

КӘСІБИ БІЛІМ БЕРУ

А.М.АДАСКИН, Н. В. КОЛЕСОВ

ЗАМАНАУИ КЕСУ ҚҰРАЛЫ

Орта кәсіптік білім беру бағдарламаларын
жүзеге асырушы, білім беру мекемелеріндегі оқу үдерісінде
пайдалануға арналған оқулық ретінде ұсынған

4-ші басылым, стереотипті



«Академия» баспа орталығы
Мәскеу, 2016

ӘОЖ 621.9.02(075.32)

КБЖ 34.63-5ші723

A286

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@dgc.kz

П і к і р б е р у ш і :

ЗИЛ АМҚ технологиялық басқару технологиялық бөлімінің басшысы, Ресей

Федерациясының еңбек сіңірген технологы - *Б.М. Солоницын* ;

жоғары санаттағы арнаулы технологиялар оқытушысы - *Т.А.Багдасарова*

Адашкин А. М.

A286 Заманауи кесу құралы: орта кәсіптік білім мекемелері студенттеріне арналған оқу құралы/ А.М.Адашкин, Н.Колесов. – 4-ші басылым, стер. – М.: «Академия» баспа орталығы, 2016. – 224 с.

ISBN 978-601-333-103-4 (каз.)

ISBN 978-5-4468-2899-9 (рус.)

Жүзді және абразивті кесу құралдарын дайындауға арналған құралдық материалдар қарастырылды. Кесу құралының конструкциясы, оны тиімді таңдау және пайдалану критерийлері ұсынылды.

Оқу құралы «Машина құрастыру технологиясы» мамандығына арналған ОКБ ФМБС сәйкес «Пішін қалыптастыру үдерістері және аспаптар» жалпы кәсіптік пәнін оқу барысында пайдаланылуы мүмкін.

Орта кәсіптік білім мекемелері студенттеріне арналған. Оқудың басқа да үлгілерінде пайдалануға болады.

ӘОЖ 621.9.02(075.32)

КБЖ 34.63-5я723

Құрметті оқырман!

Аталмыш оқу құралы «Машина құрастыру технологиясы» мамандығы бойынша оқу-әдістемелік жиынтығының бөлігі болып табылады.

Оқу құралы ОП.06 «Форма тудыру және аспаптар» жалпы кәсіптік пәнін оқуға арналған. Жаңа буындағы оқу-әдістемелік жиынтықтары дәстүрлі және жалпы білім беру және жалпы кәсіптік пәндер мен кәсіптік модульдерді оқуды қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін инновациялық оқу материалдарынан тұрады. Әрбір жиынтық жалпы және кәсіптік құзыреттерді, оның ішінде жұмыс берушінің талаптарын ескере отырып, меңгеру үшін қажетті оқулықтардан және оқу құралдарынан, оқу және бақылау құралдарынан тұрады.

Оқу басылымдары электронды білім беру ресурстарымен толықтырылады. Электронды ресурстар интерактивті жаттығулар және тренажерлар, мультимедиялық объектілері бар теориялық және тәжірибелік модульдардан, қосымша материалдарға және интернеттегі ресурстарға сілтемелерден тұрады. Оларға терминологиялық сөздік және жұмыс уақыты, бақылау және тәжірибелік тапсырмаларды орындау нәтижелері тәрізді оқу үдерісінің негізгі параметрлері тіркелетін электронды журнал қосылған.

Кесу арқылы өңдеу форма қалыптастырушы өңдеудің маңызды түрі болып табылады. Құю, қысыммен өңдеу, дәнекерлеу көптеген жағдайларда бөлшектердің талап етілетін дәлдіктерін қамтамасыз етпейді. Бұл әдістермен алынған бұйымдар – құймалар, шындалған темір, дәнекерлеу бөлшектері – кесумен өңдеуге арналған дайындамалар болып табылады. Тек кесумен өңдеу арқылы ғана миллиметрдің мыңнан бір бөлігін құрайтын көлемге қол жеткізілетін жоғарғы дәлдіктегі бөлшекті алуға, сонымен қатар өңделген беттің жоғарғы сапасын (аз бұдырлықты) қамтамасыз етуге болады.

Заманауи кесу құралы – бұл ғылымды қажет ететін бұйым. Оның конструкциясында, оны жобалау барысындағы заманауи компьютерлік жүйелерді пайдаланудан бастап, оны дайындаудағы жаңа технологияларды пайдалануға дейінгі отандық және әлемдік ғылыммен техниканың көптеген жетістіктері көрініс тапқан.

Машиналардың бөлшектері өндірістік технологиялық үдерісте кесу құралы маңызды рөл атқарады. Көптеген жағдайларда бөлшекті дайындаудың өзіндік құнының 2...3% құрайтын, құралды дайындауға кететін шамалы шығындар жағдайында, ол өнімділікке және өңдеудің құнына және қорытындысында шығарылатын өнімнің құнына, сапасына және бәсекеге қабілеттілігіне үлкен ықпал жасайды. Сондықтан, неғұрлым сапалы құралды пайдалануға арналған шамалы шығындарда, айтарлықтай экономикалық тиімділікке қол жеткізуге болады. Қолдағы бар құралды пайдаланған жағдайда, қандай да бір құралды таңдау өңдеудің сапасы мен өнімділігіне айтарлықтай ықпал жасайды. Бірдей бұйымды әртүрлі құралдармен өңдеуге болады. Мысалы, дайындаманы кесу тәрізді кеңінен таралған операция үшін қиғаш кескіш, фреза, ажарлауыш шарық, ара төсемі, таспалық ара пайдаланылуы мүмкін; өнімділік пен өңдеудің құны оларды таңдауға тәуелді.

Құралды таңдау технологиялық үдерісті шамалап айқындайды. Техниканың даму тарихында, әсіресе, жаңа құрал түрінің және кесу сызбасының пайда болуы, мысалы тіс жоңғылауыш және тартып өңдеу станоктары тәрізді жаңа станоктардың жасалуына себеп болған мысалдар көп.

Техниканың дамуы, сандық бағдарламалық басқару (СББ) станоктарын пайдалану және өндірістің автоматтандырылуы, жаңа, оның ішінде беріктігі жоғары материалдарды кесудің қажеттілігі, кесу құралына, оның сенімділігіне, дәлдігіне, жоғарғы тәртіптерде, жоғары өнімділікпен жұмыс істей алу қабілеттеріне жоғары талаптар қояды. Осылайша, кесу құралы көбіне өндірістің деңгейін және өнімнің сапасын анықтайды. Міне, сондықтан барлық дамыған елдерде кесу құралдарын жетілдіру бойынша қарқынды түрде зерттеулер жүргізіледі. Құралдық материалдардың қасиеттері жақсарады, Құралдың және оның элементтерінің прогрессивтік конструкциялары әзірленеді, оның станокқа бекітілуінің дәлдігі мен беріктігі жоғарылатылады. Құралды тозғаннан кейін қалпына келтіру тәсілдері жетілдірілуде, құралды дайындауға арналған жаңа технологиялар мен жабдықтар пайдаланылады.

КЕСУМЕН ӨНДЕУ ЖӘНЕ КЕСУ ҚҰРАЛЫ. НЕГІЗГІ ТҮСІНІКТЕР

1.1. КЕСУМЕН ӨНДЕУ ҮДЕРІСІ ЭЛЕМЕНТТЕРІ

Негізгі түсініктер. Материалды кесу үдерісі, одан тиісті сапалы өңделген бетті талап етілетін қалыптағы және көлемдегі бөлшекті алу үшін, дайындамадан материалдың бір қабатын сