындайды. Технолог-бағдарламашы жұмыстың бірінші кезегінде бастапқы деректерді, екіншіде – саңылауларды өңдеу саңылауларды өңдеу сызбасын қалыптастыру ЭЕМ сұрақтарына кезекпен жауап береді. ЭЕМ жұмысының процесінде типтік ауысу мәзірін ұсынады, өңдеу жағдайларының типтіктен ауытқу кезінде қосымша деректерді талап етеді және т.б.

**Саңылауды өңдеу режимін таңдау.** Саңылауды *бұрғылау, бұрғылап кеңейту, үңгілеу және жазу* кезінде өңдеу режимін анықтау үшін кіріспе деректері болып табылады:

- $R_{ms}$  — өңделетін материал түрі (болат, шойын, түсті металдар);
- $R_m$  — болат беріктігі, МПа;
- НВ — материал қаттылығы, МПа;
- $R_{m0}$  — құралдар материалының түрі (қатты қорытпа, тез кесуші болат);
- $T$  — құралдың төзімділігі, мин;
- $s$  — материал маркасы (сұрыпы);
- $d$  — өңделетін саңылау диаметрі, мм;
- $d_1$  — құрал диаметрі, мм;
- $t_{IT}$  — квалитет нақтылығы IT;
- $h$  — бұдырлық параметрі  $Ra$ , мкм;
- $l$  — өңделетін саңылау ұзындығы (тереңдігі), мм;
- $R$  — өңдеу түрі:  $R_{өз}$  — қаралтым;  $R_{өд}$  — таза;
- $l_2$  — құрал асқын өту, мм;
- $l_1$  — құралдың жетпеуі, мм;
- $z$  — өңдеу сызбасы;
- $\Omega$  — білдек шпинделінің көптеген айналу жиілігі;





5.3-сурет. Саньлауларды өңдеу ауысуларын тағайындау алгоритмінің үлгісі

$\pi$  — білдекті көп рет беру.

Кіріспе деректер келесі параметрлерді анықтауға мүмкіндік береді (кіріспе деректер):

$S$  — беру, мм/об;

$n$  — айналу жиілігі, мин<sup>-1</sup>,

$t_m$  — машиналық уақыт, мин;

$t_{m100}$  — кестелік м, мин;шиналық уақыт

СН — суу туралы ақпарат.

Кіріспе деректерді сәйкес тәуелдік бойынша кестелер, не есептеулер бойынша, нақты алгоритммен сәйкес ЭЕМ таңдауымен (есептеуімен) анықтауға болады. Үлгі үшін болат және шойын бөлшектерді бұрғылау, бұрғылап кеңейту, үңгілеу және өрістету кезінде кесу параметрлерін таңдау үшін қарапайым алгоритм нұсқасын келтірейік.

**Саңылауды қашау** кезінде кесу параметрлерін таңдау үшін қосымша кіріспе деректер болып келесілер болады:

$R_p$  — жонғышпен өңдеу түрі;

$L$  — қайрау ұзындығы, мм;

$t$  — кесу тереңдігі, мм;

$\phi$  — жоспардағы кесу бұрышы, ...° (рад);

$G_p$  — құралдың беку түрі (шпиндельдегі бекіткіш, сүйенішпен бекіткіш, сүйенішсіз бекіткіш, люнеттегі сүйенішпен бекіткіш);

$L_1$  — құрал ұзындығы, мм;

$r_1$  — кесетін ернеу ойындысының радиусы, мм;

$\gamma$  — жонғыштың алдыңғы бұрышы, ...° (рад);

$F$  — құралға тию аумағының қимасы, мм<sup>2</sup>.

Саңылауды құралдармен айналу бірізділігі. **Саңылауларды айналу әдісі.** Бұрғылау-қайрау тобының СББ білдектерінде саңылауларды өңдеу опеарциясын жобалау құралдармен саңылауды айналу бірізділігін тағайындаумен аяқталады. Айналу бірізділігі операциялардың (ауысулар) қалай құрылатындығына байланысты: тізбекті немесе паралельді.

**Паралельдік әдісте** осы құралмен өңдеуге жататын барлық саңылауды айналады, сосын оны ауыстырады, циклді қайталайды. **Тізбекті әдіс** әр саңылауды барлық қажетті құралдармен өңдейтінімен ерекшеленеді, сосын позицияның өзгеруінен кейін келесі саңылауды өңдейді. Көп жағдайда өңдеу әдісін таңдау бос үй-жайлардың уақытын азайту жағдайын орындауға байланысты. Ерекшелік болып әдіс өңдеудің технологиялық жайдайларымен анықталуында болады. Мысалы, 7-9-шы квалитеті саңылауларды

немесе центр аралық қашықтығы (0,2 мм аз) қатты жіберумен саңылауларды өңдеу кезінде бірінші ауысуларды (центрлік, бұрғылау, үнгілеу, үнгіштеу) параллельді орындау жөн, ал қорытынды ауысуларды – бөлшектің жылжуынсыз дәйекті.

Құралдардың бір жиынтығымен өңдеу кезінде бос ауысулар уақыты  $T_j$  құралдарды ауыстыру уақытынан және  $9r$  позициялау кезінде ауысу уақытынан құралады

$$T_x = t_\Sigma + \Theta_\Sigma$$

Паралельдік әдісте әр құралды бір рет ауыстырады, сондықтан құралдарды ауыстыруға кеткен уақыт  $T_\Sigma = m\tau$  тт құрайды, ал құралдардың бір жиынтығымен саңылауды айналу уақыты  $9j = m9$ , мұндағы  $m$  — құралдар саны;  $\tau$  — бір құралды ауыстырудың орташа уақыты;  $\Theta$  — бір құралмен барлық саңылауларды айналу уақыты.

Паралельді әдіс кезінде бос ауысулардағы жалпы уақыт

$$T_{\text{пар}} = m(\tau + \Theta).$$

Тізбекті әдіс кезінде әр құралды топта неше саңылау ( $n$ ) сонша рет ауыстырады, яғни  $T_\Sigma = nm\tau$ , ал барлық саңылауларды құралдыр жиынтығымен айналу уақыты  $\Theta_\Sigma = \Theta$ , себебі айналу бір рет іске асырылады.

Тізбекті әдіс кезінде бос ауысулардың жалпы уақыты

$$T_{\text{пос}} = nm\tau + \Theta.$$

Өңдеу әдісін таңдау үшін коэффициентті қолдануға болады

$$K = T_{\text{пар}} / T_{\text{пос}} = (1 + k) / (n + k/m),$$

бұнда  $k = 9/\tau$ .

Егер  $K > 1$ , өңдеудің тізбекті әдісі дұрыс болады, егер  $K < 1$ , көп өнімділікті параллельді әдіс қамтамасыз етеді.

Саңылаулар тобының жалпы айналу уақыты

$$\Theta = nt_{p,t} + (\sum \epsilon_{p,t} n) / v_y,$$

бұнда  $n$  — топтағы саңылаулар саны;  $t_{p,t}$  — ұмтылыс және тежеу суммалық уақыты;  $I$  — топ саңылауын айналу жолының ұзындығы;  $\epsilon_{p,t}$  — ұмтылыс және тежеу суммалық жолы;  $v_y$  — тездетілген ауысудың орташа жылдамдығы.

**Өңдеу процесінде саңылауды айналу кезінде құрал бағдарын таңдау әдістері.** Есеп әр нүкте арқылы бір рет қана өтетін  $n$  нүктелер айналу бағдарын таңдауда жасалады. Бұл бағдар көмекші ауысулар уақытын анықтағандықтан, оның ұзындығы минималды болу керек.

Бұл қалыптағы есеп коммивоярж туралы математикадағы белгілі есеппен бірдей. Бұл тапсырмасының бар қарапайымдылығында (барлық бағдарларды қарау және ең азын алу) шешімі есептеу сипатындағы қиындығымен ерекшелінеді. Сондықтан математикада барлық мүмкін нұсқаларды қарастырмай оптималды бағдар табуға мүмкіндік беретін нақты әдістердің қатары әзірленді. Көбіне **жалпы сандық және динамикалық бағдарламалау, бұтақтар және шекаралар** әдісі белгілі.

**Құрал бағдарын оңтайландыру әдісі.** Құрал бағдарының оңтайландыру әдісін таңдау кезінде экономикалық түсініктерін басшылыққа алу керек. Егер де бағдарды оңтайландыру  $T$ , мин шамасына өңдеу ақытын азайтуға мүмкіндік берсе, оңтайландыру есебінен бағалау ұтысы  $C_0 = TNC^{\wedge}$  құрайды, бұнда  $N$  – УП деректері бойынша өңделетін бөлшектер партиясының өлшемі;  $C_{CT}$  — 1 білдек құны - мин. Есепке шығындар  $R = C_{ЭВМ}M_0$  құрайды, бұнда  $C_{ЭВМ}$  — ЭЕМ жұмыс уақытының 1 мин бағасы;  $\xi_0$  — оңтайландырылған бағдарды есептеу үшін қажетті уақыт, мин.

Үнемділікті бағалау үшін коэффициент енгізуге болады

$$\Xi = \text{ШС}_{CT} / (C_{ЭВМ}t_0).$$

Егер  $\Xi > 1$ , оңтайландыру жөн.

Бағдарлар оңтайландыруының нақты математикалық әдістерден бөлек болжауларға негізделген және шешімнің дұрыстығына талаптанбайтын эвристикалық әдістерді қолданады. Эвристикалық әдістерді қолдану ең жақсы шешімге жеткендігіне толық сенімділікті ешқашан бермесе де, көбіне кез келген, шамамен алынған және ең жақсы нәтижеге жақын шешімдердің нәтижесіне әкеледі.

Қарапайым эвристикалық алгоритм былайша қалыптасады: «ең жақын, әлі өтпеген нүктеге жүру».  $n$  нүктелері үшін бұл алгоритм арифметикалық операциялардың  $n^2$  тәртібін талап етеді. Алгоритмді жетілдіру әрқашан басқа бастапқы нүктені таңдаумен л-рет қайталануымен құралатын эвристикалық алгоритм болып табылады. Оптималды ретінде  $n$  нұсқалардың ішінде ең жақсысы түсінеді.

Бұл жетілдірілген алгоритмді орындау үшін талап етілетін арифметикалық операциялар саны  $n^3$  тәртібіне ие. Бұл екі эвристикалық алгоритмі локальды-оптималдық деп аталады және нүктелердің ең аз санына қанағаттанарлық нәтижелер береді. ( $n < 20$ ).

Бұл алгоритмдердің рандомизацияланған нұсқалары бар, онда  $n$ -й нүктесінен ауысу жақын өтілмеген нүктеге емес, кездейсоғына, яғни кез-келген өтпегеніне өткізіледі. Бұл кезде ауысу мүмкіндігі ара қашықтығына сәйкес өлшенген: нүктесі жақынырақ болса, оған ауысу мүмкіндігі бар.

Екінші рандомизацияланған алгоритм бірінші рандомизацияланғаннан әрқашан бастапқысына кездейсоқ тәсілмен басқа нүктесі таңдалады. Бұл алгоритм бағдармен, тағайындалған адаммен салыстыру бойынша білдек өнімділігін 14...17% арттырады.

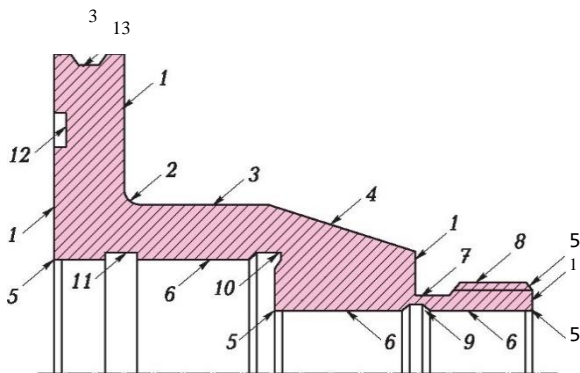
## **5.3** ЖОНҒЫШ ОПЕРАЦИЯЛАР

---

**Жалпы мәліметтер.** Айналу кескіндері өздерімен өңделетін объектілердің конфигурациясының ерекшелігіне байланысты жонғыштық өндеуді бағдарламалау кезінде геометриялық есептер біліктік кесуде тегістікте есептерді шешуге әкеледі. Есептер орындалатын бөлшектердің координаттары жүйесінде  $Z$  білігі болып бөлшектің айналу білігі қызмет көрсетеді, ал  $X$  білігі әдетте тегістіктердің шетжағының біреуінде қызмет етеді.

**Бөлшек контурының элементтері.** СББ білдектерінде өңделетін бөлшектердің үстін тегістікке, айналудың перпендикулярлы білігіне, соостық цилиндрлерге, конустарға, сфераларға, еркін қисық сызықтық жасаушылармен торлары мен үстіне бөледі. Сондықтан жасалатын бөлшек контуры геометриялық элементтердің тізбелігін көрсетеді: кестелік формада берілген туралардың қиындысы, шеңберінің және қисықтардың доғасы. Технологиялық көзқарастан бұл геометриялық элементтер және оларға сәйкес үстері негізгі және қосымшаға бөлінеді (5.4-сурет).

Бас бұрышы  $\phi = 95^\circ$  жоспарда және қосымша бұрышы  $\phi_1 = 30^\circ$  жоспарда контурлық өндеу үшін кескішпен өңделуі мүмкін үстін түзеушіге бөлшек контурының **негізгі** элементтеріне жатқызады. Сыртқы және шетшағындағы үстеріне мұндай кескіш өтпелілер қатарына, ал ішкі – жону қатарына жатады.



5.4-сурет. Бөлшектің қотурын түзейтін беттері:

1 — 6 — негізгі беттері (1 — шетжағы; 2 — майысқан; 3 — цилиндрлік сыртқы; 4 — конустық; 5 — конустық — фаска; 6 — цилиндрлік саңылау); 7 — 13 — қосымша үсті (7 — бұранданың тыс жырашық; 8 — бұранданың үсті; 9 — ішкі трапециялық жырашық; 10 — бұрыштық жырашық; 11 — ішкі тура бұрыштық жырашық; 12 — шетжағылық жырашық; 13 — астауша)

Қалыптасуы көрсетілген кескішпен орындау мүмкін емес үстін түзейтін элементтер **қосымша** болып табылады. Оларға ажарлағыш дөңгелекті енгізу үшін шетжағылық және бұрыштық жырашықтар, үстінің сыртқы, ішкі және шетжағылық жырашықтар, бұрандалық үсті, белбеу астындағы астаушаны және т.б. жатқызады.

**Дайындама контурының элементтері.** Орташа өлшемдегі СББ токарлық білдектерінде өңделетін бөлшектер үшін дайындамалар ретінде кішкене және орташа сериялық өндіру жағдайында кесілген прокат қолданады. Диаметрлері 50 мм және одан жоғары болғанда бір бөлшекке даналық дайындамалар қолданады. Максималды диаметрі 50 мм кем бөлшектер үшін бірнеше бөлшекке бір дайындаманы қолдануға болады.

Ортасында өңделетін бөлшектер үшін дайындамалар екі жағынан центрленуі керек, ал бір шетжағы кесілуі керек. Ұзындығы бойынша жіберілетін ауытқулар 0,6 мм артпауы тиіс.

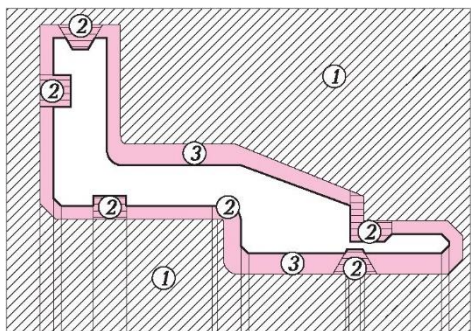
Соғылманың дайындама ретінде қолдануы кезінде бекіту үшін қолданылатын үстін алдын-ала жону керек. Жылулық өңдеуге, егер ол қажет болса дайындамалар өңдеу алдында СББ токарлық білдегінде жасалуы керек.

Дайындаманың контуры көбіне тіктөртбұрышты құрайды. Балқыту немесе қалыптаманы қолдану кезінде дайындама контуры үлгілік болып және шеңбердің тура және доға бөліктерінен бөлшек контуры сияқты құрылуы мүмкін.

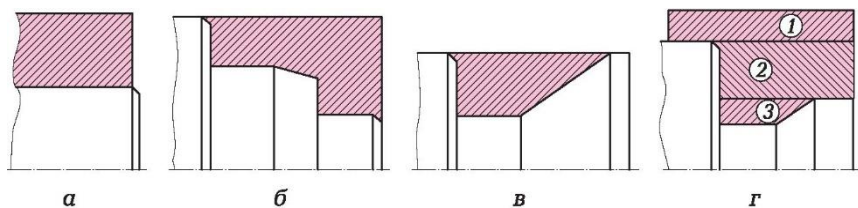
**Бөлшекті өңдеу әдіптері.** Токарлық операцияны технологиялық жоспарлау басында талап етілетін бөлшектің контурының бөлек элементтерін өңдеу нақтылығы мен білдектің төлқұжаттық мәліметтерімен үстінің бұдырлығын салыстыру керек және осы білдекте соңына дейін өңделмейтін бөлшек үстінің учаскелерін анықтау керек. Контурдың сәйкес элементтері үшін кейіннен өңдеуге аралық әдіптер тағайындайды және олармен сәйкес алдыңғыларды ауыстыратын бөлшек контурының жаңа элементтерін құрады.

Өңдеуге әдіптерді анықтаудың екі әдісі бар: тәжірибелі-статистикалық және есептеу-аналитикалық. **Тәжірибелі-статистикалық әдісі** кесте түріндегі жалпыланған ұсыныстар береді. **Есептеу-аналитикалық әдіс** өңдеудің нақты жағдайларында өндірістік қателіктерді талдау жолымен әдіптерді дифференциалды анықтауға көмектеседі.

Бөлшектің негізгі үстінің таза өңдеуіне әдіптерді тағайындағаннан соң СББ токарлық білдегінде орындалатын өңдеуге жалпы әдібі бірнеше аралыққа бөледі. Сәйкес элементтің таза әдібіне тең олардың әрқайсысына арақашықтықта орналасқан, бөлшектің контурының негізгі элементтеріне эквидистантты сызықтар көмегімен бөлшектің қаралтым контурын құрайды. (5.5-сурет). 1 әдіп, дайындама контуры мен бөлшектің қаралтым контуры арасында орналасқан негізгі үстінің қаралтым өңдеуін көрсетеді.



5.5-сурет. Дайындама контурында токарлық өңдеуде әдіпті бөлу



5.6-сурет. Токарлық өңдеу аумағы (а—г)

2 әдіп, бөлшектің қаралтым контуры мен қосымша үстінің контуры арасында орналасқан (жырашықтар, бұрандалық үсті және т.б.) бұның үстін өңдеу саласын құрайды. Сонымен 3 әдіп бөлшектің қаралтым контуры мен оның таза контуры арасында орналасқан, кейінгі өңдеу астын әдіпті есепке ала отырып негізгі үстінің таза өңдеу саласын түзейді. Көптеген жағдайларда бөлшекті екі орындауда өңдейді. Сондықтан бөлшектің негізгі үстінің қаралтым және таза өңдеу әдібін басқа ауысуларға сәйкес аумақтарға бөледі.

**Өңдеу аумақтары.** СББ білдектерде токарлық өңдеудің әр аумағы бір технологиялық ауысуға сәйкес және бөлшектің қаралтым және таза контуры конфигурациясына немесе бұл ауысуды орындайтын кесу құралының технологиялық мүмкіндіктеріне және бөлшектің таза контурына байланысты қалыптасады. Кескіштер үшін бұл технологиялық мүмкіндіктер жоспарда негізгі және көмекші бұрышпен анықталады.

Технологиялық ауысуда қалыптасатын бөлшектің қаралтым немесе таза контурының учаскесінің конфигурациясына байланысты өңдеу аймақтарын ашық, жартылай ашық, жабық және үйлесімдіге бөледі (5.6-сурет).

**Ашық аймақ** (5.6, а-сурет) әдіптің цилиндрлықтан алуында, кейбір жағдайларда конустық үстінен алуында қалыптасады. Бұл аймақ үшін жонғышты таңдау кезінде жоспардағы басты және көмекші бұрыштарға шектеулер қоймайды.

Көбіне типтік **жартылай ашық аймақ** (5.6, б-сурет), оның конфигурациясы жоспарда жонғыштың бас бұрышын регламенттейді.

**Жабық аймақтар** (5.6, в-сурет), қосымша беттерін өңдеу кезінде көбіне кездесетін жоспардағы жонғыштың бас бұрышына да, көмекші бұрышына да шектеулер қояды.

**Үйлесімді аймақ** (5.6, г-сурет) суреттелген екі немесе үш аймақтың бірігуін білдіреді.



5.3-кесте. Бөлшектің негізгі беттерін қаралтым токарлық өндеу кезінде ауысулардың типтік схемалары

Ауысу сызбасы	Өндеудің әр аймағында типтік ауысу		
	Ашық аймақ	Жартылай ашық аймақ	Жабық аймақ
<p>«Ілмек»</p>			
<p>«Айналым» («зигзаг»)</p>			
<p>«Түсу»</p>			

Негізгі беттерін токарлық өндеу кезінде қаралтым ауысуларды дайындау. 5.3-кестесінде негізгі үстін токарлық өндеу кезіндегі типтік сызбалар көрсетілген.

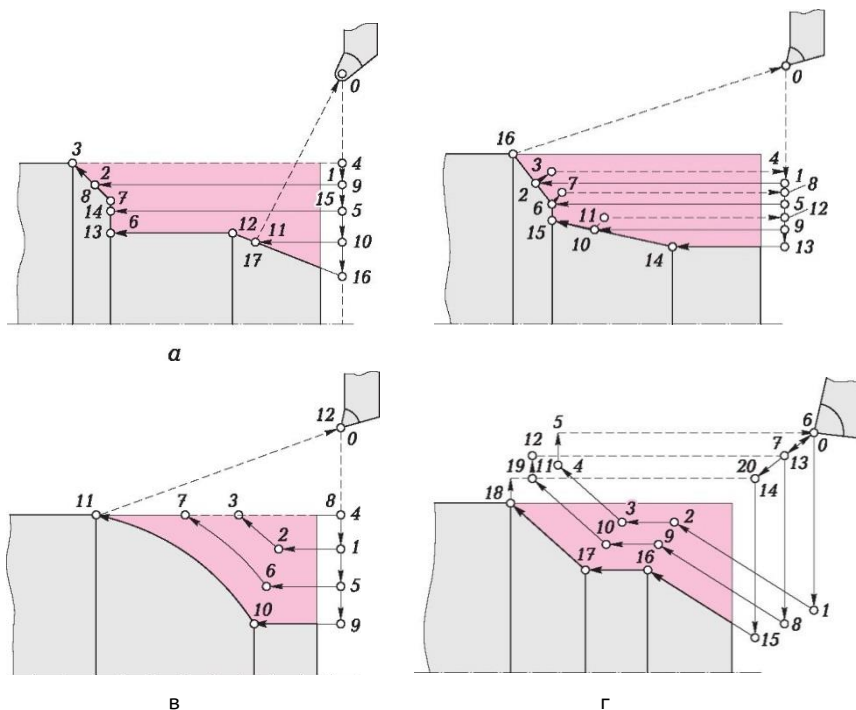
«Ілмек» сызбасы жұмыс барысының аяқталуы бойынша құралды, шағын арақашықтыққа (шамамен 0,5 мм) өңделетін бетінен бөледі және көмекші барысы кезінде қайта орнына әкеледі. Бұл сызбаны көбіне ашық және жартылай ашық аймақтарды өндеу кезінде қолданады. Бұл сызбаның әртүрлілігі «тіректен» әдісімен баспалдақтық вал типінің бөлшектерін өндеу кезінде қолдануы мүмкін.

«Айналым» сызбасы («зигзаг») құрал жұмысын тура және кері ұсынуда көрсетеді және барлық өндеу түрінде іске асырылуы мүмкін.

«Түсу» сызбасы әдіптің жонғыш радиалды ауысу кезінде алынатындығымен сипатталады. Бұл сызбаны көбіне жабық аймақтарға қаралтым ауысулар кезінде қолданады.

Жартылай ашық аймақтар үшін сызбаларды таңдауға ерекше мән бөлген жөн, себебі олар токарлық өңдеу кезінде көбірек кездеседі. 5.3. кестесінде көрсетілген қарапайым сызбалардан басқа бұл аймақтарда күрделірек қолдану табады.

**Іріктеп алынған қаралтым сызба** (5.7, а-сурет) УП сәйкес құралдың тік сызықтық жұмыс барысынан кейін ерекшелінеді, қалған материалды кесе отырып бөлшектің қаралтым контуры (алдыңғы өту деңгейіне дейін) жанында қозғалады. Нәтижесінде кейінгі өңдеу үшін барлық контур бойынша тең әдіп қалады. Бұл сызбаны қолдану кезінде құралдың беріктігін ұлғайту үшін екі жұмыс берісін тағайындайды: сызықтық өту кезінде әрекет ететін негізгі; тарақгүлдер қырқылғанда бөлшектің контуры қозғалысы кезінде әрекет ететін әдіпті беру.



5.7-сурет. Жартылай жабық аймақтардан әдіпті жою үшін токарлық қаралтым өңдеу кезінде ауысулардың типтік сызбалары (цифрлармен өңдеудің бірізділігі белгіленген) (а—г)

Іріктеп алынған қаралтым сызбаны соңы және кейінгі таза өңдеу ретінде қолдануға болады, ол  $Rz$  40 мкм дейін бұдырлығы параметрімен үстін алуға көмектеседі. Бұл сызбада бөлшек контурында құрал барысының соңының нүстесінде тәуекел қалуы мүмкін, жоғарылау кезінде құрал радиусының жартысына тең бөлшек контурының жанында құралды асқынөтуіне әр барысының соңында енгізсе оларды азайтуға болады.

Жартылай ашық аймақтар үшін қаралтым асқынөтуді орындау басқа сызбасы болып **жартылай таза (тазалау) өтумен** (5.7, б-сурет) **қаралтым сызбасы** болып табылады. Алдындағы сызбадан қарағанда бұнда құралдың әр барысынан соң контурда қалатын құралдың іріктеп алуы жүргізілмейді. Бірақ та қаралтым барысының соңғы (соңғыдан бұрын) орындағаннан соң құралға металдың барлық тарақгүлдері мен қалдықтары контурда қиылып алынатын жартылай таза барысын іске асыра бөлшектің контуры жанында қозғалысты жасайды. Жартылай таза барысы ауыспалы кесу тереңдігін береді, осыған байланысты оны беруде орындаған жөн, қаралтым барысы кезінде орындағаннан жақсырақ болады. Бұл сызбаның топтамамен қаралтымнан артықшылығы оның кейбір жағдайларда бөлшекті өңдеу кезінде ары қарайғы таза ауысуларсыз өтуінде, себебі үстінде қауіптер қалмайды.

Үлгілік бөлшектерді өңдеу кезінде **эквидистантты сызбаны** (5.7, в-сурет) қолдануға болады. Оның атауы құралдың жұмыс барысы бөлек контурына эквидистанттылығымен анықталады.

Бөлшектің негізгі бетінің қаралтым өңдеуінің соңғы сызбасы – **контурлық сызба** ( 5.7, г-сурет) — өңделетін бөлшектің контуры жанында жұмыс барысын қайталау жолымен қалыптасады. Мұндай әрбір қимыл көмекшімен бірге дайындама контурына жақындай келе кейбір туралардың жанына жылжыйтын бастапқы нүктесі тұйық цикл түрінде траекториясын түзейді. Контурлық сызба стандарты циклге сәйкес және жеткілікті қарапайым бағдарламаланады.

Ашық және жартылай ашық аймақтар үшін қаралтым ауысуларды орындау кезінде әр жұмыс өтуін аяқтағаннан соң аймақтан шығарады және келесі жүрістің тереңдігіне береді (көмекші жүріс).

Жабық аймақ жағдайында құрал өңдеу процесінде одан шығарылуы мүмкін емес, сондықтан іріктеп алумен қаралтым өңдеу және жартылай таза өтумен сызбасының мұндай аймағы үшін қолдану кезінде оларды басқаша түрін өзгерту керек: әр жұмыс барысын аяқтағаннан соң

құрал бұл жүрістің бастапқы нүктесіне қайтарылады (көмекші жүріс) және өңделетін аймақтың контуры жанына тірелу кезінде қозғалып келесі жүріс тереңдігіне тіреледі.

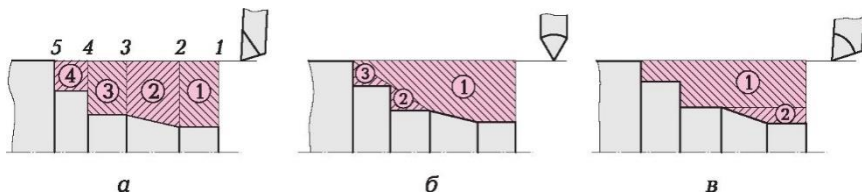
Өнімділігі бойынша негігі қаралтым ауысулардың сызбасын бағалау келесі қорытындыларға әкеледі:

- Тазалау жұмыс барысының жоқтығына байланысты «ілімек» сызбасы көбірек өнімділікті қамтамасыз етеді. Бірақ та басым жағдайларда тек ашық аймақтар үшін таза өңдеуде бірқалыпты әдіпті қамтамасыз етеді;
- Іріктеп алынған қаралтым сызбасы жартылай таза (тазалау) өтумен қаралтым сызбаны өнімділігі бойынша көмекші жүрістің көп ұзындығына байланысты жеңіледі;
- Ашық аймақтар үшін көптеген өнімділікті «ілімек» сызбасы, ал жартылай ашық және ашық аймақтар үшін тазалау өтумен қаралтым сызбасы қамтамасыз етеді.

Үйлесімді аймақтарды бірнеше учаскелерге (5.6-суретті қараңыз, *z*, 1 — 3 учаскелері) бөлген жөн. Егер де үйлесімді аймақ ашық және жартылай (аймақтардан) құралса, ашықты «ілімек» сызбасымен, ал жартылай-ашықты тазалау өтумен қаралтым сызбасы бойынша өндеген дұрыс. Үйлесімді аймақтың құрамында барлық үш учаскенің болуы кезінде бірінші екеуін біріктіріп, «ілімек» сызбасы бойынша өндеген жөн, ал жабық типті учаскені бірінші екі учаскеге енетін қаралтым өту тазалау үшін осы өтуді созып тазалау өту сызбасы бойынша өндеу керек.

**Токарлық ауысуларды дайындау кезінде аймақтарды анықтау.** Негізгі беттерінің қаралтым өндеуі алабын аймақтарға бөледі. Аймақтарға әдіптердің бөлудің бірнеше сызбалары бар. 5.8, *a*-суретінде 1 — 5 шетжағылық базалық кесуінің арасында аймақтар сызбалар көрсетілген. Әдіпті негізгі өңделетін үсті бойынша кезекпен түсіреді. Аймақтарға бөлудің мұндай сызбасы рационалды емес, себебі 5.8, *б, в*-суретінде көрсетілген сызбалардың өнімділігі бойынша жеңіледі. Бұл соңғысынан басқа барлық шетжағында орындалуы тиіс көмекші жүрістер ұзындығының ұлғаюынан болады.

Осыдан негізгі беттерінің қаралтым өндеуінің аймақтарының құруы кезінде токарлық білдектердегі жұмыс кезінде аймаққа таңдалған құралды қолданумен бұл орнатуда мүмкін өңделетін осындай беттердің максималды санын қосуға талпыну керек.



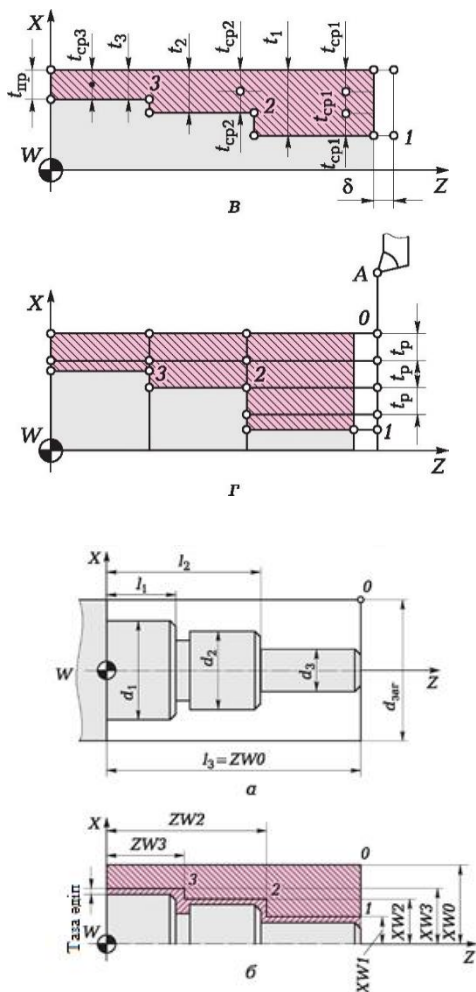
5.8-сурет. Әдіпті аймақтарға бөлу сызбасы (номірлері дөңгелектерде көрсетілген) (а—в)

**Қаралтым өңдеу кезінде әдіпті жою сызбалары.** Өңделетін учаскелерді ауысуларға бөлу және ЭЕМ көмегімен іске асырылатын ТҮ АЖЖ құрал траекториясын таңдау. Геометриялық есептерді шешу алгоритмі жүйесінде іске асырылатындарының талдау токарлық өңдеу кезінде құралдың траекториясын нақты нысандандырылған ережелерді орнатуға көмектеседі. Үлгіде қарастырайық.

ZWX бөлшектер координаты жүйесінде өлшемдерімен анықталған сатылы толқынды өңдеу кезінде (5.9, а-сурет), қаралтым өңдеу аумағын бөлуге болады. Цилиндрлік, шетшағылық бетімен және дайындама контурына әдіп есебімен түзелген (5.9, б-сурет) бөлшектің қаралтым контурымен бұл шекара анықталады. Сондықтан X және Z координаттарымен, сондай-ақ  $I_3 = ZW0$  өлшемі және  $d.^{\wedge}$  диаметріне сәйкес анықталатын бөлшектің қаралтым контурының тіреу нүктелерін белгілеуге болады. Қарастырылған жаңдайда толқынды алдын-ала шетжағындалған цилиндрлық дайындамадан дайындалғанын болжаймыз. Осылайша 5.9, б-суретіндегі сызбамен қаралтым аймағының әдібі нақты анықталуы мүмкін және 1 — 3 (5.9, в-сурет) тірек нүктелері арқылы өтетін вертикальдарға сәйкес әр цилиндрлік үстімен (ZW3, ZW2 и XW1, XW2, XW3 өлшемдерімен) салаларға бөлінеді. Сонымен бірге, дайындаманың сыртқы үстіне қатысты әр салада  $t_j, t_2, t_3$  әдіптерін анықтауға болады.

Өтулердің санын анықтау үшін қаралтым аймақты келесі реттілікте горизонталды тура деңгейлермен бөледі:

- әр цилиндрлық үсті ( $t_j, t_2, t_3$  5.9, в-сурет):  $t_j = XW0 - XW1$ ;  $t_2 = XW0 - XW2$ ;  $t_3 = XW0 - XW3$  үшін қаралтым өңдеуге әдіптерді есептейді;



5.9-сурет. Өңдеудің қаралтым аймағын қалыптастыру және сатылық толқындар үшін деңгейлерге әдіпті бөлу

- әр цилиндрлық үсті бойынша қаралтым қтуінің ең аз санын анықтайды. Бұл үшін  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  есептелген әдіптерді  $t_{np}$  мөлшерлі кесу тереңдігіне бөледі және алынған санды үлкеніне дейін біртұтасына дөңгелетеді.

$t_{np}$  мөлшері құралдың беріктігінен, өңдеу режимін тағайындау кезінде берілетін беріктігі мен басқа факторлардың максималды айналатын білдекке жетегін беру қуаттылығына байланысты. Қарастырылатын үлгіге  $t_{np}$  көлемі  $t_3$  көп бірақ  $t_2$  және  $t_4$  төмен екендігін қарастырайық.

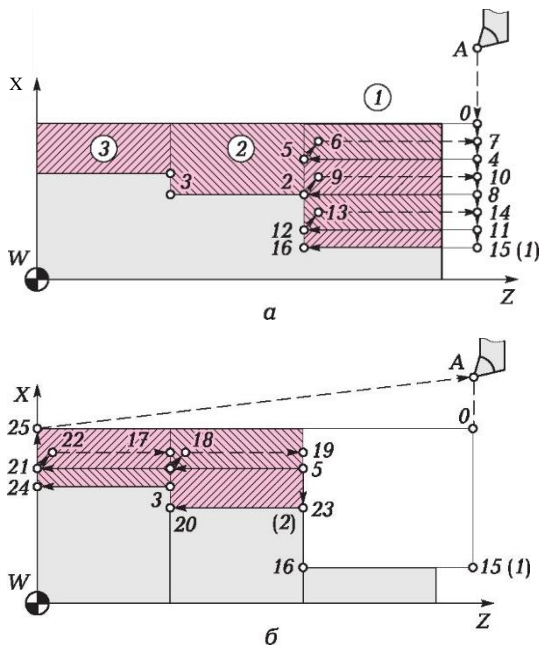
- Өтулердің саны алдыңғы тармақта белгіленген әр цилиндрлік үстіне толық бөлінген әдіптер болжамда қаралтым өту кезінде кесу тереңдігін есептейді. Бірінші құрал саласында қарастырылатын үлгі үшін екінші цилиндр саласында —  $t_{cp2}$ , үшінші цилиндрде —  $\hat{\Delta}_{p3}$  көлемінің тереңдігі болады.
- Кесу тереңдігінің алдыңғы тармағында анықталғандың арасында бірыңғай болып қабылданады (барлық қаралтым аймақ үшін). Қарастырылатын үлгі үшін  $\hat{\Delta}_{p2}$  тереңдігі болады, бірақ  $\hat{\Delta} = \hat{\Delta}_{p2}; n$
- $XW0$  дайындаманың көлемінен ары қарайғы  $I_p$  бірізділік қабылданған көлемін есептеумен қаралтым аймақтың барлық әдібі бойынша жоғарыдан төмен горизонталды анықталады (5.9, г-сурет).

$I_p$  көлемі қаралтым әдіпті өтулерде  $D_p$  тең бөледі. Алынған горизонталдар мен вертикалдар әр тәсілмен қайрау кезінде жлюға бөлетін дайындалатын дайындама (5.10, а-сурет) элементарлы учаскелері анықталады. Әрине траектория құру кезінде 5 өлшемі берілуі тиіс дайындамаға дейін құралдың толық кірмеуі (5.9, в-суретті қараңыз).

Әдіпті бөлу сызбаларын бөлуді көңілге алмай оны жоюдың негізгі үші сызбасын бөлуге болады.

**Вертикалдар циклдары бойынша** әдіптерді өңдеу сызбасында әр салада кезекпен жояды. Мұндай сызда  $t_1$  әдібін, сосын  $t_2$ , сосын  $t_3$ , және жонғыш траекториясы келесі нүктелер бойынша өтеді:  $A, 4, 5$  (5.10, а-суретте),  $7, 8, 2, 9$  —  $16, 5$  нүктелеріне жалдам жүрісте  $6$  нүктесіне  $0,5$  мм өтеді. Ары қарай жонғыш  $5, 18, 19, 23$  (2),  $20, 21, 22, 17, 3, 24, 25$  және  $A$  (5.10 сурет, б) нүктелер бойынша қозғалады.

**Циклдер деңгейлері бойынша** өңдеу сызбасында әдіпті барлық салаларда деңгей көлемінде жонғыштың бойлай ауысуы кезінде төменнен бірізділеп алады (5.11 сурет). Онда жоғары қабаты  $8$  нүктесіне ( $t_p + 0,5$  мм)  $8$  нүктесіне радиалды ауысуы  $7$  нүктесіне тездетілген қайтарылуы  $6$  нүктесіне  $0,5$  мм кетуіне  $A, 4, 5$  нүктелері арқылы жонғыштың қозғалысында жояды.



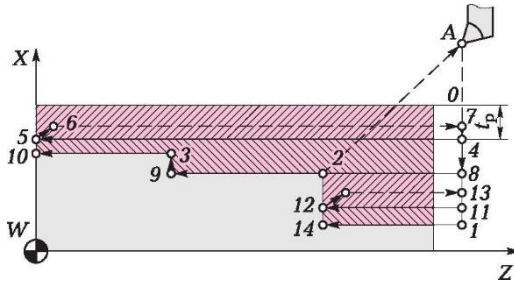
5.10-сурет. Вертикалдар циклі бойынша әдіпті жою сызбасы (а, б)

Ары қарай жұмыс жіберуінде 9, 3, 10 нүктелері арқылы жонғыштың қозғалысы траекториясы кезінде әдіптің келесі қабатын жою болады. Сосын (жонғышты бастапқы вертикалға қайтарғаннан соң) 11 нүктесінен 12 нүктесіне және 1 нүктесінен 13 нүктесіне жонғыштың жұмыс жүрісі кезінде әдіпті кеседі. 13—2 жүрістерімен шетжағын тазалайды және жонғыш А нүктесіне қайта келеді.

**Қаралтым контурының горизонталының циклдары бойынша** (5.12, а-сурет) өндеу сызбасы алдыңғы нұсқадан құралдың барлық аймақтар бойынша(траектория А—4 — 5) бойлай жүрісімен тр әдіпті жояды. Ары қарай мұндай әдіп екі жүрісте бірінші аймақта (4—6—2 и 6 — 7—8 траекториясы) жойылады, кейін 9, 2, 10, 3, 1 нүктелері арқылы 1 нұны қаралтым контурын қалыптастыратын соңғы өту ілеседі.

Осы және жартылай таза (таза) өтумен (5.7, б-суретті қараңыз), типтік-қаралтым сызбаны салыстыра, олардың белгілікті ұқсастығын орнатуға болады, сондықтан әр салада әдіп қалдыра барлық салалар бойынша құралдың бірнеше жүрісінде әдіптердің қабатын жою міндеті тұр, әр салада шектеуліден аз әдіп қалдыра;

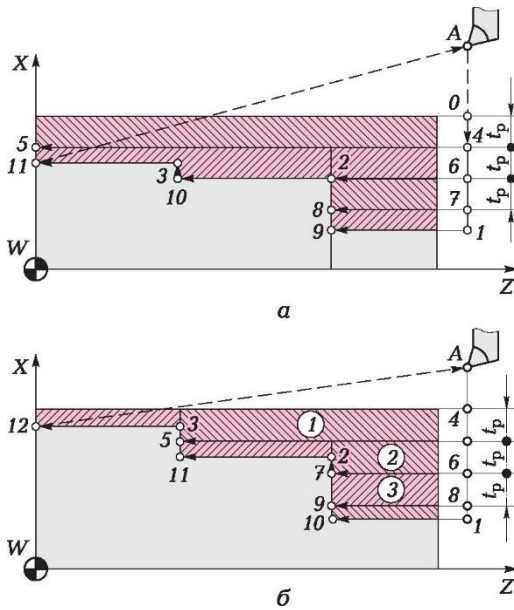




5.11-сурет. Деңгейлер циклары бойынша әдіпті жою сызбалары

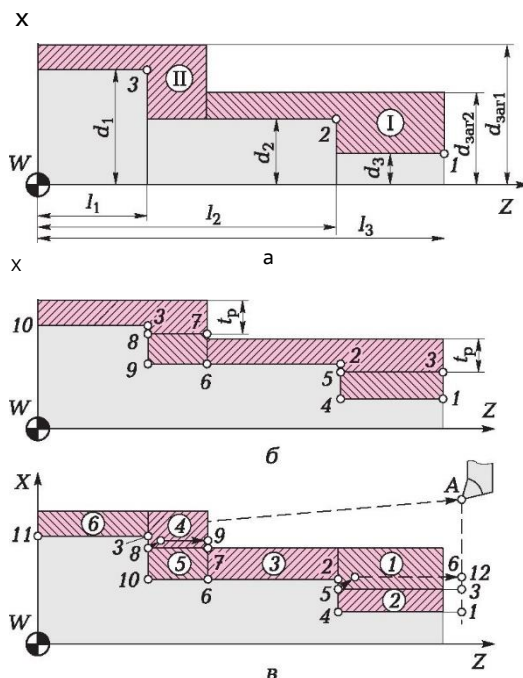
оны қалыптастыра отырып, барлық қаралтым контур бойынша тазалау жүрісін орындау қажет.

Горизонталдар циклі бойынша әдіпті жоюдың тағы бір нұсқасы 5.12, б-суретінде көрсетілген. Үшінші аймақтағы  $t$  әдібі мөлшерлі  $fr$  аз. Дөңгелектерде 1, 2, 3 сандарымен белгіленген металл қабатын бірізділеп жояды, содан соң 10, 2, 11, 3, 12 нүктелері арқылы нүктесіне қаралтым контур бойынша жүрісті орындайды.



5.12-сурет. Горизонталдар циклі бойынша әдіпті жою сызбалары (а, б)

Қаралтым өңдеу кезінде әдіпті жою қарастырылған сызбалардың талдауы екінші және үшінші сызбалардың шамаме бірдей тиімділігін көрсетеді, бірақ та үшінші сызбаға артықшылық берген жөн. Сатылы толқындарды өңдеу кезінде әдіптерді жою қарастырған сызбалары дайындамалардың әр сатылы толқындарға тарату мүмкін. Сатылы дайындаманың қаралтым өңдеуінің аумағын елестету қиын емес, олардың әрқайсысы бір сатының контурымен шектелген. 5.13, а-суретінде I және II учаскелердің сатылы дайындамалардың өңделетін бөлігіне бөлу көрсетілген, 5.13, б-суретінде — тірек нүктелерін белгілеумен ( $\xi_p$ ) деңгейлеріне бұл учаскелерді бөлу, 5.13, в-суретінде— A, 3, 5, 12, 1, 4, 2, 6, 7, 8, 9, 6, 10, 3, 11, A нүктелері арқылы құралдың жұмыс жүрісі кезінде бөлек элементарлы учаскелері бойынша әдіпті(дөңгелекке жасалған 1 — 6, цифрлары) жою бірізділігі. Әр санаттағы сатылы бөлшектердің өңдеу тұтастығын белгілеген жөн: валкалар, төлкелер, дискілер, қақпақтары, олардың қаралтып әдіптері қалыптасып, толқындар үшін сызбаларға қарау бойынша өңделуі мүмкін. .



5.13-сурет. Сатылы дайындаудың қаралтым өңдеу аймағы (а—в)

Қосымша беттерін токарлық өңдеу кезінде ауысуылардың типтік сызбалары. Бөлшек контурының кейбір қосымша элементтерінің өңдеу типтік сызбасы 5.4. кестесінде көрсетілген.

**1 сызбасы** бойынша тегістейтін дөңгелекті кіргізу үшін сыртқы бұрыштық жырашықтарды өңдеу қажет. Өту саны жонғыш және жырашық өлшемдерінің қатынасына байланысты. Құралды өңдеуді бір немесе үш жүруді аяқтайтындай таңдай ұсынылады.

**2 сызба** — бұранда түзейтін құрал кіру үшін сыртқы бунақты өңдеу кезінде ауыстарды орындауға ұсынылатын сызба. Қиып тігілген бұранданың кесуші бөлігінің енін өңдеуді екі немесе үш жүруде аяқтауға таңдаған жөн.

**3 сызба** — серіппелік, серіппелік тіреуші, тығыздалған және поршендік сақиналар үшін жырашықтарды өңдеуге ең рационалды сызба. Жырашықты өңдеуді үш жүрісте орындау үшін бұранданың жұмыс бөлігінің енін таңдау керек.

**4 сызба бойынша** шкивтердің жырашықтарды, сальникті киіздік сақиналар үшін жырашықтарды, сонымен қатар шетжағылық жырашықтарды өңдеген жөн.

Тура жырашықтарды **5 типтік сызба** бойынша ойып жасалған жонғышпен өңдейді.  $R_z$  40 мкм және одан көп жырашықтар бетінің бұдырлығы параметрі кезінде  $n + 1$  и  $n + 2$  нөмірлерімен суретте көрсетілген таза жүрістерсіз өңдеу жүргізіледі.  $n = (b - B) / (B - 1)$  жүрістердің жалпы саны, мұнда  $b$  — жырашық ені;  $B$  — жонғыштың жұмыс бөлігінің ені. Бұл формулада көрші жүрістер арасында қажетті жабуды қамтамасыз ету үшін бөлгіш 1 мм азайтылған.


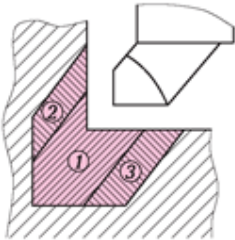
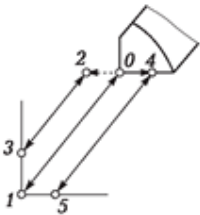
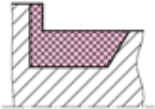
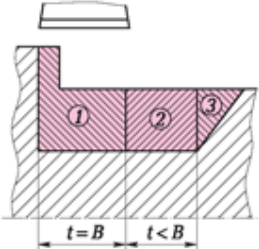
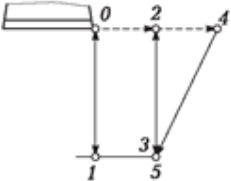
Жырашық шетшағының бұдырлығы кезінде  $R_z$  20 бастап 10 мкм дейін және  $R_a$  2,5 бастап 1,25 мкм дейін осы шетжақтарының өңдеуінің таза жүрістерін енгізеді. Осы жүрістер астынан әр жаққа 0,5 мм әдіп қалдырады, соның нәтижесінде жалпы жүрістер саны

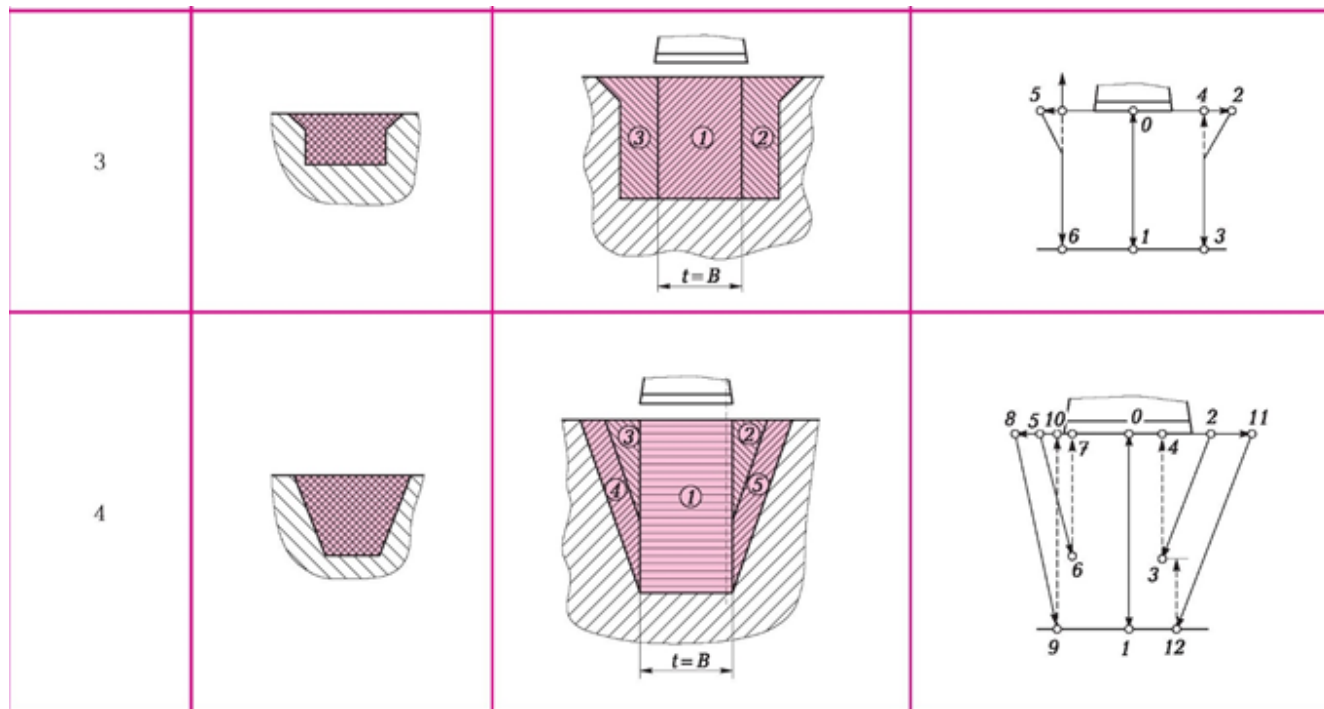
$$n = (b - B - 1) / (B - 1).$$

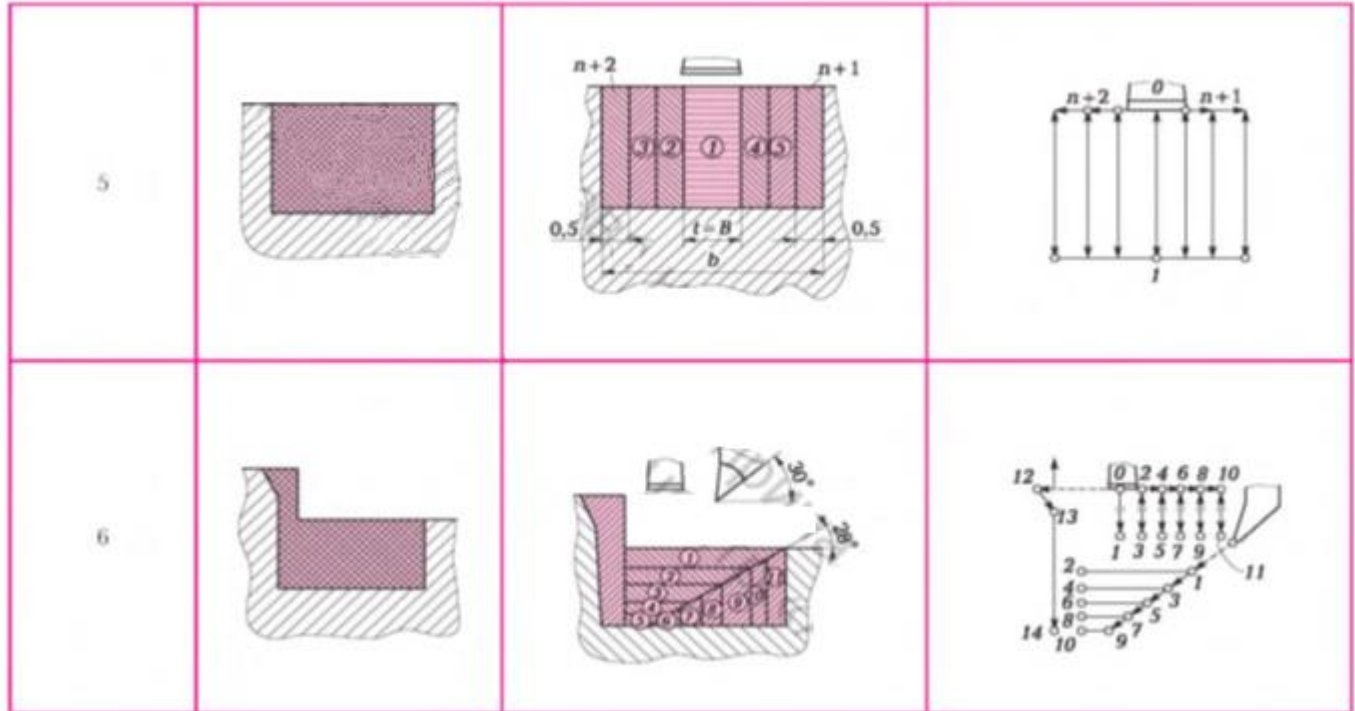
Егер аталған бұдырлығы параметрлері жырашықтың асты бойынша қамтамасыз етілуі тиіс және соның астынан әдіп қалдыратын түбін тазалау үшін қосымша өту енгізеді.

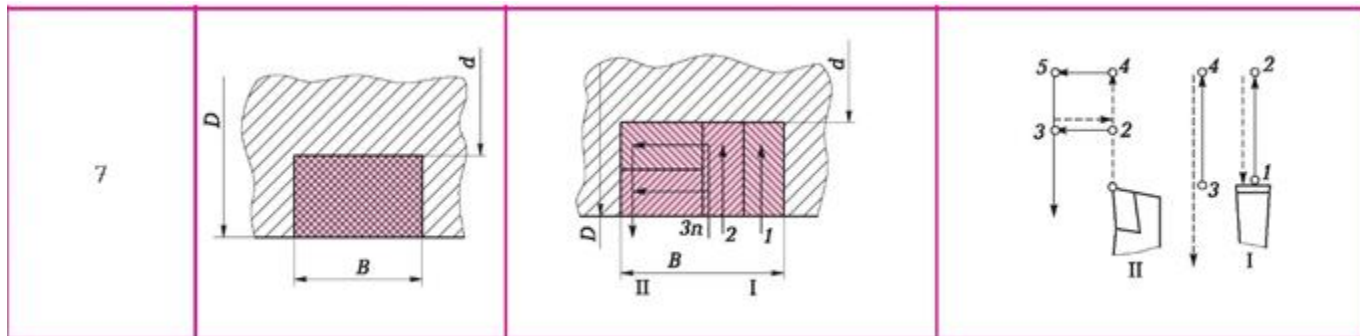
Жалпақ ( $b = 6B$  және одан көп) және терең жырашықтар үшін контурлы және жырашықтық бұрандалармен екі ауысумен орынлатын өңдеуге сәйкес біріктірілген сызбасы қолданылады.

5.4-кесте. Жырашықтарды, бунақтарды, астаушаларды өндеудің типтік сызбасы

Сызба номері	Контур элементі	Әдіп бөлуі	Құралдың жолы
1			
2			







Ескерту.  $B$ -жонғыштың жұмыс бөлігінің ені;  $t$ -кесу тереңдігі; дөңгелектегі сандар - жұмыс жүрістерінің бірізділігі

Жоспарда  $95^\circ$  бас бұрыш және көмекші  $30^\circ$  контурлы жонғышпен орындалатын өту аймағы  $\alpha = 28^\circ$  (**сызба 6**) еңіс бұрышпен тура көмегімен қалыптасады. Бұл аймақты өңдеу жабық типті қаралтым жолының сызбасы бойынша жүргізіледі. Шетжақын әрқашан ойып жасалған жонғышпен, ал өңдеуді аяқтағаннан соң контурлы жонғышпен кеседі. Шетжағы және түбі бойынша таза жүрістер алдыңы жағдайдағы сияқты тағайындалады.

Кең жырашықтарды I ойып жасалған жіне II тірек-өту II жонғыштарымен өңдеуге болады (**7-сызба**). Алдымен ойып жасалған жонғышпен бірнеше жұмыс жүрістерінде жырашықты орындайды, сосын тіреу-өту жонғышымен әдіптік жояды.

Бұранданы кесудің **типтік сызбасы**. ССБ токарлық білдектерінде көбіне жонғыштар көмегімен кеседі. Бұранданың жонғыштармен қалыптасуының екі негізгі сызбасы бар: радиалды және бүйірлік кірекесуді қолданумен.

**Радиалды кірекесуде** құрал бос емес кесу жағдайында жұмыс істейді. Жоңқа жонғыштың екі жиегімен бір уақытта қалыптасады, оның түзілу процесі қиындайды, ол шиыршыққа ширатылады, екі жиекпен қиылатын металл қабаты бір-бірене бағыты бойынша ширатылуға ұмтылуынан оның жонғыштан бұрылуы қиындайды. Сондықтан мұндай сызбаны не 2 мм дейін адыммен кіші бұранданы кесу кезінде, не бұранда профилін таза өңдеу үшін қолданады.

Қаралтым жүрістер үшін 2 мм артық адыммен бұранданы кесу кезінде бұрылуын жақсартатын жоңқа жонғыштың бір кесетін жиегімен ғана қалыптасуында **бүйірлік кірекесуді** қолданады.

Қаралтым ғана емес, таза жүрістердің нүлкен санымен бұранданы көп өтуде кесу тараған. 5.5. кестесінді метрилік үшбұрыштық бұранданы кесу кезінде жүрістердің саны бойынша ұсыныстар келтірілген.

СББ токарлық білдектерінде цилиндрлік те, конустық та бұранданы, сондай-ақ айналу білігіне перпендикулярлы шетжағында орналасқан бұранданы да кесуге болады.

Токарлық өңдеуге арналған құралдың міндеті. СББ білдектерінде (5.14 сурет) қолданатын кесуші құрал, екі үлкен топқа бөлуге болады.

Бірінші ББ тобына айналу білігімен құралдар енеді. Оларға ортақ болып кесу жылдамдығы білдектің бас жетегінің айналу жиілігі мен құралдың диаметрімен анықталады. Бірінші топқа саңылауларды (бұрғы, үңгі, ұңғы, таңбалаушылар және т.б.) және фрезаларды өңдеу үшін біліктік құрал жатады.



5.5-кесте. Жонғышпен метрикалық үшбұрыш бұрандамен кесу кезінде жүрістер саны

Бұранда қадамы, мм	Жүрістер саны		
	Бүйірлік кірекесуде	Радиалды кірекесу кезінде	
		қаралтым	таза
0,75	—	3	3
1,00	—	3	3
1,25	—	4	3
1,50	—	4	3
1,75	—	5	3
2,00	—	5	3
2,50	6	—	3
3,00	6	—	3
3,50	7	—	4
4,00	7	—	4
4,50	7	—	4
5,00	8	—	4
5,50	8	—	4
6,00	9	—	4

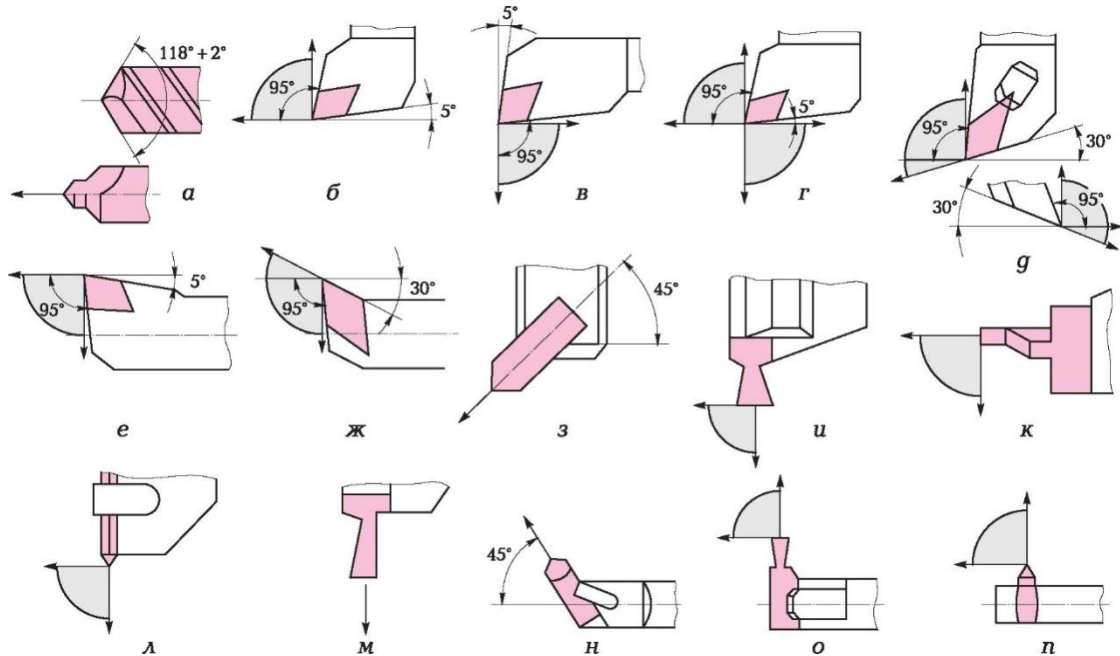
Ескерту. Өңделетін материал — болат, шойын, қ ола, жез. .

Екінші топқа айнарудың сыртқы және ішкі беттерін жонуға, сондай-ақ шетжақтарын кесуге арналған жонғыштар жатады.

Өңдеудің сызбасын іске асыру кезінде қолданылатын өтетін жонғыштарды беру бағыта байланысты оң және солына бөледі.

Сыртқы цилиндрлық, конустық және шетжағылық беттерін өңдеу үшін көп жағдайларда үш типтегі өтетін жонғыштарды қолданады:  $\phi = 95^\circ$  жоспардағы бас бұрышпен және  $\phi_1 = 5^\circ$  жоспарда көмекші бұрышпен қаралтым,  $\phi = 95^\circ$  және  $\phi_1 = 30^\circ$  бұрышпен таза (контурлық) және  $\phi = 95^\circ$  пен  $\phi_1 = 5^\circ$  бұрыштармен құрастырылып қиылған.

Негізгі ішкі беттерін өңдеу үшін **центрлік және бұрғылау шиыршығын, сондай-ақ жонатын жонғышты** қолданады:



5.14-сурет. Жұмыстық беруді бағытының аймағын көрсетумен СББ токарлық білдектері үшін кесетін құралдың номенклатурасы:

а — шиыршықты және орталық бұрғы; б — өтетін сол жонғыш; в — өтетін (кесілген) оң жонғыш; г — өтетін (кесілген) сол жонғыш; д — контурлы оң және сол жонғыш; е — қайрап өтетін жонғыш; ж — қайрайтын контурлы жонғыш; з — бұрыштық жырашықтарға арналған жонғыш; и — кесетін жонғыш; к — шетжағылық жырашықтардың бунаққа арналған жонғыш; л — бұрандалық жонғыш; м — қиылатын жонғыш; н — бұрыштық жырашықтарға арналған қайрайтын жонғыш; о — ойып жасалған қайрайтын жонғыш; п — бұрандалық қайрайтын жонғыш.

қаралтым ( $\varphi = 95^\circ$ ;  $\varphi_1 = 5... 10^\circ$ ) және таза (контурлық) ( $\varphi = 95^\circ$ ;  $\varphi_1 = 30^\circ$ ).

Жонғыш құралдардың өлшемдерін патронда өңделетін бөлшектердің ішкі беттерінің өлшемдеріне (диаметрі және ұзындығына) сәйкес белгілейді.

Көп сатылы саңылауларды бұрғылауға арналған бұрғылардың өлшемін таңдау үшін жонғыш және бұрғылау ауысулардың ұзақтығын салыстырады. Әдетте жону үшін қатты балкушы бұрандаларды, ал бұрғылау үшін тез кесуші болаттан бұрғыларды алады. Осыған байланысты жону кезінде кесу жылдамды шамамен бұрғылауға қарағанда 2,5-3 есе жоғары, ал беру бұрғылау кезіндегі беруден шамамен 0,6.1 құрайды. Жонатын жонғышпен екі өту бұрғымен бір өтуге қарағанда тезірек орындалады.

**Үңгілер** әдетте СББ токарлық білдектерінде қолданатын құралдар номенклатурасына енбейді. Бұл бұл білдектерде саңылауларды өңдеу кезінде жонатын жонғыштармен әдіптік алу көптеген жағдайларда өнімдірегіне байланысты, себебі бұл кезде сапалырақ беті қалыптасады. **Қашауларды** қолдану іс осы сияқты. СББ токарлық білдектері қашаулардың көмегімен жасалған үстінің нақтылығы және сапасы бойынша саңылаулардан кем емес саңылауларды алуға көмектеседі. Сондықтан қашауларды осы білдектер үшін құралдар номенклатурасына қосу жөнсіз, олар тек бөлшектердің көп партиясын немесе аз диаметрлі саңылауларды өңдеу кезінде өзекті болуы мүмкін.

Қосымша беттер формаларының көптеген әртүрлілігіне қарамастан оларды өңдеу үшін қолданылатын кесуші құралдың типтік өлшемдерінің саны ауысуларды орындау белгіленген типтік сызбаларын қолдану есебінен бірден азаяды. Қосымша беттерін өңдеу үшін жонатын жонғыштарды (сыртқы, ішкі және шетжағылық) **бұрыштық жырашықтар үшін ішкі және сыртқы бұрандаларды**, сондай-ақ **метрлік және дюймдік бұрандалар үшін бұрандалық сыртқы және ішкі жонғыштарды қолданады**.

**Токарлық өңдеу кезінде кесу режимінің параметрлерін таңдау.** СББ білдегінің жұмысы егер кесу режимінің параметрлерін таңдауда қателіктер болса табысты болмайды. Сұрақтың қарапайымдылығына қарамастан, ол әлі де толық шешімін тапқан жоқ. СББ білдектерінде бөлшектерді өңдеу кезінде жай білдектерге жасалған әдістеме сақталады, сонымен бірге кейбір ерекшеліктер бар.

Токарлық өңдеу кезінде кесу режимінің параметрлерін таңдау жалпы бірізділігі:

- Кесу тереңдігі;
- беру;
- кесу жылдамдығы.

**Кесу тереңдігі.** Әр жағдайда әдіпті өңдеуге және білдектің мүмкіндігімен шектелген максималды мүмкін кесу тереңдігін таңдайды. Егер қандай да бір үстінің өңдеуі үшін екі немесе үш өту (мысалы, қаралтым, жартылай таза, таза) қарастыралса, әдіптік сәйкесінше әрқайсысын бір жұмыс барысында алуға тырысатын екі немесе үш бөлікке бөледі. Кесу тереңдігінен кесетін жиектің қию ені мен жұмыс бөлігінің ұзындығы тәуелді.

Таза әдіптік бірқатар факторларға байланысты, олардың негізгілері болып талап етілетін бөлшектің нақтылығы мен бұдырлығы, кейінгі өңдеудің қажеттілігі, алдыңғы өңдеу сипаты және т.б. болады.

Қаралтым өту кезіндегі кесу тереңдігін бірінші жақындауда құралдың қаттылығына, қатты құйманың беріктігі мен өлшеміне байланысты жасайды. Қаралтым өту кезіндегі максималды тереңдікті және ұсынылатын орташаны сәйкес құралдың картасында немесе нормативтарда көрсетеді. Кесу параметрлерін оңтайландыру кезінде бастапқы тағайындалған кесу тереңдігін әдетте тағайындалатын беру мен кесу жылдамдығына сәйкес түзейді.

**Беру.** Беруді максималды мүмкін техникалық шектеулер жағдайлары бойынша тағайындайды.

**Қаралтым өңдеу кезінде** беру үшін мұндай шектеулер болып өңделетін білдектегі минуттық берулері бөлшектің қаттылығы, жонғыш қаттылығы, жонғыш ұстағышының беріктігі, жонғыштың кесу пластиналарының беріктігі, білдектің беру механизмінің беріктігі, бас жетектің және беру жетегінің механизмі болып табылады. Қаралтым қайрау кезінде берулері өңдеу шарттарына байланысты әртүрлі коэффициенттермен түзеледі және сәйкес кестелерде келтіріледі. СББ білдектерінде бірінші қаралтым өту кезінде беретін шетжағы бойынша соғулары бар дайындамалар сыртқы диаметрге немесе саңылауға жонғышты ену учаскесінде 20...30% төмендетеді.

Қаралтым қайрау  $S_j$  беруі сәйкес талап етілетін бөлшектің нақтылығы мен дайындаманың қателіктеріне байланысты беттерінің бұдырлығы мен нақтылығы талаптарымен есебімен тағайындайды:

$$S_j = \left( \frac{2,5}{C_p} \right)^{4/3} \left( \frac{\Delta_{дет}}{\Delta_{заг}} \right)^{4/3} J^{4/3},$$

мұнда  $C_p$  — өңделетін материал түріне тәуелді коэффициент;  $\Delta_{дет}$  — бөлшектің мүмкін қателігі, мм;  $\Delta_{заг}$  — дайындама қателігі, мм;  $J$  — технологиялық жүйе қаттылығы, Н/м.

талап етілген бұдырлықты қамтамасыз ететін  $S_{Rz}$ , мм/об, беруді формула бойынша табады

$$S_{Rz} = \frac{C_n R_{z_{max}}^\alpha r^u k_\mu}{t^x \varphi^z \varphi_1^z} v^n,$$

мұнда  $C_n$  — тұрақты коэффициент;  $R_{z_{max}}$  — бетінің микробұдырлығының ең көп биіктігі, мкм;  $r$  — жонғыштың шыңы кезіндегі радиус, мм;  $k_\mu$  — түзетуші коэффициент;  $t$  — кесу тереңдігі, мм;  $\varphi$ ,  $\varphi_1$  — жоспардағы жонғыштың бас және көмекші бұрыштары, ...°;  $v$  — кесу жылдамдығы, м/мин;  $\alpha$ ,  $u$ ,  $x$ ,  $z$ ,  $n$  — деңгейінің көрсеткіштері.

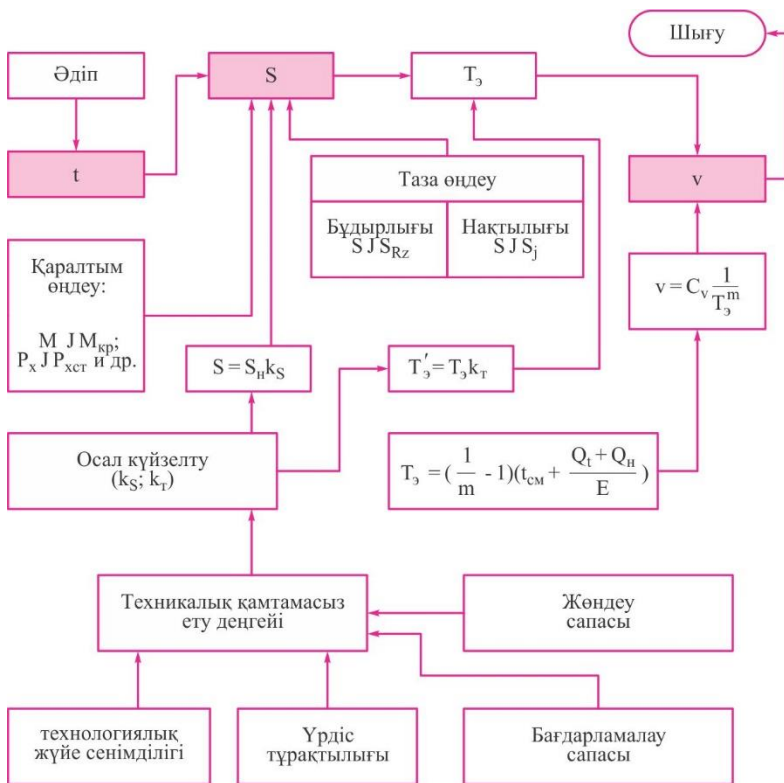
Көрсетілген формулар бойынша есептелген берулер  $S_{мин\min}$  минуттық берудің ең аз беруінен және  $S_{кес\ min}$  қалыпты кесудің қамтамасыз ететін ең аз беру мүмкін емес.

**Кесу жылдамдығы.** Таңдалған кесу тереңдігі және беруде құралдың оптималды беріктігін қамтамасыз ететін кесу жылдамдығын береді.

Кесу кезінде ескіруді артыңғы және алдыңғы қыры бойынша ерекшелендіреді. Көбіне тозу критерийіне артқы шеті бойынша  $L_2$  ескіру лентасын қабылдайды. Әр жағдайда мүмкін тозу (мөлшері  $L_3$ ) құралдың қайта қайрауына жатады. **Құралдың табандылығы** қайта қайрау арасындағы оның жұмысының уақыт кезеңі аталады.

$L_3$  бағдарланған ұйғарынды тозу – қайралмайтын пластиналар үшін 1,8 мм және қатты қоспадан дәнекерленген пластиналармен жонғыштар үшін 1... 1,4; **қаралтым қайрау кезінде** — қатты қоспалық жонғыштар үшін 0,4-0,6 мм.

СББ білдектеріндегі жұмыс кезінде ұйғарынды тозу мәні көрсетілгендерден ерекшеленуі мүмкін. Бұл өңдеу нақтылығына, құралды еріксіз ауыстыру циклдарына, құралдың жөндеу циклдарына және т.б. көрсетілетін талаптарға байланысты.



5.15-сурет. СББ білдектерінде кесу режимінің параметрлерін таңдау схемасы

СББ білдектерінде кесу режимінің параметрлерін таңдауда тозығы жеткен құралды автоматты реттегіші бар жаңа құралға тез ауыстыруға мүмкіндік береді.

**СББ білдектерінде өңдеу режимінің параметрлерін таңдау ерекшеліктері.** СББ жонғыш білдектерінде (5.15-сурет) кесу режимінің параметрлерін таңдау кезінде әдеттегі білдектермен салыстырғанда балкуы қиын құралдың морт сынуы, құралдың экономикалық беріктігі және кесу режимдерінің тұрақтылығы ескерілу қажет.

**Морт сынуды есепке алу.** Балкуы қиын құрал тозғандықтан немесе морт сынудан істен шығады. Әдетте қолмен басқарылатын әмбебап жабдықтардың кесу параметрлерін таңдаған кезде морт сынуды қарастырмайды.

Жұмысын кесуді үнемі қадағалайды да морт сынудың қалаусыз салдарының алдын алмай, құрал боялған кезде кескішті алып тастайды.

СББ бар білдек жартылай автоматты циклде жұмыс істейді, ал жонғыш білдектің өңдеу аймағы қаптамамен жабылады, сондықтан кескішті бояу бөлшектің бүлінуіне және білдектің бұзылуына әкелуі мүмкін. Тәжірибе көрсеткендей, кескіштер 30-50% дейін морт сыну салдарынан істен шығады. Бояу процесі ықтималдық сипатқа ие болады, себебі құралдың боялуы осы немесе басқа жағдайлар болғанда болуы мүмкін деп айту қиын, тек бояу ықтималдығын арттыратын құбылыстар кезінде ескеру және алдын алу қажет.

Құралдың бұзылуына байланысты факторларды үш топқа бөліп қарауға болады:

- балқуы қиын құралдың сапасы (материал белгісі, қалдық кернеулер, микрожарықтар);
- пластинаны жүктеу шамасы мен сипаты;
- өңдеу процесінің тұрақтылығы.

Кез келген тұрақсыздандырушы факторлар бояу ықтималдығын арттырады: біркелкісіз әдіп, бетінің бүлінуі, технологиялық жүйе дірілдері және т.б. Жүктелу шамасы негізінен беруге, ал сипаты құрал геометриясына байланысты. Пластина бүгілгенге де қысылғанға да жұмыс жасауы мүмкін. Қысылғанға жүктелу құралдың морт сынуына аздау мүмкіндік береді.

**Құралдың экономикалық беріктігін есепке алу.** Кесу режимдері өңдеудің энергетикалық шығындарын анықтайды. Кесу қуаты, кВт:

$$V_p = 9,8 \frac{P_z v}{60 \cdot 75 \cdot 1,36}$$

мұндағы  $P_z$  — кесуді құраушы күштер, Н;  $v$  — кесу жылдамдығы, м/мин.

Кесу қуатының есебі білдектің бас жетегінің қуатын дұрыс таңдауға және технологиялық жүйенің қаттылығын бағалауға мүмкіндік береді.

Кесу режимдері сондай-ақ құралдың тозу қарқындылығын және оның сондықтан  $T$  **беріктігін** анықтайды. Білдектің ең үлкен өнімділігі кезінде

$$T = (1/m - 1)t_{\text{СМ}}$$

мұндағы  $m$  — салыстырмалы беріктік көрсеткіші (балқуы қиын

**Экономикалық тұрақтылық** — өндеудің берілген шарттары үшін ең көп өнімділікті және өндеудің ең төмен құнын қамтамасыз ететін тұрақтылық:

$$T_3 = \left( \frac{1}{m} - 1 \right) \left( t_{\text{CM}} + \frac{Q_t + Q_k}{E} \right),$$

$T_3$  — құралдың экономикалық тұрақтылығы, мин;  $Q_t$  — бір тұрақтылық кезең ішіндегі құралдың жұмысымен байланысты шығындар;  $Q_k$  — құралды қайта қайраумен байланысты шығындар;  $E$  — 1 білдек құны - мин, жұмысшының есептеулермен бірге жалақысын қоса.

Құралдарды автоматты ауыстыратын СББ білдектерде құралдың экономикалық тұрақтылығы 15...25 мин. тең болып қабылдана алады, яғни қолмен басқарылатын білдектерден біршама аз. Бұл тәртіптерді жылдамдатуға және СББ білдектерде өндеудің үлкен өнімділігін алуға мүмкіндік береді. Бірақ тәртіптерді қарқындалу құралдың морт сыну ықтималдығын арттырады. Тілімдерді бояудан туындайтын зардаптарды жою біраз уақыт шығынын талап етеді, ал ол өнімділікті төмендетеді. Егер берілген шарттарда құралдарды бояу ықтималдығы жоғары болса кесу тәртібін қарқындалу мүмкін емес және құралдың экономикалық тұрақтылығын төмендетудің мәні жоқ.

Кесу тәртібінің параметрлерін таңдау реттілігі.

Айтылғанды есепке алғанда СББ жонғыш білдектер үшін кесу тәртібінің параметрлерін таңдауға мынадай реттілік ұсынылады (өндеудің берілген шарттары үшін):

- кесу тереңдігі;
- беру;
- экономикалық тұрақтылық;  $m$
- кесу жылдамдығы ( $k = C_v T^3$  арақатынасына сәйкес,  $C_v$  өңделетін материалды, құралдың геометриясын есепке алатын коэффициент).

Бұл ретте технологиялық жүйе сенімділігін және өндеу процессінің тұрақтылығын арттыруға, дайындауларды дұрыс таңдау және сапасын арттыруға, жоңқаның уақталуына, дайындаудың бірқалыпты әдібіне, кесетін құралдың жоғары сапасына және дұрыс таңдауға, білдекті ұтымды ұстау және т.б. жағдай жасауды түсінетін технологиялық қамту деңгейін есепке алады.



Беруді таңдау кезінде кәдімгі түзетулерден басқа пластинаны бояу ықтималдығына түзетулер енгізеді:

$$S = S_{нks},$$

$S_n$  — атаулы беру;  $k_s$  — технологиялық қамту деңгейіне байланысты ықтималдық коэффициенті.

Технологиялық қамту деңгейі жоғары болғанда  $k_s = 1,1 \dots 1,4$ , оның төмендеуі кезінде ( $k_s < 1$ ) беру төмендейді, ендеше кескіш жиекке және бояу ықтималдығына күш азаяды.

СББ білдектерде жұмыс кезінде құралдың экономикалық тұрақтылығын  $T_3$  колмен басқарылатын білдектер үшін бекітілген атаулы экономикалық тұрақтылық бойынша анықтауға болады:

$$T_3' = T_3 k_T$$

$k_T$  — СББ білдектер үшін технологиялық қамту деңгейінің ортақ коэффициенті.

Технологиялық қамту деңгейі жоғары кезінде  $k_T = 0,25, 0,3$ , а  $T_3' = 15,20$  мин. Технологиялық қамтуда ақаулар болған кезде  $k_T$  өседі және бірліктен көп болуы мүмкін. Бұл тәртіптердің параметрлерін төмендетеді, бірақ тоқтаусыз жұмыс ықтималдығын арттырады, яғни өндеудің максималды өнімділігіне қол жеткізіледі.

$T_3'$  анықтағаннан кейін экономикалық тұрақтылықты қамтитын кесу жылдамдығын таңдайды.

## 5.4. ФРЕЗЕРЛІК ОПЕРАЦИЯЛАР

**Жалпы мәлімет. Фрезерлеу** — кез келген беттерді өндеу үшін жарамды ең әмбебап механикалық өндеу түрі. Ол СББ фрезерлі әмбебап білдектерде келісілген үш  $X, Y, Z$  осьтер бойынша бір уақытта кесетін құралдың орнын ауыстыру мүмкіндігімен қамтамасыз етіледі.

Бағдарламалау спецификасы тұрғысынан фрезерлік операцияларды СББ білдектердің ось сандары бойынша жіктеу қабылданған, олар осы операцияны орындау үшін бір уақытта қолданылады. 2 — 5-; 3-; 4-және 5-координаттық өндеуді ажыратады.

2 – 5-координаттық немесе тегіс өндеу кезінде бір уақытта кем дегенде екі ось қолданылады. Үшінші ось негізінен құралды келтіру және бұру үшін орнатқыш ретінде болады. Ондай фрезерлеу цилиндрлік және сызықтық беттерді (контурлар) өндеу үшін қолданылады немесе құралдың осьтері параллель

немесе нормал қимада осы осьпен бұрыш жасайтын еркін бағыттаушы және жасаушы. Бірінші жағдайда өңдеу цилиндрлік фрездердің, екіншіде – конустық фрездің бүйір бетімен жүзеге асырылады. 2 — 5-координаттық фрезерлеудің басқа тағайындамасы — құралдың осіне перпендикуляр беттерді өңдеу.

Білдектің үш осін бір уақытта қолданумен фрезерлеу кеңістікте осі өзгермеген қалпында құралды келтіру үшін қолайлы кез келген беттерді көлемді өңдеуге арналған. Көп координатты фрезерлі өңдеудің қалған түрлерін арнайы технологиялық процестерге жатқызу қалыптасқан.

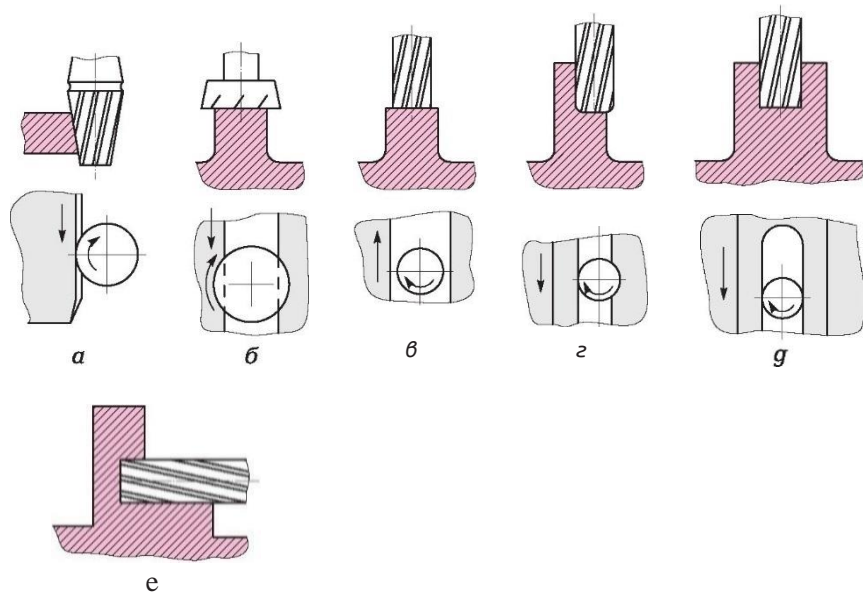
СББ білдектерде фрезерлеудің классикалық түрлерін қолдану орын алған — цилиндрлік және бүйірлік: **цилиндрлік** — құралдың ірге цилиндрлік бетімен контурларды өңдеу; **бүйірлік** — ені фрездің диаметрінен аспайтын тар қабырғалардың және аз әдіпті беттердің бүйірлерінің қалыптсауы.

СББ білдектерде аралас фрезерлеуді да қолданады — шеткі фрездердің ірге және бүйір беттерінің бөлшектерін бір уақытта өңдеу.

Бөлшек контурының элементтері. Өңдеу саласы. Фрезерлеу операцияларын бағдарламалау кезінде бүйірлік өңдеу кезіндегі сияқты өңделетін бөлшектердің контур элементтері негізгі және қосымша деп бөлінуі мүмкін. Бұл жағдайда қосымшаға тұрақты және айнымалы түйіндесу радиустарымен беттестірілетін беттер жатады. Жазық өңдеу кезінде тұрақты радиустың ішкі түйіндесуі құралдың сәйкес кескіндемесі есебінен қалыптасады. Бөлшектің технологиялығын қамтамасыз ету үшін ондай түйіндесулер берілген контурға немесе таза өту үшін осы радиус пен фрездың максималды мүмкін диаметрін реттемелейтін контурдағы үлгілік кіріс радиус  $L_{тип}$  арасында белгілі ара қатынасты сақтап радиусқа бірдей, үлгілік радиуспен  $r_{min}$ , орындалу керек.

Фрезерлеу кезінде белгілі **өңдеу зоналарын атап көрсетуге болады, олар ашық, жартылай ашық, жабық және аралас болып бөлінеді (5.16-сурет).**

**Ашыққа** құралдың өзінің ось бойымен немесе осы оське перпендикуляр жазықтықта ауысуына кедергі жасамайтын зоналар жатады.



5.16-сурет. Фрезерлеу кезіндегі өңдеу аумақтары:

*a*–*б* — цилиндрлік, бүйірлік және саусақты жонғыштармен тиісті өңдеулер кезінде ашық; *з* — саусақты жонғышпен өңдеу кезінде жартылай ашық; *д* — саусақты жонғышпен өңдеу кезінде жабық; *е* — жонғыш ұшымен аралас өңдеу кезінде

Құрал қозғалысының **жартылай ашық** аймақтарында, өсіне дейін және оған перпендикулярлы жазықтықта шектелген.

**Жабық** жерлерде құралдың қозғалысы барлық бағытта шектелген.

**Аралас** аумақтар түрлі типтегі бірнеше аймақтарды біріктіру нәтижесінде пайда болады.

Аймақтарды фрезерлік өңдеуді бағдарламалау кезінде құрал траекториясын салу ережелерін анықтайтын технологиялық ауысулардың типтік схемалары пайдаланылады.

**Бөлшектерді өңдеуге арналған әдіптер.** Әдіптері бар машиналарда фрезерлік операциялар, әдетте, бірінші және ақырғы өтулерден тұрады. Бірінші өтулерді жүзеге асыру үшін аралық деңгейдегі операцияларды және оларға сәйкес келетін өтпелі өлшемдерді тағайындау керек. Жалпы жағдайда, әдіпті фрезерлеу кезінде кестелерге сәйкес тағайындалуы немесе есептік жолмен анықталуы мүмкін.

Әдіпті бірінші өңдеуге тағайындауда фрезерлеу кезінде кесу үлгілерінің ерекшеліктерін ескеру қажет. Мәселе мынада, тіпті саусақты жонғыштармен контурлық фрезерлеудің таза режимдерінде әдіп минималды және беріліс аз болғанда, көптеген жағдайларда ең әлсіз элемент болып табылатын технологиялық жүйенің деформациясынан туындаған қателіктер әдіп өлшемінен асып кетуі мүмкін. Сондықтан фрезерлеу кезінде дәлдік алу үшін өнімділіктің төмендеуі әрқашан қажетті нәтиже бермейді.

Кейбір жағдайларда әдіпті әрлеу өлшемін және фрезерлік сұлбаны бағдарламалау кезінде айтарлықтай дұрыс технологиялық жүйе деформациясынан қателерді едәуір азайту мүмкін. Соңғысы өте маңызды, себебі «беріліске қарсы» және «беріліс бойынша» фрезерлеу сұлбаларындағы кесу процестері ерекше өзгеше. Осылайша, «беріліске қарсы» сұлбасы бойынша таза фрезерлеу кезінде құрал беріктігі мен бетінің бұдырлығы нашарлау, алайда бір уақытта фреза мен бөлшек деформациялары (түйіспе аумағында екіден артық болмайтын тіспен жұмыс кезінде) аздау, сондықтан әдіп фреза диаметрінен 30 % дейінгі өлшемде қолданылуы мүмкін.

**Фрезерлік өңдеу кезіндегі өтулердің типтік сұлбалары. Өңделетін аймақтар.** Типтік базалық элемент үшін фрезерлік операцияларды жасау кезінде өңделетін аймақтар - өңдейтін аймақтардың жиынтығын құрайды. Әр технологиялық өту бір немесе бірнеше аймақты өңдеуге сәйкес келеді.

Бір немесе екіөлшемді аймақтар ажыратылады.

**Бір өлшемді** (әдетте ашық аймақтардан тұратын), түзу сызықты емес аймақтар бөлшектердің және терезенің сыртқы контурларының құралмен бүйірлік бетін өңдеу кезінде, сондай-ақ тар жиектерді қапталдап жону кезінде алынады.

**Екіөлшемді** бір және көп байланысты аймақтар күрделі беттерді өңдеу кезінде пайда болады. Бұл аймақтар түрлі аймақтардан кез келген: ашық, жабық, жартылай ашық амалдармен анықталуы мүмкін.

Геометриялық есептеулер мен технологиялық жобалау ерекшеліктерін ескере отырып, екі өлшемді аймақтар негізгі екі класқа бөлінеді: құралдың осіне перпендикулярлы жазықтықтарда орналасқан және қисық сызықты беттерде және құралдың осіне перпендикуляр емес жазықтықта орналасқан аймақтар.

Бірінші класс аймақтарын өңдеу үшін 2 – 5 координаттық фрезерлеу қолданылады, екінші класс аймақтарын өңдеу

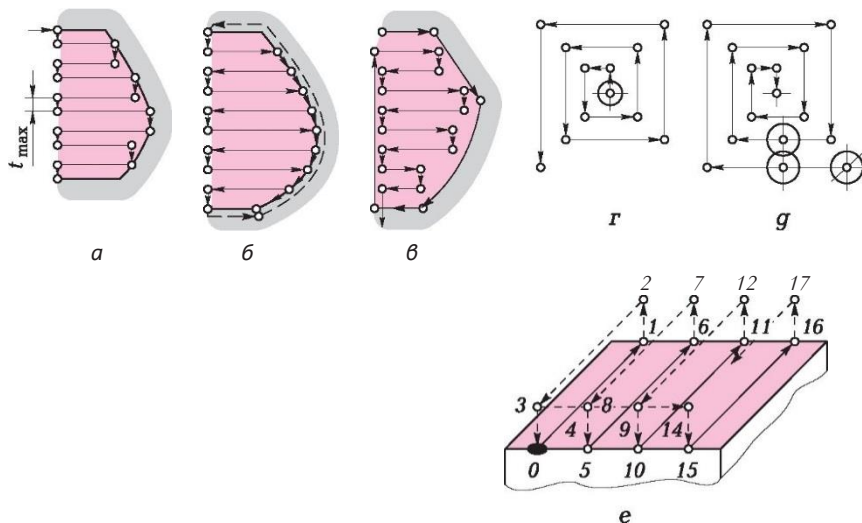
тек 3 немесе 5 – координатты фрезерлеуді қолдану кезінде ғана мүмкін болады. 2 — 5-координаттық геометриялық және технологиялық қатынастарда неғұрлым оңай болады.

**Фрезаның типтік траекториялары.** Фрезерлік өңдеу кезінде траекторияны қалыптастырудың екі негізгі әдісі бар: ирек және спираль.

**Ирек әдісі** өңдеу құралының параллель жолдар бойымен бір жолдан аймақ шегі бойымен екінші жолға өту арқылы қарама-қарсы бағытта қозғалыс жасайтынымен сипатталады. Бұл әдістің фрезерлеудегі ауыспалы сипатына қарай белгілі кемшіліктері болса да қазіргі уақытта кең таралған. Егер құрал бір жол бойымен бер бағытында істесе, ал келесі жолда қарама-қарсы беру бағытында жұмыс жасайтын болады. Осындай сурет бір жолдан келесі жолға шек бойымен өткен кезде де байқалады. Мұның бәрі кесу күшін өзгертуге әкеледі және бетінің дәлдігі мен сапасына теріс әсер береді. (Сонымен бірге, фрезерлеу тереңдігін анықтайтын көрші жолдардың арасы құрал диаметрінен болмашы көрінген жағдайларда, кесу күшінің өзгеруі көп болмайтынын ескеру қажет). Ирек сұлбаның келесі кемшілігі – құрал траекториясында сынықтардың көп болуы. Бұл да кесу динамикасына теріс әсер етеді және көп жағдайларда бағдарламалық басқаруы бар белдіктің беру жетектерінің динамикасы себепші болатын, екпіндете тежеу операцияларын орындау қажеттілігіне байланысты өңдеу уақытын көбейтеді.

Ирек сұлба шекараларды өңдеу тәртібіне байланысты бірнеше түрлерге бөлінеді: шекараларды айналусыз (5.17, а-сурет); аймақты өңдеу соңында шекара бойымен өту (5.17, б-сурет); шекара бойымен алдын ала өту (5.17, в-сурет).

Шекараларды алдын ала кесу құралды осы өткелді орындау кезінде кесу симметриясын қамтамасыз етеді, сондай-ақ әр жолдың басында және соңында келесі өңдеуге арналған құралдың жұмыс жағдайын жеңілдетеді. Алайда, беріктік шарты нашарлайды, өйткені құрал кесу жолының учаскесінде толық тереңдікте жұмыс істейді. Кейінгі бөлшектеу жұмыс жағдайын оңайлатады, бірақ өңдеудің динамикасын нашарлатады, себебі құрал ауыспалы кесу тереңдігімен жұмыс істейді. Сол себепті «ирек» сұлбасын (5.17, б-сурет) қолдану кезінде



5.17-сурет. Фрезерлік өтулердің типтік сұлбалары:  
*a—e* — ирек; *г, д* — спираль; *e* — Ш-тәріздес тип; *1—17* — кескіш құрал траекториясы

ереже бойынша кейінгі өндеуге шек бойымен әдіп қалдыру қажет.

**Спираль тәріздес әдіс** иректен ерекшеленеді, мұнда өндеу аймақтың ішкі шек бойымен түрлі қашықтықта, құралды дөңгелету қозғалыстарымен жүргізіледі. Спираль тәріздес сұлба иректен өндеуді аса баяу жүргізуімен ерекшеленеді, фрезерлеудің (беру бойымен немесе қарсы) өзгермейтін бағытын қамтамасыз етеді және траекторияда қосымша сынықтардың болуына жол бермейді (контурда барынан басқасы).

Спираль тәріздес сұлбаның екі түрі бар, бірі құралдың аймақ ортасынан шетіне дейінгі қозғалысы (5.17, *г*-сурет) және керісінше аймақ шетінен оның ортасына қарай (5.17, *д*-сурет) қозғалуымен сипатталады. Мұндай әртүрліліктерді қолдану кезінде оңай балкитын бөлшектердегі түбі жіңішке құдықтарды өндеу кезінде, перифериядан ортаға қозғалу сұлбасы бойынша өндеу соңында түбінен жаруы мүмкін.

Немесе әрқайсысы сипатталған екі түрге ие: құралды бағыт бойынша қажетті сипатын қамтамасыз ету үшін, спираль схеманың Шпиндельді бұрудың оң және сол бағыттарында немесе шпиндель жағынан бақылағанда сағат тіліне қарсы қозғалту қажет (ТЖ және ПТЖ сәйкес).

Фрезерлеудің бірдей сипатын *Ш-тәрізді типтегі* сұлбаның көмегімен де ұстауға болады. Осы сұлбаға сәйкес жол бойымен өтуді орындаған соң, құрал өңделген беттен азғантай қашықтыққа бұрылады және жедел жүріспен кейін қайтады.

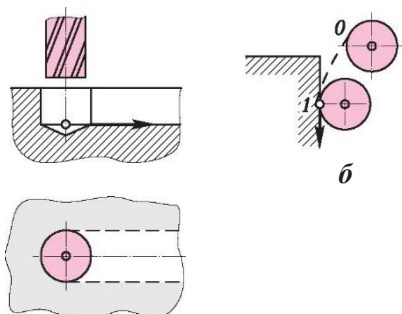
Ш-тәрізді типтегі сұлба (5.17, е-сурет) ирек секілді осындай түр өзгешеліктерге ие болады. Бұл сұлбаның айтарлықтай кемшілігі — қосалқы жүрістер санының көп болуы.

**Құралды металға кесу тәсілі.** Аймақтарды фрезерлік өндеуді бағдарламалау кезіндегі маңызды сәт құралмен метал кесу болып табылады.

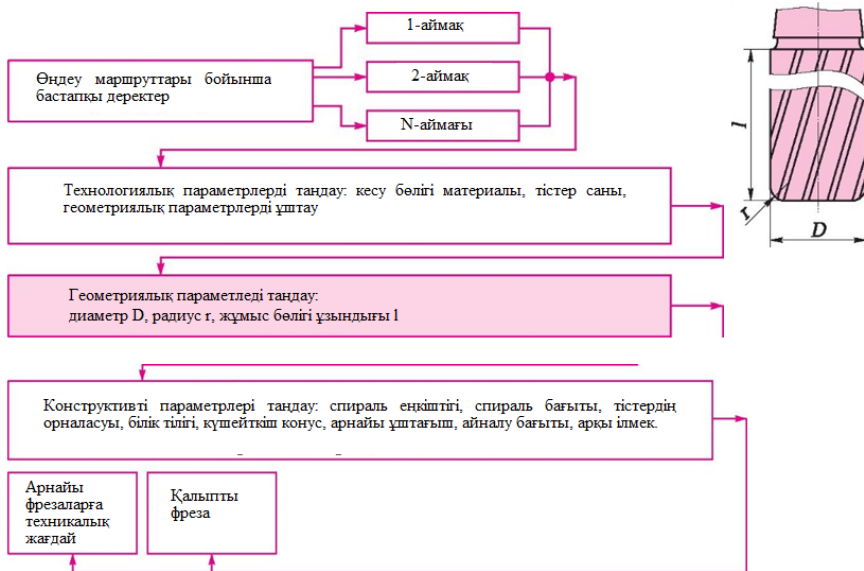
Ең жай тәсілі – құрал осі бойымен жібере кесу. Алайда бұл әдіс технологиялық центрлік осі бар саңылауларға қолайсыз. Қалған фрез типтеріне де тиімсіз, себебі фрездер бұрғылауға нашар жүреді. Бұл әдісті қолдану бұрғымен кесу орнын алдын ала дайындау кезінде аса ыңғайлы (5.18-сурет, а).

Неғұрлым технологиялық тәсілге құралдың жолдардың бірінің бойымен біртіндеп төмен қозғалу кезіндегі кесуі жатады («түсіру»). «Түсіру» сұлбасы құралдың айнала немесе өңделетін аймақ шегін бойлай қозғалуы кезінде жүзеге асырылады.

Контурларды таза өңдеу жағдайында, ереже бойынша кесуді шеңбер доғасы  $\theta 1$  бойынша, контур бойымен құрал қозғалысы басталуы тиіс нүкте контурына жанамалай жүзеге асырылады. Мұндай әдіс кесу күшінің аса баяу өзгеруін және аталған нүктедегі өндеудің азғантай дәлсіздігін қамтамасыз етеді, сонымен бірге, ол құрал радиусына УП түзетулер енгізу көзқарасы бойынша да аса ыңғайлы (5.18, б-сурет).



5.18-сурет. Фрезаның металды кесу сұлбасы (а, б)



5.19-сурет. Фрезерді таңдау кезеңдері

**Фрезаның көрші өтпелері арасындағы қашықтық.** Қаралтым өтпелер кезіндегі құрал траекториясын құруда көрші өтпелер арасындағы қашықтықты қолдану туралы сұрақ өте маңызды, себебі ол кесу тереңдігін анықтайды. Бұл қашықтықтың ББ дейінгі максималды мәні (5.17, а-суретті қараңыз) қолданылатын құралдың геометриялық параметрлеріне байланысты

$$t_{\max} = D - 2r - h,$$

мұндағы  $D$  — фреза диаметрі;  $r$  — бүйірдегі дөңгелек радиусы;  $h$  — тарақтарды болдырмауды қамтамасыз етуші, өтпелер арасындағы жабын..

Фрезермен өңдеуге арналған құралды таңдау. Фрезерлеу үшін құрал таңдау реті 5.19-суретте көрсетілген.

Фреза типі қағида бойынша, өңдеу сұлбасына байланысты таңдалынып алынады. Жазықтарды өңдеу үшін бүйірлік фрезалар, контурларды өңдеу үшін саусақты фрезалар қолданылады. Алайда, жазықтар жағдайы қатарында саусақты фрезалармен де өңдейді, себебі олар СББ белдіктерінде фрезерлік өңдеу кезінде ерекше қолданылады.



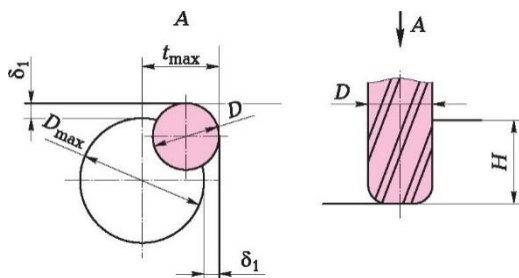
Кесу бөлігінің таңдалған материалын жонудың негізгі параметрлері: фрезаның сыртқы диаметрі  $D$ , 1-жұмыс бөлігінің ұзындығы, тістер саны  $z$  және радиусы  $r$ .

**Бөлшек конфигурациясының ашық жазық аймақтарын өндеуде** фреза диаметрін таңдауға шек қойылмайды. Фреза диаметрінің артуымен өңдеу өнімділігі өседі. Фреза беріктігі оның радиусының өсуімен көбейетіндіктен, үлкен диаметрлі құралды таңдау тек өнімділікті ғана емес, үнемді өңдеуді де қамтамасыз етеді.

**Жиектерді бүйірлік өндеуде** фреза диаметрін  $D = (5 - 10) b + 2r$  шартын лайықты қолдану қажет, мұндағы  $b$  — қабырғасының түпкілікті қалыңдығы;  $r$  — құрал бүйіріндегі дөңгелену радиусы.

Контурларды, сондай-ақ жартылай ашық, жабық және аралас аймақтарды өндеуде фрезаның максималды диаметрі контурдағы ойыс тәрізді ең кіші радиуспен шектеледі.

Радиусы контур радиусына тең болатын контурда құралмен түйіндестірудің ішкі радиустарын таза өндеуде, фрезерлеу тереңдігі әдіптеуге тең келетін  $8l$  ( $D_{max}$  фреза диаметрінің оныншы немесе жүзінші үлестері),  $D_{max}$  салыстырғанда  $t_{max}$  (5.20-сурет) мәніне дейін өз мәнінен секірмелі түрде өседі. Сонымен бірге, кесу күшінің тең әрекеттілігі шама бойынша жылдам өседі және беруге қарсы бағытта фрезерлеуде контурды кесуге әкелетіндей, беру мен оны «қағып алу» бағытында фрезерлеу кезінде құралды сығып, өз бағытын өзгертеді. Мұны болдырмас үшін фрезаның бір уақытта жұмыс жасайтын тістерінің саны тұрақты болуына ұмтылу қажет. Сондықтан контурды таза өңдеу кезінде контурда ойыс тудыратын кішкентай радиусқа қарағанда радиусы аз болатындай құрал таңдау қажет.



5.20-сурет. Фреза диаметрін таңдау

түйіндестірудің ішкі радиустарын қаралтым өңдеу үшін құрал диаметрін қолдану кезінде контурдың ішкі бұрыштарында қалдырылатын әдіп (0,15... 0,25)  $D$  аспағаны дұрыс, мұндағы  $D$  — таза өтпеді қолданылатын құрал диаметрі.

Құрал қаттылығын қамтамасыз ету үшін оның диаметрі  $y$   $H < 2,5D$  шартын қанағаттандырғаны дұрыс, мұндағы  $H$  — өңделетін бөлшек қабырғасының максималды биіктігі. Егер бұл шарт орындалмаса, үлкен типтік диаметрге жақын фреза таңдалады. Әйтпесе өңдеу бірнеше өтпе арқылы жүргізіледі.

**Жартылай ашық және жабық аймақтарды** өңдеуге арналған құралдың кесу бөлігінің ұзындығы  $L = H + 5,7$  мм, ал **сыртқы және ішкі контурларды өңдеу үшін**  $L = H + z + 5$  мм, мұндағы  $z$  — фреза бүйірінің дөңгеленген радиусы.

Фрезаларға ерекше талаптар қойылатын бірқатар жағдайларда, оны орындау үшін арнайы құрал жобаланады.

Фрезерлеу кезінде кесу режимінің параметрлерін таңдау. Фрезерлеу кезіндегі негізгі немесе технологиялық уақыт өтпе өнімділігін анықтайды

$$T_{\text{кесу}} = L_{\Sigma} / (S_z Z n)$$

мұндағы  $L_j$  — жұмыс жүрістерінің жиынтық ұзындығы, мм;  $S_z$  — құралды бір тіске беру, мм/тіс;  $z$  — фреза тістерінің саны;  $n$  — шпиндельдің айналу жиілігі,  $\text{мин}^{-1}$ .

**Жұмыс жүрістерінің ұзындығы.** Жұмыс жүрістерінің жиынтық ұзындығының нақты мәні  $L_j$  УП есебі нәтижесінде анықталуы мүмкін. Бұл жағдайда бізді сапалық заңдылықтарымен қызықтырушы ерекше жай формадағы  $L_j$  шамасының жақындатылған бағасын қолданамыз.

**Өңдеудің ирек сұлбалары** үшін  $L_j$  шамасы келесі формулалар бойынша жуықтап анықталуы мүмкін:

- шекаралары шолусыз сұлбалар

үшін

$$L_{\Sigma} \approx F/t + 0,5P;$$

- шекара бойы өтпесі бар сұлбалар

үшін

$$L_{\Sigma} \approx F/t + 1,5P,$$

мұндағы  $F$  — өңдеу аймағының көлемі,  $\text{мм}^2$ ;  $t$  — фрезерлеу тереңдігі, мм;  $P$  — өңделетін аймақ периметрі, мм.

Өңделетін салалар көлемін бөлшектің өңделетін бетінің көлемінен анықтайды:

$$F \approx F_k - KR_H,$$

мұндағы  $F_k$  — бөлшектің өңделетін бетінің көлемі;  $K$  — жабық типтегі шекара ұзындығы;  $R_H$  — фрезаның цилиндрлік бетінің радиусы

### Өңдеудің спираль тәріздес сұлбалары үшін

$$L_{\Sigma} \approx Fk/t + A,$$

мұндағы  $A$  — бір жүрістен басқаға жылжуды есептейтін шама.

$A$  шамасының жоғарғы бағасы ретінде берілген өңдеу аймағы үшін сипатталған шеңбер радиусын қолдануға болады.

**Кесу жылдамдығы.** Шпиндельдің айналу жиілігін  $v$  кесу жылдамдығы бойынша және құралдың сыртқы диаметрі  $D$  бойынша анықтайды:

$$n = 10^3 v / (\pi D).$$

Кесу жылдамдығы  $T$  фрезаның беріктігін қабылдаған құрал диаметріне  $D$  байланысты, оның кесу бөлігінің конфигурациясы мен материалына,  $z$  фреза тістерінің санына,  $t$  тереңдігіне және кесу  $B$  еніне, өңделетін материалдарды  $S_z$  тіске беруіне және оның физикалық-механикалық ерекшеліктері мен өңдеу шарттарына және т.б. байланысты ертерек анықталуы тиіс. Фрезерлеу кезінде кесу жылдамдығын анықтау үшін келесі формула ұсынылады:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v$$

мұндағы  $C_v$  — кесу жылдамдығының коэффициенті, жұмыстың нормативтік шарттарын сипаттайды;  $K_v$  — жиынтық түзету коэффициенті, өңделетін материалдың, дайындау бетінің күйін, құрал құрал материалының сапасын есептеуші;  $q, m, x, y, u, p$  — тиісті параметрлер дәрежелерінің көрсеткіші.

**Беру.** Әрбір жұмыс жүрісінің тісіне беруді төрт мүмкін болатындар ішінен ең азын таңдап алады:

$$S_z = \min[S_{z1}, S_{z2}, S_{z3}, S_{z4}],$$

мұндағы  $S_{z1}$  — беру,  $t$  тереңдігі және  $B$  ені кезінде әдіпке байланысты берілген бұдырлық бойынша анықталады;  $S_{z2}$  — беру,  $[\Delta]$  аспабының (фреза диаметрі  $D$ , кесу бөлігінің ұзындығы  $L$ ) рұқсат етілген сығуға дейін тәуелді;  $S_{z3}$  — беру, құрал беріктігін анықтайды;

$S_{z4}$  — беру, электрқозғалтқыштың негізгі қозғалысына қуатында рұқсат етілген тартпа.

Жонғылау кезінде қандай да бір шектеулер болған жағдайда, нақты өңдеу жағдайларын талдауға негізделген жұмыс берілу жылдамдығы таңдалады. Бұл талдауда, жұмыс уақытын анықтайтын және тиісінше, өнімділікті анықтайтын құралдың жұмыс сызығының жалпы ұзындығы  $L^{\wedge}$ , жұмыс жиіліктерінде қабылданған кесу тереңдігіне  $t$ , жонғылаудың ені  $B$ , кескіш құралдың параметрлері  $D$ ,  $l$  және  $g$ -ге байланысты екенін ескеру қажет. Өз кезегінде, фрезерлі өнімділікті өңдеу уақыты бірлігінде,  $\text{мм}^3 / \text{min}$ :  $Q = S_z z n t B$  уақытында шығарылатын материалдың жылдамдығымен сипатталуы мүмкін. Көрсетілгендей, бұл құралмен (тістердің саны  $z$ ) және шпиндельдің жылдамдықтарымен бірге  $S_z$ , тереңдігі  $t$  және фрезерлеудің ені  $B$  функциясының артуы жылдамдығы болады.

$S_{zi}$  берілістерінің шектері бойынша анықталған кіріс деректерінің өте күрделі өзара қатынасы жонғылау кезінде кесу режимдерінің параметрлерін таңдауды оңтайландыруды талап етеді. Оңтайландыру міндеті төмендегі көрсеткіштерді барынша азайту болып табылады: операцияның бірлік құны; технологиялық өңдеу уақыты; бетінің қажетті кедір-бұдырын және өңделген бөліктердің қажетті өлшемдерін қамтамасыз ететін, операциялық бірліктің құны.

## 5.5.

### БӨЛШЕКТЕРДІ КӨПМАҚСАТТЫ БІЛДЕКТЕРДЕ ӨНДЕУ ПРОЦЕСТЕРІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

**Жалпы мәліметтер.** Өндірісте алты жақтан өңдеуді талап ететін қиын корпустық бөлшектер жиі кездеседі. Егер бөлшектер көлбеу кеңістікке ие болса, қабырға сандары 10 дейін және одан көп санға көбейеді. Қабырғаның әр бетінде дөңестер, қалталар, ойықтар, бағыттаушылар, қырлар және тағы да басқа құрылымдық элементтер бар, яғни, корпустың әр жағы – тереңдігі бойынша бірнеше деңгейі бар бет. Әр бетте негізгі және тіреу саңылаудың нақты саны орналасқан: тегі, сатылы, конустық және бұрандалы, әртүрлі мөлшердегі, тереңдіктегі және дәлдіктегі. Көптеген жағдайларда тосқауылдар, қабырғалары, қатты қырлары, қалталары бар корпустық бөлшектердің ішкі қуысының өңделуі талап етіледі. Қарапайым жағдайларда бұл фрезерлік, бұрғылау және жонғылау операцияларын талап ететін қиын технологиялардың әзірленуін талап етеді.

Сонымен қатар, ауыр және қолайсыз корпусы бір дінгектен екінші дінгекке тасымалдау, оны дінгекке бірнеше рет қайта орнату, түзету және бекіту, көтеру-тасымалдау жұмыстары үшін механизациялау құралдарын жобалау қажет. Ондай технология кезінде машиналық уақыт негізінен 30% даналық уақыттан аспайды, ал оның басқа уақыты ауыр қосалқы операциялар мен ауысулар алады.

Көпмақсатты білдектер (КБ) тікбұрышты және қисық сызықты беттерді фрезерлеу, дәлдеу, бұрғылау, бұрғылап кеңейту, үнгілеу, кеңейту, шенжоңғылау, қашау, саңылауларды жаймалау және илеп тастау, бұрандаларды кесу (таңбалаушылармен, бұранда кескішпен, кескіш бастиекпен, кескіштермен) кейінгі және дискілік фрезалармен сыртқы және ішкі цилиндрлық, конустық және қалыпқа келтірілген беттерді не дөңгелек ойықтарды жону операцияларын қиыстыруға мүмкіндік береді.

КБ жоғары тиімділігіне қол жеткізу үшін бір немесе екі қондырғыда бір құрылғыда барлық бөлшектерді өңдеу процесі жүргізіледі. Алайда, бастапқы бөлшектерде болған қалдық кернеулерді қайта бөлу себебінен өңделген бөліктердің пішінін бұрмалау қаупі бар деп санауға тиіспіз. Мұндай жағдайларда технологиялық үдеріс қаралтым (ысатын) өңдеу және кейінгі өңдеу операцияларына бөлінеді. Қатты механикалық өңдеу, әсіресе қатаң машиналарда (СББ немесе әмбебап) орындалады, және бөлшектер ішкі кернеулерді жеңілдету үшін термиялық өңдеуге жіберіледі. Әрі қарай механикалық өңдеу КБ-де орындайды.

**Бөлшек контурының әртүрлі элементтерін өңдеу ерекшеліктері.** *Кеңістіктерді* қатты қорытпалы көпқырлы қайта қашалмайтын пластиналары бар дөңгекті және кейінгі фрезалармен фрезерлейді. Біріншісі – үлкен әдіптер кезіндегі қаралтым фрезерлеуді дөңгекті фрезалармен, өңделетін бет бойымен жүйелі өту арқылы орындау тиімді. Сайманның бір жұмыс соққысында өңделетін беттің ені, сондықтан кескіштің диаметрі құралдың басылуы аяқтау өтпесінің дәлдігіне әсер етпейтін етіп таңдалады. Сондықтан біркелкі емес үлкен әдіп кезінде, фреза диаметрін қысқартуға тура келеді. Таза өту үшін, диаметрі өңдеудің барлық енін қамтитын кескішін пайдалануға тырысады.

Беттің тым ұсақ кедір-бұдырлығын алу үшін кіші әдіп кезінде эльбор мен минералкерамикадан жасалған пластиналары бар жону фрезаларын пайдаланады.

Ең алдымен, қолданылатын саймандардың номенклатурасын азайту үшін басқа кеңістіктерді (ойық, саңылау) фрезерлеу үшін осы фрезаны пайдаланған жағдайда кейінгі фрезамен ашық кеңістіктерді сирек өңдейді.

**Ойықтар, терезелер және саңылауларды** негізінен қатты қорытпалы пластиналары бар кейінгі кескіштермен өңдейді.

Ойықтың ені бойынша өңдеудің дәлдігін арттыру және саймандардың номенклатурасын азайту үшін жонғылау кескіштің диаметрі сәл кішігірім ойықпен алынады. Өңдеу бірізділікпен жүзеге асырылады: біріншіден, ойықтың ортаңғы бөлігі кесіледі, содан кейін екі жағынан кескіштің радиусы үшін түзету енгізіп, ені бар ойықтың жоғары дәлдігін алу мүмкіндігі бар. Циклдың соңында түзету тоқтатылады.

Беріктілікті көтеру, саңылаусыз ойықтарды өңдеу кезінде жоңқаларды бұру талаптарын арттыру үшін, шиыршығының еңкею бұрышы көбейтілген және жылтырлатылған жырашықтарды пайдаланады. Осы тік беріліммен керекесуді жеңілдету үшін, дөңгектік тістері ерекше қайралған кескіштерді пайдаланады. Жоғарытылған қатаңдыққа коникалық үлгідегі өзегі күшейтілген және жырақшықтарының ауыспалы тереңдігі бар кескіштерді пайдаланады. Дайындау конфигурациясымен ерекшеленетін кескіштің ұшып өтуі көбейтілген жағдайда, күшейткіш конусы бар кескіштерді пайдаланады. Дірілдің азаюына олардың арасындағы әртүрлі қашықтыққа сәйкес үш және төрт тістері бар кескіштер ғана жете алады (әртүрлі адымдағы кескіштер).

**Айналма фрезерлеу** – фрезерлік КМ және СББ қоса КМ пайда болуымен мүмкін болған операция. Корпустық бөлшектердегі саңылаулар үнемі қашау арқылы өңделетін. СББ бар білдектерінде олардың фрезерлермен өңделуге мүмкіндігі бар. Ол үшін фрезаға айналма беруді қамтамасыз етеді. Егер фрезерлеу уақытын  $t_f$ , ал қашау уақытын  $t_r$  деп белгілесе, егер  $t_f/t_r < 1$  ара салмағы орындалса, айналма фрезерлеудің өнімділігі қашау өнімділігінен биік болады.

Фрезерлік операцияларға технологиялық процесті құру бойынша деректер сараптамасы көрсеткендей, қазіргі талаптарда бұл процесс қолдануға қажет болған жағдайда артықшылық барлық жағдайда айналма фрезерлеуге беріліп отыр. Шектеу тек қана саңылаудың тереңдігі (ол қарапайым кейінгі кескіштердің ұзындығымен ғана шектелген және 60...80 мм құрайды), оның диаметрі мен өңдеу дәлдігі болып табылады.

Айналма фрезерлеу құйылмалы дайындамаларды алдын ала өңдеу үшін пайдаланатынын ерекше атап өту тиіс (қаралтым әдіпті шешу үшін).

Саңылауларды өңдеу – КБ технологиялық көшудің ең көп таралған түрі. Олардың ішінде бекіту саңылауларының бұрандамалары, бұрамалары және түйреуіштерге бұрғылау және ойманы ілу, бұрғылау, үнгілеу, жазу, нақты қондыру саңылауларын қашау (тегіс және сатылы) құйылған бөлшектердегі саңылауларды өңдеу.

Корпустық бөлшектердің қарсы қабырғаларындағы **ортақ біліктер** КБ консольды бекітілген құралдармен өңделеді, ретмен, дайындама айналымы білдек үстелімен бірге  $180^\circ$  бұрылады. Қол жеткізілетін ортақ білік бөлінетін үстел дәлдігіне байланысты. Бөлудің қателігі бөліктің сызбасындағы тесіктердің өзара орналасуының жартысынан аспауы керек. Шпиндель түйінінің қаттылығын арттыру үшін, саңылауларды үстелдің немесе білдектің тіреуінің қозғалысына байланысты шпиндельді үнемі жылжытуға болады. Шындығында, жылжымалы күпшенің арқалығы шпиндель табанының қаттылығынан он есе аз. Сондықтан, сырғымалы шпиндель күпшесі бар КБ-те өңдеудің жоғары дәлдігін алу үшін азайту режимдерінің параметрлері төмендетілуі керек. Тек жоғары дәлдіктегі дене бөлшектерін дайындау кезінде ең маңызды саңылаулардың түпкілікті өңдеуі дәл бұрғылау білдектерніде жеке операциямен аяқталады.

Саңылауларды **осьтік саймандармен** өңдеу дәлдікке деген талаптар биік болмаған жағдайда, келесі ретте орындалады: алдымен барлық саңылауларды бір сайманмен өңдейді, содан соң келесімен (аталған білдекте сайманды ауыстыру уақыты, үстелді жайғастыруға қарағанда, көп уақыт алу шартында).

Егер диаметрлердің және саңылау формасының дәлдігіне талаптар жоғары болса, әр саңылауда сайманды және сүмбіні Z осі бойынша ауыстырып, саңылауларды толық түрде жеке өңдеуге тырысады. Кері жағдайда өңдеу кемшілігі жайғастыру кемшілігі есебінен көбейеді.

**Шиыршықты бұрандалармен** бұрғылау уақытын қысқарту және сайманның беріктігін арттыру үшін кесу режимінің тез автоматтық өзгертуін пайдаланады. Бұранданы жедел дайындалған соң, жұмыс беруді қосады, ал саңылаудың үлкен бөлігі тесілген соң, бұранданың саңылаудан шығу кезіндегі жүктеменің секірмелі өзгеруіне байланысты сайманның бұзылуын болдырмау мақсатында беруді азайтады. Егер саңылауға кіретін не одан шығатын кіреберісте құйма қабыршығы болса, бұл учаскелер

бағдарламасында сүмбінің жиілігін азайту қарастырылады.

Ереже бойынша, КБ бұрғылау кезінде кондукторды пайдаланбаған соң, саңылауларды қысқа қатаң бұрандалармен бұрғылауды кең пайдаланады – болашақ саңылаулардың өзіндік орналасу белгісі. Құйма қабыршығы бойынша жұмыс жасаған кезде ол басқа да мақсаттарды шешуге: кірекесуді жеңілдетуге және кішкентай диаметрлі бұрғылау беріктігін ұзаққа созылуын қамтамасыз етуге және онымен қатар, егер сұлбамен қарастырылса, саңылау кіреберісіндегі жүзін шешуге мүмкіндік береді. Бұрғылап тесуді қара металдан жасалған бөлшектердің диаметрі 8 ...15 мм дейін саңылауларды өңдеуге қолдану қажет.

**Дайындама корпустарындағы саңылауларды** өңдеу үшін бұрын тек қана терең саңылауларды бұрғылауға арналған саймандарды қолдану тиімді болып көрінді, мысалы, үш қырлы қатты құйылмалы пластиналарды механикалық бекітуімен екі жиектік бұрандалар. Осындай бұрғылау қондырғыларын пайдалану, кесудің ені бойынша бөлу және салқындатқыштың ішкі жеткізілімі дәстүрлі спиральдық жаттығулармен салыстырғанда кесу тиімділігін 3-5 есеге дейін арттыруға мүмкіндік береді.

Саңылауларды өңдеу кезіндегі өнімділігі көтерудің үлкен мүмкіндіктері әртүрлі типтегі **құрамалы саймандарды** пайдалануда жатыр.

**Операция жоспарын таңдау.** Өңделетін кеңістіктер санының көптігі, әр кеңістікті өңдеу кезіндегі қаралтым, жартылау таза және таза өтпелердің бар болуы, сауда орнындағы саймандардың едәуір саны КБ бөлшектерді өңдеу операциясының жоспарын таңдауды қиындатады. Едәуір тиімді нұсқаны таңдау мәселесі туындайды. Операция жоспарын таңдау мүмкіндіктері айтарлықтай көп:

- Алдымен, бөлшектерді бір жағынан өңдейді, содан соң оны аударады;
- Алдымен, бөлшектерді барлық жағынан нұсқалап өңдейді, содан соң таза өңдеуге көшеді;
- алдымен, барлық кеңістіктерді өңдейді, содан соң саңылауларды өңдеуге кіріседі.

Ортақ білдікті саңылаулары бар бөлшектер үшін екі қарама-қарсы жақтан және т.б. реттік өңдеулер қажет.

Мәселені нақты шешу әртүрлі факторлардың едәуір санын есепке алуы тиіс. Бұл жағдайда, басшылық ететін бірнеше **жалпы қағидаттар бар:**



- Конструкция элементінің дәлдігі биік болған сайын, оның өңделуін кеш қарастыру қажет;
- Алдымен, қаралтым өңдеуді, содан соң таза өңдеуді жоспарлау қажет;
- Атқарушы органның қажалып тозу уақыты аз болса (сайманды ауыстыру, үстелді айналдыру және т.б.) соншама рет бұл орган қызмет жасау қажет.

Өңдеудің ең үлкен дәлдігі бір бөліктен бөлшектерді өңдеу арқылы жүзеге асырылады. Үлкен әдіптері бар бөлшектер үшін бір бөлігін әмбебап немесе мамандандырылған жабдықта орындалуы жөн, жеңілдетілген операциялар қарастырылған.

КБ бөлшектерді өңдеу операциясының жоспарын таңдаған кезде, алдымен, тиісті нормативтік құжаттармен ұсынылған өңдеудің үлгілік сызбасын пайдаланған жөн. Әдетте, бұл құжаттар бөлшектің немесе дайындаманың үлгісіне, өңделетін кеңістіктің түрін және олардың дәлдігін және т.б. байланысты операциялардың ауысу реттілігін ұсынады.

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

---

1. Операциялық процесті әзірлеу кезіндегі жұмыстардың жалпы реттілігін атаңыз.
2. СББ білдектерінде саңылауларды өңдеу кезінде үлгілік ауысуларды атап өтіңіздер.
3. Саңылауларды өңдеу кезіндегі операцияларды жобалау қандай деңгейлерден жиналады?
4. СББ білдектеріндегі жонып өңдеудің бағдарламалау процесі қалай анықталады?
5. СББ білдектерінде фрезерлік өңдеуді бағдарламалау процесі туралы айтып беріңіз.
6. Фрезерлік өңдеу кезіндегі ауысудың үлгілік схемасын атаңыз.
7. Көпмақсатты білдектерде бөлшектерді өңдеу процессінің ерекшеліктерін атаңыздар.
8. Басқарушы бағдарламаларды әзірлеген кездегі технологиялық құжаттардың құрамы қандай?

# СББ БІЛДЕКТЕРІНДЕ ЖҰМЫСТЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ

### 6.1.

## СББ БІЛДЕКТЕРІН ИГЕРУ ЖӘНЕ ӨНЕРКӘСІПТІК ПАЙДАЛАНУ БОЙЫНША ЖҰМЫСТАРДЫҢ ЖҮЙЕЛІЛІГІ

Отандық және шетелдік кәсіпорындарда СББ білдектерін пайдалану тәжірибесі білдектерді енгізу, өндіруді техникалық дайындау және өндірістік учаскелерді пайдалану, кәсіпорындарда барлық пайда болған мәселелерді жедел шешетін, арнайы технологиялық қызметтердің бар болу жағдайында тиімді екенін көрсетті. Әдетте, ондай қызмет өзімен бағдарламалық басқарудың технологиялық бөлімін білдіреді. СББ білдектерді енгізумен және пайдаланумен байланысты мәселелерді талдау

6.1-кесте. СББ білдектерін игеру және өнеркәсіптік пайдалану бойынша жұмыстардың жүйелілігі.

Кезеңдер	Жұмыстардың мазмұны
Бөлшектер сызбасын технологиялық анықтау және өндірісті дайындау: сызбаны технологиялық анықтау	Бөлшекті таңдаудың техникалық-экономикалық негіздемесі Білдек түрін таңдау және дайындаманы бағдарлау сұлбасы Өңдеу реттілігін және операциялар санын таңдау Базаларды және жабдық түрін таңдау. Учаскелер бойынша беру мағынасын есептеу

Кезеңдер	Жұмыстардың мазмұны
Технологиялық құжаттаманы дайындау	<p>Кесетін құрал қозғалысының траекториясымен ЕСК құру  Цехқа арналған операциялық технологияны құру.  Кесетін құралды жобалауға ТТ құру  Құрылғыларды жоспарлауға ТТ құру  Бақылау – өлшеу жабдықтарын жобалауға ТТ құру  Басқару бағдарламасын есептеуге техникалық тапсырма құру  Дайындаманы жеткізуге ТТ құру  Бөлшектерді жеткізуге ТТ құру</p>
Конструкторлық құжаттаманы дайындау	<p>Кесетін аспаптың жұмыс сызбаларын құру (шифр)  Құрылғының жұмыс сызбаларын құру  Бақылау-өлшеу жабдығының жұмыс сызбасын құру</p>
Аспаптың қозғалу траекториясын есептеу	<p>Есептеуге соңғы деректерді құру  Траекторияны есептеу (колмен немесе ЭСМ)  Есептеуді бақылау</p>
ББ жазу	<p>Басқарушы ақпаратты бақылау (аралық)  Координатографта ББ бақылау</p>
Бағдарламалық қамтамасыз етуді басқару арқылы өңдеу технологиясын енгізу	<p>Білгекте ББ бақылау  Құрылғыларды жетілдіру  Білгекті жөндеу. Сыналатын бөлшекті дайындау. Құралдың геометриясын және кесу параметрін түзету Жоңғарлардың пайда болу процесін сынау  ББ редакциялау  Бөлшектердің бақылау тобын дайындау  Негізгі және қосымша уақытты белгілеу  СББ білдегінен бөлшектердің өңделуін ауыстыру туралы акті құру</p>
Білдекті жөндеу және пайдалану	<p>СББ жаңа білдектерді іске қосу және ретке келтіру  ЖЕЖ білдектерін және басқару құрылғыларын қадағалау  Кесте бойынша жөндеу-реттеу жұмыстары</p>

Кезеңдер	Жұмыстардың мазмұны
	Кесте бойынша білдектердің дәлдігін бақылау Жарамсыз ББ қалпына келтіру СББ білектерін өңдеуге арналған деректерді жинау, есепке алу және

Ескерту. ЕТК — есептік-технологиялық карта; ТТ — технологиялық шарттар; ББ — басқару бағдарламасы; ЖЕЖ — жоспарлы-ескертпелі жөндеу.

Басқару бағдарламасының енгізу жүйелерінің негізгі деңгейлерін тұжырымдауға мүмкіндік береді (6.1-кесте):

- бөлшек сызбасын технологиялық анықтау және өндірісті дайындау;
- аспаптың қозғалу траекториясын есептеу;
- өңдеу бағдарламасын жазу;
- бағдарламаны ретке келтіру және СББ білдекте бөлшектерді өңдеу технологиясын енгізу;
- СББ білдектерін ретке келтіру және пайдалану.

Өндірістің нақты шартында функционалдық схеманы түзетуге болады.

## 6.2. СББ БІЛДЕКТЕРІНДЕ Орындалатын Операцияларға арналған технологиялық құжатаманы дайындау

СББ білдектерінде орындалатын операцияларға құжаттарды жобалау кезінде, «Технологиялық құжаттаманың бірыңғай жүйесі. Технологиялық процестерге және кесумен өңдеу операцияларына арналған үлгілер мен құжаттарды рәсімдеу қағидалары» 3.1404 МС сәйкес – 86 құжаттардың келесі түрлерін пайдаланады:

- технологиялық процесс картасы;
- операциялық карта;
- аспапты ретке келтіру картасы;
- ақпаратты кодтау картасы.

Өзірлеушінің қалауына бойынша келесі қосымша құжаттарды пайдалануға болады:

- ББ әзірлеуге тапсырыс картасы;
- өңделетін бөлшектердің тізімдемесі.

**Технологиялық процесс картасын** бірыңғай, стандартты және топтық технологиялық процестерді әзірлеу кезінде операциялық сипаттама үшін пайдаланады.

**Операциялық картаны** жеке-дара технологиялық операцияларды сипаттау үшін пайдаланады (үлгілік және топтық), оны технологиялық операцияны жобалау нәтижесі бойынша құрады. Бұл алғашқы құжатта операциялық эскизді келтіреді, операцияның барлық ауысуын, пайдаланатын білдекті, құрылғы мен аспаптың шифрын, аспаптың қозғалу траекториясының соңғы нүктелерінің координаттарын және өңдеу уақытын көрсетеді.

Операциялық карта талап етілетін материалдарды, жабдықты, жұмыс күшін анықтайтын, өндірісті ұйымдастыру және жоспарлау мәселелерін шешетін негізгі құжат болып табылады.

ОК негізінде СББ білдектерінде және әдеттегі қолмен басқарылатын білдектерде бөлшектерді өңдеуді негізге ала отырып, оған жылу өңдеу мен жабудың арнайы операцияларын қосу арқылы соңғы технологиялық маршрутын қалыптастырылады. Маршруттың схемасын жобалау бойынша алдын ала жұмысты технологиялық процесті әзірлеудің бастапқы сатысында орындайды. Аяқталу кезеңінде, операцияларды жүргізу және ауысу шарты анықталған кезде, негізгі және бірлік уақыт есептеледі, және әр операцияның құрамы мен олардың маршруттағы оңтайлы жүйелілігі ақыр соңында реттеледі. Қажет болса, қолданыстағы технологияға түзетулер енгізуге, содан кейін қалған технологиялық құжаттарды рәсімдеуге болады.

СББ білдегі үшін ОК рәсімдеу мысалы 6.1-суретте көрсетілген.

**Құралды жөндеу картасы (ҚЖК)** операциялық сипаттаманы қамтитын құжатпен (ОК, маршрут картасы) бірге қосалқы және кескіш құралдың толық құрамын технологиялық дәйектілікпен көрсету үшін пайдаланады. Карта құралды машинадан тыс реттеу кезінде және оны таңдап алған жөндеуге сәйкес орнату кезінде қолданылады.

ҚЖК барлық жөндеу аспаптар ұшының координаттары мен оларды білдектен тыс жөндеу үшін құралдың көрсеткіштерін жазады. ҚЖК рәсімдеу мысалы 6.2-суретте көрсетілген.

**Ақпаратты кодтау картасын** ББ әзірлеу кезінде ақпаратты кодтау үшін қолданады.

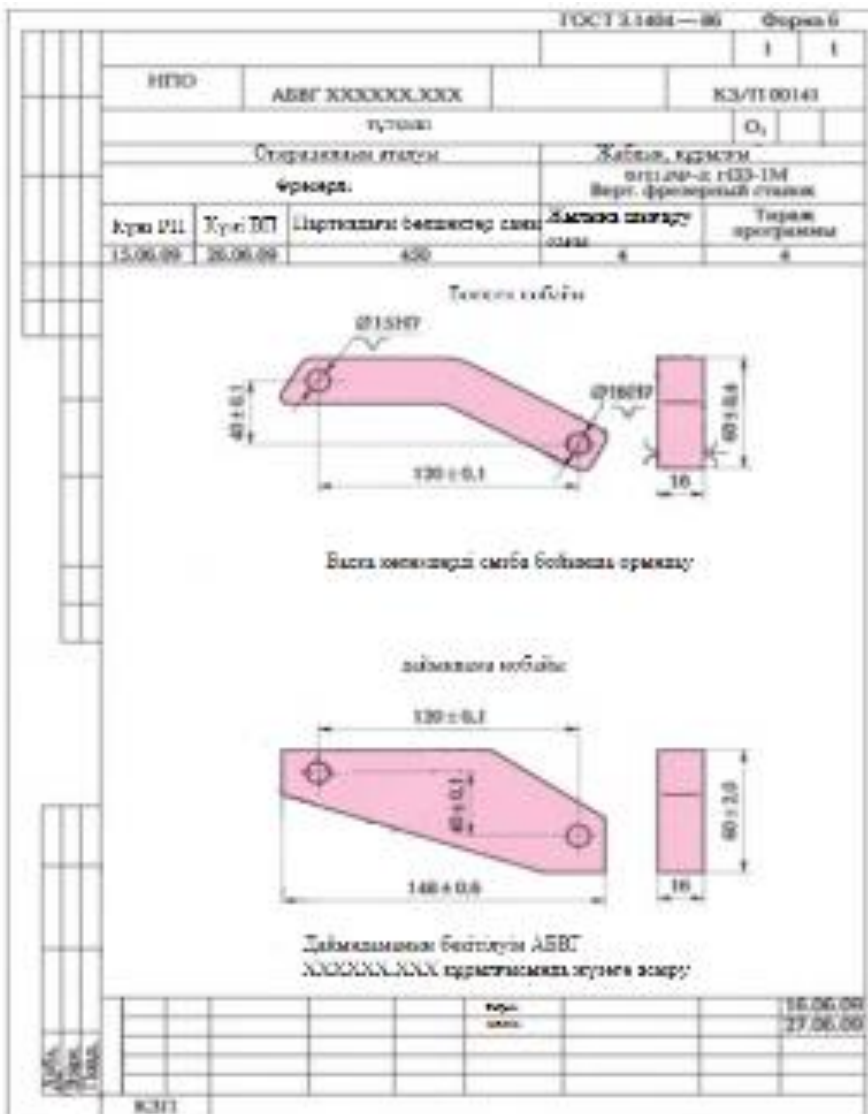
**ББ әзірлеуге тапсырыс картасын** СББ білдектері үшін ББ әзірлеуге қажет соңғы деректерді көрсету үшін пайдаланады (6.3-сурет). ББ/ТК негізінде ЕТК әзірлейді, ол өз орнында

				ГОСТ 3.1404—86		Форма 2		
Дубль.								
Взам.								
Поис.								
Разраб.		10.12.99					2 1	
Норевр.		11.12.99	ИПТО	АВНГ XXXXXX.XXX	XXXXXX.XXXXXXXX	К XXXXX.XXXXXX		
Н. контр.		12.12.99	Плита			02	05 — 010	
				Наименование операции		Материал		
				Фрезерная		30ХГСА		
				Твердость	ВВ	МД	Профиль, разн. заготов.	
				кг	2,650	Лист 200 × 160 × 30		
				Оборудование, устройство ЧПУ		Облачиение программа		
				6Т 12 К-1; ИЗ2-1М		XXXXX.XXXXXX СОЗЖ		
				$r_{\text{вн}}$	$r_{\text{вн}}$	$r_{\text{вн}}$	$r_{\text{вн}}$	
				5,04	2,38	3,15	8,27	
				Элеумык				
P			ВН	Диам P	l	l	l	
O 021	1. Фрезеровать полки по всей длине, выдерживая размеры 1 и 2.						1,52	3,4
T 022	АВНГ XXXXX.XXX тиски;	АВНГ XXXXX.XXX шулка;	АВНГ XXXXX.XXX фрезь BK8					
023	АВНГ XXXXX.XXX шаблон; АВНГ XXXXX.XXX контрольное приспособление							
P 024			021	40	21			
029								
10								
OK								

1. 1 және 2 мөлшерді шыдай, табақтарды барық ұзындығы бойынша фрезерлеу; Операцияның аталуы Қаттылығы, Дайынд., көлемі, пішіні, Табақ, Жабдық, құрылғы СБББағдарламаны белгілеу

6.1-сурет. СББ білдегінде орындалатын технологиялық операцияға операциялық картаны рәсімдеу





6.3-сурет. СББ білдегіне басқару бағдарламасын әзірлеу үшін тапсырыс картасын рәсімдеу



маршруттық және операциялық технологияны жобалау деңгейлерінде қабылданған барлық шешім туралы толық ақпаратты қамтиды, оны тиісті жүйелілікте рәсімдейді.

**Өңделетін бөлшектердің тізімдемесін** СББ білдектерінде жабдықтың бір бірлігінің жүктелуін есептеуге қажет соңғы деректерді көрсету үшін пайдаланады.

**ББ енгізу акті** СББ білдегінде ББ бойынша дайындалған бір немесе бірнеше дайындаманың сынамалы өңдеуінің нәтижесі көрсетілген қорытынды құжат болып табылады. Актіде өңделген беттердің олардың дәлдігі мен кемшілігіне деген талаптарға, кесу режимінің онтайлығы, хронометраж көрсеткіштері келтіріледі.

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

---

1. Назовите последовательность работ по освоению и промышленной эксплуатации станков с ЧПУ.
2. Какие виды документов следует использовать при проектировании операций на станках с ЧПУ?
3. В каких случаях необходимо использовать карту технологического процесса, операционную карту, карту наладки инструмента, карту кодирования информации, ведомость обрабатываемых деталей?

# КӘСІПОРЫН ЦЕХТАРЫНДА ЕҢБЕКТІ ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН

### 7.1.

## КӘСІПОРЫНДА ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУ ҚЫЗМЕТІН ҰЙЫМДАСТЫРУ

Машина жасау өндірісі кәсіпорындары, цехтары және учаскелері әкімшілігінің негізгі қызметтік міндеттері:

- технологиялық процестер мен операцияларды жүзеге асыру барысында жұмыс қауіпсіздігі талаптарын құру қажет;
- ауыр әрі адам денсаулығына және қоршаған ортаға зиян келтіретін және қауіпті жұмыстарды механикаландыру және автоматтандыру бойыншы іс-шараларды уақтылы жүзеге асыруға;
- қызметкерлер мен қызметкерлер жұмыс істейтін үй-жайларда қалыпты температура мен ылғалдылық жағдайларын және таза ауаны қамтамасыз ету;
- жұмысшылар мен қызметкерлерді еңбек қауіпсіздігі әдістеріне үйрету;
- жұмысшыларды қажетті арнайы киіммен және жеке қорғану құралдарымен қамтамасыз ету.

Кәсіпорынның жалпы аумағында еңбекті қорғау бойынша жұмыстарды директор мен бас инженер, цехтар мен учаскелерде – цех басшылары ұйымдастырады. Олар еңбекті қорғау бойынша шаралардың өтуіне, барлық жұмысшылар тарапынан қауіпсіздік техникасын және өндірістік санитария ережелерінің орындалуына жауап береді.

Сапалы нұсқаулықсыз және жұмысшыларға қауіпсіздік техникасы ережелерін үйретпей, апаттардың және қайғылы оқиғалардың алдын алу мүмкін емес. Қауіпсіздік техникасы бойынша тиісті

нұсқаулықты өтпеген қызметкерлер жұмысқа жіберілмеуі тиіс. Сондықтан кәсіпорынның барлық жұмысшылары өтуі тиіс нұсқаулықтардың толық кешені бар.

Кәсіпорынға келген әр жаңа жұмысшы үшін кәсіпорындағы денсаулыққа зиянды және қауіпті жұмыстармен таныстыру мақсатында **кіріспе нұсқаулық** шаралары жүргізіледі. Нұсқаулықты кәсіпорынның қауіпсіздік техникасы жөніндегі инженері өткізеді.

**Жұмыс орнындағы нұсқаулық (алғашқы)** жұмысқа жаңа келген, немесе бір жұмыс орнынан екінші жұмыс орнына ауыстырылған әр жұмысшымен өткізіледі. Нұсқаулықты нақты жұмыс орнында шебер немесе учаске басшысы өткізеді. Аса қауіпті жағдайда жұмыс жасау барысында қауіпсіздік нұсқаулығы алғашқы 6-10 ауысымда күнделікті өткізіледі.

Жұмыстың қауіпсіз әдістері мен тәсілдері бойынша **мерзімді қайталау нұсқаулығы** аталған мамандық бойынша еңбек өтіліне және санатына қарамастан барлық жұмысшылармен тоқсанына бір рет өткізіледі.

**Кезектен тыс нұсқаулық** келесі жағдайларда өткізіледі:

- технологиялық процесс немесе жабдықтар ауысқан жағдайда;
- қайғылы оқиға кезінде;
- кәсіби аурулар кезінде;
- қауіпсіздік техникасы ережелері мен нұсқаулықтары өрескел бұзылған жағдайда.

Әрбір жүргізілген нұсқаулық нұсқаулықты өткізген қызметкер мен нұсқаушы тұлғаның тиісті қолхаты бар міндетті құжаттама негізінде рәсімделеді. Қауіпсіздік техникасы бойынша нұсқаулықты өтпеген жұмысшылар жұмысқа жіберілмеуі тиіс.

Қайғылы оқиғалар қауіпсіздік техникасы өрескел бұзылған жұмыс орындарында орын алуы мүмкін. **Қайғылы оқиға** деп жұмысшыларға қауіпті өндірістік фактор әсерінен болатын жағдайды айтуға болады.

**Жарақат** деп кенеттен орын алған жазатайым оқиға салдарынан адам ағзасының сыртқы зақымдануы немесе оның дұрыс жұмыс істеу функциясының бұзылуын айтады. Өндірістік жарақаттар былайша бөлінеді:

- механикалық – соғылу, жаралану, сүйектердің сынуы, тіндердің үзілуі;
- термиялық – жылу тию, күйу, үсік шалу;
- электрлік – электр тоғының соғуынан пайда болған адам ағзасының зақымдануы;

- сәулелік;
- құрама.

*Кәсіби аурулар деп* адам ағзасында жұмыстың зиянды әсерінен пайда болған ауруды айтады.

Өндірісте орын алған барлық жазатайым оқиғалар 24 сағатың ішінде тексеріліп, міндетті түрде акті жасалуы тиіс. Болашақта кәсіпорында жазатайым оқиғаларды болдырмау мақсатында оқиғаның салдары талданып, қатаң түрде есеп жүргізілуі қажет.

## 7.2. МЕТАЛЛ КЕСУ БІЛДЕКТЕРІНДЕ ЖҰМЫС ЖАСАУ КЕЗІНДЕГІ ҚАУІПСІЗДІК ТЕХНИКАСЫ

Металл кесу білдектерінде жұмыс істеу кезінде алдын алу шараларының орындалмауынан немесе жеткіліксіздігінен орын алған зақымданудың себептері мыналар:

- Айналмалы біліктер, муфтаалар, шпиндельдер, шпалдар, тісті дөңгелектер, білдектің шығыңқы бөлшектері, білдектің айналмалы бөліктері аралығындағы саңылаулар, кинематикалық жүйенің құрастырма бірліктері мен кез келген жылжымалы және жылжымайтын бөліктері және басқа бөлшектер мен жетектен бастап кесу аймағына берілетін білдектер аралығындағы саңылаулар;
- айналмалы құралдар (бұрғылар, фрезалар, тегістеу шарық және т.с.с.), қайтымды ілгерілеме қозғалыс аспаптары (сүргілеу және қашауыш кескіштер, қол арасы және т.б.), құралдардың сынықтары және оларды орнатқан және түсірген кездегі орнатқыш-қысқыш құрылғылар;
- орнату, жою және кесу кезіндегі жылжымалы және жылжымайтын өңделген бұйымдар, сондай-ақ өңдеу мен тазалау кезіндегі жонғыш және басқа да қалдықтар.

Білдектегі жұмыс қауіпсіздігі жұмысшыларды ұшқан жоңқалардан болатын зақымданудан сенімді қорғайтын құрылғылар мен электр қозғалтқышынан (белдікті, тісті және т.б.) қатты металл қақпақшаларымен қозғалыс тетіктерін қоршау қамтамасыз етіледі. Патрондар мен планшайбалар сүмбінің кері айналуы кезінде өздігінен бұралып шығуға қарсы құлыптайтын құрылғылар мен құралдарға ие болуы тиіс.

Білдектердің табаны жерлендіруге арналған «Жер» белгісі бар арнайы бұрандалармен қамтылады. Егер білдектің электр жабдықтау

корпусы жерлендірілген табанмен сенімді металл жалғасы болмаса, оны дербес шинамен жерлендіреді. Электр сымдардың жылжымалы учаскелері ССЖ мен майдың енуіне қарсы тығыздықпен қамтылған икемді металл жеңдерде болуы қажет.

Металл кесетін білдектердегі жұмыс нақты көру жұмыстардың тобына жататын болғандықтан, білдектерде жарықтандыру жүйесі құрастырылған болуы тиіс (жалпы және жергілікті жарықтандыру).

Білдектер санитарлық нормаларға сәйкес, жұмыс аумақтарын жарықтандыру үшін жергілікті жарықтану шамдарымен қамтылуы қажет (өңдеу орындары, лимбтерді беру, білдекті реттеу кестелері). Білдектерді жергілікті жарықтандыру құрылғысы қауіпсіз болуы керек, сондықтан жергілікті жарықтандыру желісінің кернеуі 36 В аспауы керек, электр сымдарының шамға қосылуы жасырын болуы тиіс, сондықтан шамның құрылғысы сымдардың қайта бұралуын және қажауын және оларды өңдеу кезінде пайдаланатын сұйықтықтардың түсуін келтірмеу қажет (майлар, эмульсиялар және т.б.).

**Шапшаң жону** негізінде қатты құймадан жасалған табақшалармен жабдықталған кескіштерді кәсіби пайдалану (көп жағдайларда механикалық табақшаларды бекіту) білдек бөлшектері қозғалысының және өңделетін бұйымның жоғары айналуымен, өңделуші бұйымнан жоңқалардың көп көлемде ұшуымен сипатталады.

Білдекке тек ақаусыз кескішті ғана орнату қажет. Орнату алдында қатты қорытынды пластинаның бекіту сенімділігін (әсіресе, оны механикалық бекіту кезінде), кетігі, жарығы, торы және күйгені жоқ қатты қорытындыдан пластинаның тұтастығын тексеру қажет. Кесетін жиек жеткізілуі тиіс. Кескішті қатаң түрде білдектің орталық биіктігі бойынша орнату қажет. Егер кескіштер орталық осіне биік немесе төмен, бұйым осінен перпендикуляр немесе параллельді орнатылмаса, кесу бұрыштары қашау бұруыштарына сәйкес келмейді де, пластинаның үтілуіне және кескіштің сынуына әкеліп соғады. Кескішті орталық осьтері бойынша орналастыру үшін арнайы төсемдерді ғана пайдалану қажет. Барлық жағдайларда кескіштердің кескішұстағыштан минималды ұшуын қадағалау қажет. Сондай-ақ, жақсы сапада өңделген бетті алу үшін кескішұстағыштан кескіштің ұшуы кескішұстағыштың биіктігінен 1,5 аспау керек. Кескішті кескішұстағыштың екі бұрандамасымен нықтап бекіту қажет.

Өңделетін бұйымды ортада немесе патронда дұрыс бекіту қажет. Ортаңғы бөлшектерді дұрыс өңдеу үшін алдын ала өңделетін бөлшектерді орталықтандырудың дұрыстығын тексеру қажет. Айналмалы орталықтарды қолданған жағдайда, артқы қысқышты бағыттауыш тұғырға сенімді бекіту қажет. Жоғары жылдамдықта ұзын бөлшектерді қашау кезінде (осьтер, біліктер) роликтік люнеттерді пайдалану қажет. Жұдырықшалы патронда (артқы қысқышты орталықпен тіремей) тым қысқа салмақты бөліктерді ғана бекітеді (ұзындығы диаметрі 2 кем емес). Басқа жағдайда тіреу үшін артқы қысқышты пайдаланады. Бұл талаптарды сақтамау артқы қысқыштың қалдықтарына орталықтың жану себептеріне сәйкес өңдеу кезінде бөлшектің ұшып шығуына, т.б. әкеліп соқтыруы мүмкін.

Жеделдетіп жону кезінде жоңқамен зақымданудан қорғайтын құрылғылармен пайдаланады. Егер араластырылған жоңқаны беретін металдарды өңдесе (болат және т.б.), жоңқаларды қашау кезінде үгітетін немесе бұйралайтын алдыңғы кеңістікте жырашықты немесе қондырма шектерді пайдаланады. Ұсақ ұшып кететін жоңқаларды беретін нәзік металдарды өңдеу кезінде (қола, шойын және т.б.) және, болат жоңқаны ұсақтау кезінде, қашау кезінде қорғану құралдарын пайдаланады: жұмыс экрандарына тез орнатылатын мөлдір немесе арнайы жоңқа бұратын жеке қалқаншалар.

**Жедел фрезерлеу** процесін қауіпсіз жүргізу үшін фрезаны орнатқан кезде радиалды және тік қойылған соғуға тексеру өткізу қажет, алыстан соғу 0,03 мм аспау қажет, ал тігінен өңдеу сипатына байланысты (қаралтым немесе таза) – 0,04...0,08 мм кем емес болуы тиіс.

Құрылғыдағы фрезерленетін бөлшек бекітілген тіректердегі кесу күштерінің бағытымен қауіпсіз бекітілуі керек. Бөлшек, өңделетін бетіне мүмкіндігінше жақын орнатылуы тиіс. Бөліктерді қысым тақтайшаларымен бекітіп болған кезде, бөлікті тек қана арнайы жобаланған төсеу арқылы орналастыру керек. Беттері өңделмеген бөлшектерді (әсіресе құйылған және мөрленген еңістері бар) ойылған еріншесі бар құрылғылар мен қысқыштар арқылы бекіту қажет.

Бөлшектерді бекіту үшін пневматикалық, гидравликалық және электрмагниттік құрылғыларды пайдалану үшін механикалық бұзылудан ауа мен сұйықтықты беру тұтқаларын және электр сымдарды қорғау қажет. Пневматикалық немесе гидравликалық желіде немесе токпен қоректенуде күтпеген үзілісте қысым түскен жағдайда, бұйым шешіледі де, білдек тиісті автобұғаттауышпен қамтамасыз етілмесе, өңделетін бөлшек құрылғыдан ұшып шығады.

Қазіргі заманғы конструкциялардың пневматикалық, гидравликалық, электромагниттік қысқыш құрылғыларын пайдалану қауіпсіздігі тиісті автобұғаттауыштарды немесе шектеулерді енгізу арқылы қамтамасыз етіледі.

Жеделдетіп фрезерлеу кезінде ұшып жатқан жоңқалардан қорғайтын және оны жұмыс орны бойынша шашырауды ескертетін құрал пайдалану қажет. Жоңқаның ұшу және шашылу бағытына байланысты, жеке қорғану құралдарымен пайдалану қажет (көзілдіріктер, жеке қалқаншалар), жоңқалардың шашылуына кедергі жасайтын мөлдір экрандар немесе жоңқаны жинап, жоңқажинағышқа жіберетін, арнайы жоңқа бұрушыға ие болуы керек.

*Тегістеу білдектерінде* жұмыс жасау кезінде тегістеу, шеңберінің дұрыс орналасуы мен бекітілуіне, кесу тәртібінің таңдалуы мен жұмыс қауіпсіздігі талаптарының сақталуына ерекше назар аудару қажет.

Тегістеу шеңберінің қызмет ұзақтығы оның біркелкілігіне байланысты, сондықтан дәл және тыныш жұмыс жасау үшін тегістеу шеңберін теңдестіруден өткізу қажет (теңгеру). Тегістеу шеңберлерінің теңгерімсіздігінің себептері материалдың біркелкі емес тығыздығы, саңылаудың шеңбердің үстіңгі бетіне қатысты эксцентрлі орналасуы және шеңбердің шпиндель немесе фланцтарда эксцентрлі орналасуы. Теңгерілген тегістеу шеңбері деп салмақ орталығы айналу осінің геометриялық орталығымен сәйкес келетін шеңберді айтуға болады.

Тегістеу шеңберлері бір-бірінен жақтауларды орнатуға арналған бағандардың сипаттамасымен ерекшеленетін арнайы қондырғыларға теңгеріледі. Призмалар, дискілер, цилиндрлік білікшелер, т.б. тірек бола алады.

Міндетті теңгерілімге диаметрі 1 090 мм және одан жоғары барлық тегістеу шеңберлері жатады. Диаметрі 150 мм және одан жоғары, кесу жылдамдығы 10 м/м артық емес жұмыстарына арналған тегістеу шеңберлері, сыртқы тексерістен және тықылдатудан басқа, арнайы сынақ стендтерінде немесе арнайы білдектерде, айналу жиілігі шеңбер таңбалауында көрсетілген 50% асатын жиілікте сыналуы тиіс. Сынақ жылдамдығы кезіндегі шеңбердің айналу ұзақтығы сыртқы диаметрі 475 мм дейін арналған тегістеу шеңберлері үшін – 5 мин, 500 мм және одан артық – 7 мин құру қажет.

Сынақ стенді тестілеу үшін талап етілетін тиісті шеңберге біртіндеп және байсалды жылдамдықты арттыру керек. Сонымен қатар, шеңбердің айналу жиілігін бақылау үшін стационарлық тахометрмен жабдықталуы керек.

Сынақтан өткен шеңберлерді, ерекше үлгіде арнайы кітапқа жазады да, шеңбердің өзінде тиісті таңба жасайды (баяумен немесе арнайы таңбашамен) – сынақ кітабы бойынша шеңбердің реттік нөмерін және сынаққа жауапты тұлға мен сынақ күнін көрсетеді.

Орнату кезіндегі шеңберлерді бекіту тәсілдері шеңберді шпиндельде бекіту сенімділігін қамтамасыз етуі қажет; шеңбердің ішінде ішкі кернеулер пайда болмауы керек, ол үшін фланец пен шеңбер арасында екі жақтан қалыңдығы шеңбер диаметріне байланысты 0,5 мм бастап 3 мм дейін, икемді материалдардан төсем қояды (тығыз қағаз, картон, резеңке және т.б.). Төсемдер фланецтердің барлық қысқыш бетін жабуы және бүкіл шеңбер бойымен сыртқа шығуы керек.

Фланецтердің, төсемдердің және тегістеу шеңберлерінің байланыс беттерін толығымен тазалануы қажет, ал фланецтің қысу беті шеңбердің диаметрінен кем дегенде 1/16 құрауға тиіс. Шеңбердегі саңылау шпиндель диаметрінен 0,2 ...0,4 мм үлкен болуы керек.

Тегістеу шеңберлері жұмыс кезінде болаттан немесе құйылған шойыннан жасалған және білдектерге тығыз бекітілетін қорғаныс қаптамаларымен қоршанылуы тиіс. Шеңбердің айналу жиілігі үлкен болған жағдайда, қаптама іргелерінің қалыңдығы есеп бойынша көбейеді. Шеңбер мен қорғаныс қаптамасының цилиндрлік бетінің арасындағы саңылау 20 мм бастап 30 мм дейін болуы қажет, ал шеңбер мен қаптаманың бүйір іргесі 10.15 мм. Қорғаныс қаптамасының ашылу 60 бастап 180° дейін теңселуі мүмкін.

Жалпақ тегістегіш білдектерінің үстелдері мен магниттік тақталары бөлшектердің ұшу жағдайында қоршаулы болуы тиіс.

### **7.3. МЕХАНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ЖИНАҚТАУ ЦЕХТАРЫНДАҒЫ ЭЛЕКТР ҚАУІПСІЗДІГІ**

---

Машина жасау өндірісінің соңғы үлгідегі технологиялық жабдығы электр қозғалтқыштармен және басқа да электр техникалық құрылғыларға толы. Цехтарда қол электр аспаптарын пайдаланады



Бұдан бөлек, электр энергиясын жарықтандыру, дәнекерлеу, дайындау пештерін қыздыру және т.б. жағдайларға пайдаланады. Бұл жабдықтарды дұрыс пайдаланбаған немесе белгіленген ережелерді сақтамаған жағдайда, электр тоғы адам денсаулығына қауіп тудырады.

Электр тоғының адам ағзасына әсері жан-жақты сипатқа ие. Адам денесі арқылы өткен электр тоғы оның түрлі органдарына термиялық, электрлитикалық және биологиялық әсерін тигізеді. Онымен қатар, жүрек, ми, өкпе қызметі бұзылуы мүмкін. Электр тоғының әсерінен болған жарақаттардың ауырлық дәрежесіне қарай былайша жіктеуге болады:

- I – ес-түстен айырылмай, бұлшық еттердің тырысып, жиырылуы;
- II – ес-түстен айырылу, бұлшық еттердің тырысып, жиырылуы, бірақ демалу мен жүректің қалыпты жұмыс жасауы;
- III – естен тану және жүрек қызметі мен демалудың бұзылуы;
- IV — демалу мен қанайналысының тоқтауымен сипатталатын клиникалық өлім.

**Клиникалық өлім** – жүрек пен өкпе қызметінің жұмысы тоқтаған сәттен басталатын өмір мен өлім арасындағы өтпелі кезең. Клиникалық өлім кезінде адамның ешқандай өмір сүру белгілері болмайды, адам демалмайды, жүрегі жұмысын тоқтатады, көзінің қарашықтары үлкейіп, жарықты елемейді, ауыруға тітіркену реакциялары туындамайды. Сонымен қатар, осы кезеңде адам ағзасындағы өмір толығымен жойылмайды. Адам жарақаттанудың түрі мен ауырлығына және адам организмінің жеке ерекшеліктеріне байланысты клиникалық өлім жағдайында 4-тен 10 минутқа дейін болуы мүмкін.

Электр тоғының соғуынан зақымданушы адамға алғашқы көмек жедел және ұқыпты көрсетілуі тиіс. Сондықтан әр жұмыс істейтін ауысымда алғашқы көмек көрсетуге үйренген арнайы адамдар болуы тиіс.

Электр тоғынан зақымданушы адамды тоқ өткізуші сымдардан жедел түрде ажырату қажет. Бірақ зақымданушы электр кернеуінің болуы мүмкін екенін және оған сақтық шараларысыз жақындау қауіпті болуы мүмкін екенін есте сақтау қажет.

Егер зақымданушы сымдарды дірілдене қысылған саусақтарында ұстап жатса, біріншіден, мысалы, ажыратқышпен не қосқыш түймешегімен электр қондырғыны тоқтан ажырату қажет. Зақымданушыны құрғақ киімінен немесе құрғақ ажыратқыш құралдар арқылы тарту қажет.

Зардап шегушіні электр сымдарынан ажыратқан соң, оған сауатты алғашқы медициналық көмек көрсету қажет. Таза ауаның түсуін, толық тыныштық пен дәрігердің келуін қамтамасыз ету қажет. Зардап шегушіге алғашқы көмек көрсету ережелерін кәсіпорында жұмыс істейтін әр қызметкер білуі қажет, ол үшін жүйелі дайындық түрінде оқулар мен дайындықтар жүргізіледі.

Электр аспаптармен жұмыс жасауға тек қана арнайы оқу мен аттестацияны өткен қызметкерлер ғана жіберіледі. Жанар-жағармай булары бар жайларда және химиялық белсенді ортада, сондай-ақ жаңбыр немесе қар кезінде ашық алаңдарда электр құралдарымен жұмыс жасауға тыйым салынады. Электр құралды тиісті нұсқаулыққа сәйкес және оның конструкцияларында қарастырылған клемдер мен сымдар арқылы жерге тұйықтау қажет.

Электр аспаптармен жұмыс бастар алдында оның түзулігін тексеріп, электр сымдардың изоляциясы мен аспаптың басқа бөлшектерінің зақымдалмағанына көз жеткізу қажет. Жұмыс кезінде тоқ өткізуші сымдардың жабдықтың ыстық бөлшектерімен, жанармай материалдарымен, сулы немесе майлы беттерімен жанасуын алып тастау керек. Кері жағдайда, тоқ өткізетін сымдарда изоляциялық материалдардың бұзылуы мүмкін, ол қысқа тұйықталуға, немесе, жұмыс істеушіні электр тоғыммен зақымдалуына әкеледі. Егер электр аспаптың (не білдектің) шпинделі белгісіз себептерден, айналмай қалса, аспапты (не білдекті) электр желіден ажырату қажет.

Электр аспапты жөндеу (әр қиындықтағы) кәсіпорынның арнайы құрылымдарында жоғары санатты жұмысшылармен өткізілуі қажет.

## **7.4. ПНЕВМАТИКАЛЫҚ АСПАПТАРМЕН ЖӘНЕ ҮЙЛЕСТІРІЛГЕН БІЛДЕКТЕРДЕ ЖҰМЫС ЖАСАУ КЕЗІНДЕГІ ҚАУІПСІЗДІК ШАРАЛАРЫ**

*Пневматикалық аспап* қысылған ауа энергиясымен қозғалысқа (айналымға) әкелетін қозғалтқышты пайданбауымен ерекшеленеді. Ондай аспапты цехтың қысылған ауа жүйесіне ауа құбыршегі арқылы қыстырылады. Құбыршекті қысылған ауа жүйесіне қосу кезіндегі пневматикалық аспапқа ауа жолын ашатын шүмек жабық

болуы тиіс. Құбыршекті жүйеден ажырату алдында, ауа шүмегін жауып, құбыршектен қысылған ауаны шығару қажет, мысалы, пневматикалық аспапқа кіреберісте шүмек жабық болған жағдайда, аспапты қысқа уақытқа қосу арқылы. Пневматикалық аспапты осы бағыттың мамандары бөлшектеу және жөндеу қажет.

Белгілі болғандай, роторларды теңдестіру үшін монтаждық цехтарда *теңдестірілген білдектер* қолданылады. Ротор теңдестіру кезінде теңдестірілген айналымдарында электр жетегінен бұрылады. Білдек тіректері жылжымалы, ал роторды технологиялық құрылғылармен бекітеді. Теңдестіруге арналған білдектерде жұмыс істеу кезінде барлық электр қауіпсіздігі ережелерін сақтау керек. Сонымен қатар, жылдам айналатын ротордың қаупі жоғары. Сол себепті, теңдестіру білдектері роторды іске қосудан бұрын жабылатын қорғаныш қақпақшалармен жабдықталуы керек және ол толық тоқтағаннан кейін ғана ашылуы керек. Айналмалы роторды қолмен тоқтатуға қатаң тыйым салынады

Есіңізде болсын, теңгерімсіз ротордың айналуы кезінде күштер мен сәттер пайда болады, бұл ротордың бекіту нүктелерінен үзілуі соншалықты үлкен болуы мүмкін. Сондықтан 1-ден 3-ке дейінгі сынақтардан кейін ротордың бекітілу сенімділігін қайта тексеру қажет.

Ауыр роторларды теңдестіру кезінде жүк көтеру механизмдері қолданылады. Сондықтан осы механизмдерді пайдалану ережелерін қатаң сақтау керек.

Кейбір жағдайларда массаны түзету үшін, яғни, металл қабатын алып тастау үшін қолмен қыратын құралды қолданады. Сонымен қатар абразивтік құралмен жұмыс істеу кезінде, қауіпсіздік шараларын сақтау қажет. Құрал қорғаныш қақпақтарымен жабдықталуы керек, ал жұмысшының көздері арнайы көзілдіріктерімен қорғалуы керек.

## 7.5. ӨРТ ҚАУІПСІЗДІГІ ШАРАЛАРЫ

Өрт қауіпсіздігі өрттің пайда болуын толығымен жойылып кететін өндірістік жағдайды (шеберхана, алаң) қамтамасыз етеді, ал оның пайда болу жағдайында, адамдарға әсер тиюі келтірілмейді және материалдық құндылықтар қорғалады.

Өндірісте өрт әртүрлі себептерден пайда бола алады:

- жанармай материалдарына түскен кездейсоқ шоқтан;
- тоқ өткізетін сымдардың қысқа тұйықталуынан;
- қалдықтар мен жанармай материалдарының дұрыс сақталмауына байланысты өздігінен жану себебінен;
- өрт қауіпсіздігі ережелерінің өрескел бұзылуынан.

Өртті ескерту үшін, өрт қауіпсіздігінің ережелерін қатаң сақтау қажет. Машина жасау өндірісі барлық аумақ бойынша өрт қауіпі бар:

- механикалық цехтарда магний жоңқалары мен шаңның тұтануы мүмкін;
- жинақтау цехтарында бөлшектерді жуу учаскелерінде жанармай жуу сұйықтықтары бар;
- сынақ цехтарында жанармай мен басқа да ыстық-майлау сұйықтықтары бар;
- сүртілетін майланған материалдардың жиналуы кез келген жайда өздігінен тұтануға әкеледі.

Сол себептен, шылым шегу тек қана арнайы ортанытлған жерлерде ғана мүмкін.

Әдетте, өндірістік цехтар жанбайтын ғимараттарда орналасады. Цехтардың жоспары адамдарды эвакуациялық шыға беріс арқылы қауіпсіз эвакуациялауды қарастыруы тиіс, олардың саны кемінде 2 болуы тиіс. Сатылардың салмақ түсетін элементтері және олардың ені өрт кезінде адамдарды қауіпсіз эвакуациялауды қамтамасыз етуі қажет.

Цехтарда тиісті құрал-саймандар және өрт пайда болған жағдайда өз міндеттерін білетін және жүйелі түрде оқулар мен дайындықтарға қатысатын цех қызметкерлерінен құралған өрт сөндіру жасағы болуы қажет.

Цехтарда ашық қыздыру құралдарымен және түзетілмеген электр аспаптарымен пайдалануға рұқсат берілмейді. Тұтанатын сұйықтықтарды, оларды болат бөлшектермен жанасу кезінде тұтанудан сақтайтын, жұмсақ материалдан жасалған ыдыстарда сақтау қажет.

Статикалық электр өзіне үлкен қауіпті жасырады, себебі оның разряды үлкен шоқ тудырады, ол өртке әкелуі мүмкін. Сондықтан барлық жабдықты, онда барлық статикалық электрдің зарядтары жиналмау мақсатында, жерлендіреді. Майлықтар мен арнайы киімді бензинге жууға рұқсат берілмейді, себебі статикалық электрден түскен кездейсоқ шоқ өртке әкеліп соғуы мүмкін.

Майланған сүлгілер мен басқа да пайдаланған шүберектерді арнайы металл ыдысқа жнап, күнделікті жұмыс ауысымынан соң шығару қажет. Кері жағдайда, бұл материалдар өздігінен тұтануға қабілеті бар.

Қәсіпорынның кез келген қызметкері өрт сөндіру дабылының орналасу жерін және өрт сөндіруге қажетті көмекші құралдарды пайдалана білуі қажет. Тұтануды көрген сәттен бастап, өрт сөндіру бөліміне жедел түрде хабар етіп, қолда бар өрт сөндіру құралдарымен өртті жою бойынша шараларды қабылдау қажет.

## 7.6. ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ

Қазіргі кезде, халықаралық қоғам қоршаған ортаны қорғау үшін көптеген шаралар қолданып отыр, ол үшін бұл бағытта халықаралық сериялар стандартын құрып отыр.

Қоршаған ортаны қорғау бойынша жұмыстарды өткізу үшін максималды тиімділікпен:

- әрекеттегі қәсіпорынның қоршаған ортаға әкелетін зиянын анықтау;
- қоршаған ортаға зиянды әсерді төмендету мақсатында барлық өндірісті жетілдіру бойынша іс-шараларды әзірлеу;
- жаңа технологиялық әзірлемелердің экологиялық сараптамасын өткізу қажет.

Машина жасау қәсіпорындарында қоршаған ортаны қорғау бойынша келесі іс-шараларды өткізеді:

- атомсфераға төгілетін газдарды тазалау;
- шумен күрес;
- өндірістік ағын суларды тазалау;
- электромагнит өрісінен қорғау.

Онымен қоймай, әр іс-шара бойынша орындалып отырған жұмыстарды бақылау үшін өлшеу жүйелерін орнаады.

Қоршаған ортаны қорғауда ерекше назар авиақұрылыс қәсіпорындарына қойылады. Мұнай өнімдерінде жұмыс істейтін авиациялық қозғалтқыштардың сынағы, игерілген газдармен қоршаған ортаға көптеген уытты компоненттердің келіп түсуіне әкеледі.

Қоршаған ортаға зиянды ықпалдар әсерінің деңгейін төмендетудің үш бағыты белгілі:

1. Өрекеттегі өндірісті игерілген технологиясын сақтай отыра, тазалау құрылғыларымен жабдықтау.

2. Қоршаған ортаға зиянды ықпалды төмендету мақсатында қолданыстағы технологиялық процестерді жетілдіру.

3. Қоршаған ортаға зиянды ықпал етпейтін жаңа технологиялық процестерді әзірлеу.

Алайда жұмыс істеп тұрған кәсіпорында қоршаған ортаны қорғау мәселесін шешудің басты бағыты осы нысандарды атмосфераға зиянды заттар шығарындыларын азайтатын қосымша құрылыстар мен құрылғылармен жабдықтау болып табылады. Онымен қатар, сүзгілеу және басқа тазалау әдістері пайдаланылады.

Сүзгілеу газды немесе сұйықтық өтетін сұйықтықтың немесе газ сүзгісінің ағымында болатын зиянды компоненттерді жоятын сүзгі материалы арқылы тазаланады. Сүзгі материалы ретінде нанотехнология бойынша жасалған түрлі торлар, маталар, талшықты материалдар, керамика және мембраналар қолданылады.

Тазалаудың механикаландырылған түрінен басқа, химиялық реакцияларға негізделген, химиялық тәсілдерді және, зиянды заттардың қышқылдануына негізделген термикалық тәсілдерді пайдаланады, мысалы жағу, жағып бітіру немесе буландыру.

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

---

1. Кәсіпорынға жаңадан келген қызметкер нұсқаулықтардың қандай түрлерінен өтеді?
2. Тегістеу білдегінде жұмыс істеген кезде қандай қауіптер бар?
3. Токарлық білдектердегі жұмыс немен қауіпті?
4. Электрқауіпсіздік деп нені түсінуге болады?
5. Өндірістік жайда тұтану пайда болғандағы сіздің әрекеттеріңіз қандай болады?
6. Өндірістегі қайғылы оқиға қандай құжаттармен рәсімделеді?

## 1 қосымша. СЫРТҚЫ ДӨНГЕЛЕК ТЕГІСТЕУГЕ АРНАЛҒАН ОПЕРАЦИЯЛЫҚ ӘДІСТЕР ДӘНЕ ШЕКТЕР

Диаметрлер интервалы, мм	1- нұсқа	2- нұсқа		3-нұсқа		Шектер, мм	
	Жылулық өңдеуден кейінгі соңғы тегістеу	Жылумен өңдеуден кейін ажарлау		Жылулық өңдеуге дейінгі қаралтым тегістеу	Жылулық өңдеуден кейінгі таза тегістеу	Жылулық өңдеусіз тегістеуге таза кашау	Жылулық өңдеуден кейінгі таза тегістеу
		қаралтым	таза				
Диаметрге рұқсатнама, мм							
3 тен 6-ға дейін	0,2	0,15	0,05	-	-	-0,08	-0,025
6-дан жоғары 10-ға дейін	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	-0,10	-0,03
10-нан жоғары 18-ге дейін	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	-0,12	-0,035
18-ден жоғары 30-ға дейін	0,3	0,2	0,1	0,3	0,4	-0,14	-0,045
30-дан жоғары 50-ге дейін	0,4	0,3	0,1	0,3	0,4	-0,17	-0,05
50-ден жоғары 80-ге дейін	0,5	0,3	0,2	0,3	0,5	-0,20	-0,06
80-нен жоғары 120-ға дейін	0,5	0,3	0,2	0,3	0,5	-0,23	-0,07
120-дан жоғары 180-ге дейін	0,8	0,5	0,3	0,5	0,8	-0,26	-0,08
180-нен жоғары 260-қа дейін	0,8	0,5	0,3	0,5	0,8	-0,30	-0,09
260-тан жоғары 360-қа дейін	0,8	0,5	0,3	0,5	0,8	-0,34	-0,10

## 2 қосымша. ЖІҢШКЕ ҚАШАУ ТӘРТІБІ

Өңделетін материал	Алмаздан кесу құралы			Қатты құймадан кесу құралы		
	Кесу жылдамдығы,	Бойлық беріс, мм/айн	Кесу тереңдігі,	Кесу жылдамдығы,	Бойлық беріс, мм/айн	Кесу тереңдігі, мм
Силумин	350...500	0,02.0,08	0,06.0,30	200.400	0,02.0,08	0,05.0,45
Баббит	380...600	0,02.0,03	0,18.0,25	250.600	0,02.0,10	0,05.0,35
Қола	330.500	0,02.0,05	0,10.0,25	250.500	0,02.0,10	0,05.0,25
Сұр шойын	—	—	—	100.200	0,03.0,18	0,10.0,35
Көміртекті болат				150.300	0,03.0,14	0,10.0,35

## 3 қосымша. БҰРҒЫЛАУМЕН АЛЫНАТЫН САҢЫЛАУЛАР ДӘЛДІГІ

Диаметрлер арасалмағы, мм	Кондукторсыз бұрғылау	Кондуктор бойынша бұрғылау
	Саңылау диаметріне шектер, мм	
3 бастап 6 дейін	+0,16	+0,08
Бр. 6 бастап 10	+0,20	+0,10
Бр. 10 бастап 18	+0,24	+ 0,12
Бр. 18 бастап 30	+ 0,28	+0,14
Бр. 30 бастап 50	+0,34	+0,17
Бр. 50 бастап 80	+0,40	—



## 4 қосымша. ҚАШАУҒА АРНАЛҒАН ОПЕРАЦИЯЛЫҚ ӘДІПТЕР ЖӘНЕ ШЕКТЕР

Диаметрлер интервалы, мм	Қашау	Таза қашау	Таза қашау	Таза қашау
	Диаметрге әдіп, мм		Диаметрге әдіп, мм	
3 бастап 6	-	-	-	-
Бр. 6 бастап 10 дейін	-	-	+0,10	-
Бр. 10 бастап 18 дейін	0,8	0,5	+0,12	+0,070
Бр. 18 бастап 30 дейін	1,2	0,8	+0,14	+0,084
Бр. 30 бастап 50 дейін	1,5	1,0	+0,17	+0,10
Бр. 50 бастап 80 дейін	2,0	1,0	+0,20	+0,12
Бр. 80 бастап 120	2,0	1,3	+0,20	+0,14
Бр. 120 бастап 180	2,0	1,5	+0,26	+0,16

## 5 қосымша. ІШКІ ТЕГІСТЕУГЕ ОПЕРАЦИЯЛЫҚ ӘДІПТЕР ЖІНЕ ШЕКТЕР

Диаметрлер интервалы, мм	1 нұсқа	2 нұсқа		3 нұсқа		Жылулық өңдеуге дейінгі қаралтым тегістеу
	Софит тегістеу	Жылулық өңдеуден кейінгі тегістеу		Жылулық өңдеудің алдында қаралтым тегістеу	Жылулық өңдеуден кейінгі тегістеу	
		қаралтым	қаралтым			
Диаметрге әдіп, мм						Шектер
3 бастап 6 лейін	0,2	—	0,1	0,2	—	—
Бр. 6 бастап 10	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,035
Бр. 10 бастап 18	0,3	0,2	0,1	0,3	0,3	0,045
Бр. 18 бастап 30	0,3	0,2	0,1	0,3	0,4	0,05
Бр. 30 бастап 50	0,4	0,3	0,1	0,3	0,4	0,06
Бр. 50 бастап 80	0,5	0,3	0,2	0,3	0,5	0,07
Бр. 80 бастап 120	0,5	0,3	0,2	0,3	0,5	0,08

## 6 қосымша. ҮҢГІЛЕУГЕ АРНАЛҒАН ОПЕРАЦИЯЛЫҚ ӘДІСТЕР ЖӘНЕ ШЕКТЕР

Диаметрлер арасалмағы, мм	Үңгілеуге әдіп, мм	Саңылау диаметріне шек, мм
Бр. 10 бастап 18	0,8	+0,12
Бр. 18 бастап 30	1,2	+0,14
Бр. 30 бастап 50	1,5	+0,17

## 7 қосымша. КҮШЕЙТУГЕ АРНАЛҒАН ОПЕРАЦИЯЛЫҚ ӘДІСТЕР МЕН ШЕКТЕР

Диаметрлер аралықтары, мм	Диаметрге жіберілетін әдіп, мм			Диаметрге шек, мм
	Шектер	Қаралтым шектеу	Таза шектеу	Қаралтым шектеу
3 бастап 6	-	0,15	0,05	+ 0,025
Бр. 6 бастап 10	0,2	0,2	0,1	+0,030
Бр. 10 бастап 18	0,2	0,2	0,1	+0,035
Бр. 18 бастап 30	0,3	0,2	0,1	+0,045

## 8 қосымша. ЖІҢІШКЕ ҚАШАУҒА ҰСЫНЫЛҒАН ӘДІСТЕР

Өндеудің соңғы диаметрі, мм	Жіңішке қашау кезіндегі диаметрге әдіп, мм								Алдыңғы операциядағы өңдеу дәлдігі (шек), мм	
	алюмин ий		баббит		Қола және шойын		болат			
	алғашқы	соңғы	алғашқы	соңғы	алғашқы	соңғы	алғашқы	соңғы	Жіңішкелеп жону алдындағы дайындап жону	Аяқтау алдындағы алдын ала таза жону
30 дейін	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	+0,084	+0,04
Бр. 30 бастап 50	0,3	0,1	0,4	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	+0,10	+ 0,05
Бр. 50 бастап 80	0,4	0,1	0,5	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	+0,12	+0,06
Бр.80 бастап 120	0,4	0,1	0,5	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	+0,14	+0,07
Бр.120 бастап180	0,5	0,1	0,6	0,1	0,4	0,1	0,3	0,1	+0,15	+0,08

## 9-қосымша. КЕҢІСТІКТЕРДІ ФРЕЗЕРЛЕУ АРНАЛҒАН ОПЕРАЦИЯЛЫҚ ӘДІСТЕР

Толщина заготовки, мм	Дөрөкіден кейінгі қаралтым фрезерлеу						Қаралтымнан кейінгі таза фрезерлеу											
	Фрезерлеудің ені 200 мм-ге дейін		Фрезерлеудің ені 200 бастап 400 мм-ге дейін бр.		Фрезерлеудің ені 200 мм-ге дейін		Фрезерлеудің ені 200 бастап 400 мм-ге дейін бр.		Фрезерлеудің ені 200 бастап 400 мм-ге дейін бр.		Фрезерлеудің ені 200 бастап 400 мм-ге дейін бр.							
	Өдіп , мм, фрезерлеу ұзындығы кезінде қалыңдыққа,мм																	
	100 ге дейін		бр. 100 бастап 250		бр. 250 бастап 400 дейін		100 ге дейін		бр. 100 бастап 250 дейін		бр. 250 бастап 400 дейін		100 ге дейін		бр. 100 бастап 250 дейін		бр. 250 бастап 400 дейін	
бр. 6 бастап 30	1,0	1,2	1,5	1,2	1,5	1,7	1,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0			
бр. 30 бастап 50	1,0	1,5	1,7	1,5	1,5	2,0	1,0	1,0	1,2	1,0	1,2	1,2	1,0	1,2	1,2			
бр. 50	1,5	1,7	2,0	1,7	2,0	2,5	1,0	1,3	1,5	1,3	1,5	1,5	1,3	1,5	1,5			

## 10-қосымша. КЕҢІСТІКТЕРДІ ТЕГІСТЕУГЕ АРНАЛҒАН ӘДІПТЕР

Дайын дау қалыңдығы, мм	Дөңгелек шеттігін тегістеу						Дөңгелектің қапталын тегістеу																	
	Соңғы тегістеу						Жылулық өңдеуден кейінгі тегістеу																	
							қараптым						таза											
	Ені 200 мм дейін		Ені бр. 200 бастап 400 мм дейін				200 мм дейін ені			Ені бр. 200 бастап 400 мм дейін			200 мм дейін ені			Ені бр. 200 до 400 мм дейін								
Әдіп, мм, тегістеу ұзындығының қазіндегі тегістеу, мм																								
	100-ге дейін		бр. 100 бастап 250 дейін		бр. 250 бастап 400 дейін		100-ге дейін		бр. 100 бастап 250 дейін		бр. 250 бастап 400 дейін		100-ге дейін		бр. 100 бастап 250 дейін		бр. 250 бастап 400 дейін		100-ге дейін		бр. 100 бастап 250 дейін		бр. 250 бастап 400 дейін	
Бр. 6 бастап 30 дейін	0,3	0,3	—	0,3	—	—	0,2	0,2	—	0,2	—	—	0,1	0,1	—	0,1	—	—						
Бр. 30 бастап 50 дейін	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2						
Бр. 50	0,5	0,5	—	0,5	—	—	0,3	0,3	—	0,3	—	—	0,2	0,2	—	0,2	—	—						

## Әдебиет тізімі

1. Колесов И. М. Машинажасау технологиясы негіздері: оқулық / И.М. Колесов. — М. : Машинажасау, 1997. — 592 б.
2. Новиков В. Ю. Білдек жасау технологиясы : оқу құралы / В. Ю. Новиков, А.Г. Схиртладзе. — М. : Машинажасау, 1990. — 256 б.
3. Білдектерді және өнәркәсіптік жұмыстарды бағдарламалық басқару / [В.Л.Косовский, А. Н. Козырев, В.А. Ковшов және басқалар]. — М. : Жоғары мектеп, 1986. — 287 б.
4. Жобалық технологиялар: оқулық / [И. М. Баранчукова, А. А. Гусев, Ю.Б. Крамаренко және басқалар] ; Ю.М. Соломенцевтің жалпы ред. — М. : Машинажасау, 1990. — 416 б.
5. Технолог-машина жасаушының анықтамалығы / А. Г. Косилованың жалпы ред, Р. К.Мещерякова. — М. : Машинажасау, 1985. — Т. 1. — 656 б.
6. Технолог-машина жасаушының анықтамалығы / А. Г. ред — 496 б.
7. Шишмарёв В. Ю. Машина жасау өндірісі : оқулық / В. Ю. Шишмарёв, Т.И.Каспина. — 2-ші бас., стер. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2006. — 352 б.

Алғы сөз .....	4
<b>1-бөлім. Машиналардың негізгі беттерін өңдеу әдістері.....</b>	<b>6</b>
1.1. Айналу денелерінің сыртқы беттерін өңдеу (біліктердің).....	6
1.2. Айналу денелерінің ішкі бетін өңдеу (саңылаулар) .....	42
1.3. Бұрандалы беттің пайда болуы.....	63
1.4. Тегіс беттерді өңдеу.....	77
1.5. Күрделі беттерді өңдеу.....	89
1.6. Тісті беттерді өңдеу .....	95
1.7. Оймакілтекті беттерді өңдеу .....	124
1.8. Өңдеудің ерекші әдстері.....	131
1.9. Машиналардың бөлшектерін теңдестіру.....	148
<b>2-бөлім. Машиналардың үлгілік бөлшектерін дайындаудың технологиялық процестері .....</b>	<b>152</b>
2.1. Корпустық бөлшектерді дайындау.....	152
2.2. Біліктерді дайындау.....	167
2.3. Тісті доңғалақты дайындау .....	198
<b>3-бөлім. Машиналарды құрастыру технологиясы .....</b>	<b>217</b>
3.1. Машиналардың сапасы туралы жалпы мәлімет .....	217
3.2. Жинақтау процесінің жалпы түсініктері .....	221
3.3. Біріктіру түрлері және жинақтау дәлдігі .....	224
3.4. Жиналмалы өлшемдік тізбектер.....	233
3.5. Машинаны құрастырудың технологиялық процесін әзірлеу .....	239
3.6. Машинаның үлгілік құрамалары мен құрастыру бөлшектерін жинақтау ерекшеліктері.....	250
3.7. Жинақтау дәлдігін технологиялық бақылау .....	296
3.8. Өнімнің автоматтық жинақталуы туралы жалпы мәліметтер .....	317
<b>4-бөлім. Технологиялық процестерді автоматтандырылған жобалау .....</b>	<b>327</b>
4.1. Автоматтандырылған технолоиялық жобалаудың негізгі ережелері мен ұйымдастырылуы.....	327
4.2. Технологиялық процестерді автоматтандырылған жобалау жүйелерінің құрамы мен мақсаты .....	330

<b>5-бөлім. Әр-түрлі топтағы СББ білдектерінде бөлшектер беттерін өңдеуді бағдарламалау .....</b>	<b>340</b>
5.1. Әр-түрлі топтағы СББ білдектерінде бөлшектер беттерін өңдеу кезіндегі жұмыстардың жалпы реттілігі .....	340
5.2. Саңылауларды өңдеу процестері.....	346
5.3. Токарлық операциялар .....	356
5.4. Фрезерлік операциялар.....	384
5.5. Көпмақсатты білдектерде бөлшектерді өңдеу процестерінің ерекшеліктері.....	395
<b>6-бөлім.СББ білдектерінде жұмысты ұйымдастыру .....</b>	<b>401</b>
6.1. СББ білдектерін игеру және өнеркісіптік пайдалану бойынша жұмыстарды ұйымдастыру .....	401
6.2. СББ білдектерінде орындалатын операцияларға технологиялық құжаттаманы дайындау .....	403
<b>7-бөлім. Кәсіпорын цехтарында еңбекті және қоршаған ортаны қорғау ....</b>	<b>409</b>
7.1. Кәсіпорында еңбекті қорғау қызметін ұйымдастыру..	409
7.2. Металл кесетін білдектерде жұмыс істеу кезіндегі қауіпсіздік техникасы.....	411
7.3. Механикалық және жинақтау цехтарындағы электр қауіпсіздігі .....	415
7.4. Пневматикалық аспаптармен теңгерілген білдектерде жұмыс жасау кезіндегі қауіпсіздік шаралары .....	417
7.5. Өрт қауіпсіздігі шаралары .....	418
7.6. Қоршаған ортаны қорғау.....	420
<b>Қосымшалар .....</b>	<b>422</b>
1-қосымша. Сыртқы дөңгелек тегістеуге операциялық әдіптер және шектер .....	422
2-қосымша. Жіңішке қашау тәртібі .....	423
3-қосымша. Бұрғылаумен алынатын саңылаулар дәлдігі... ..	423
4-қосымша. Қашауға арналған операциялық әдіптер және шектер .....	424
5-қосымша. Ішкі тегістеуге операциялық әдіптер мен шектер .....	424
6-қосымша. Үңгілеуге арналған әдіптер мен шектер.....	425
7-қосымша. Күшейтуге арналған операциялық әдіптер мен шектер.....	425
8-қосымша. Жіңішке қашауға ұсынылған әдіптер .....	425
9-қосымша. Кеңістіктерді фрезерлеуге арналған операциялық әдіптер .....	426
10-қосымша. Кеңістіктерді тегістеуге ұсынылған әдіптер .....	427
Әдебиет тізімі.....	428

*Оқу басылымы*

Владимир Юрьевич Новиков,  
Александр Иосифович Ильянков

**Машина жасау технологиясы**

2-бөлім

Оқулық

4-і басылым, стереотиптік

Редакторлары *И.Акимбаева, С. И. Зубкова, О. В. Попова*

Техникалық редактор *О.Н.Крайнова*

Компьютерлік беттеу: *С. Ф. Федорова*

Корректор *С. Ю. Свиридова*

Бас. № 104114245. Басып шығарылды 02.09.2014. Пішімі 60 x 90/16.

«Балтика» гарнитурасы. Офсеттік қағаз. Офсеттік басу.  
шарт.бас .п. 27,0. Тираж 1 000 дана. Тапсырыс №

«Издательский центр «Академия» АҚБ. [www.academia-moscow.ru](http://www.academia-moscow.ru) 129085, Москва, Бейбітшілік даңғылы, 101в, 1 кұр.

Тел./факс: (495) 648-0507, 616-0029.

Санитарлық-эпидемиологиялық қорытынды № РОСС RU. АЕ51.

Н 16592 от 29.04.2014. Баспаның электрондық тасымалдауышынан басылды.

«Тверской полиграфический комбинат» ААҚ, 170024, Тверь қ., Ленин д-лы, 5.

Телефон: (4822) 44-52-03, 44-50-34. Телефон/факс: (4822) 44-42-15.

Home page — [www.tverpk.ru](http://www.tverpk.ru) Электрондық пошта (E-mail) — [sales@tverpk.ru](mailto:sales@tverpk.ru)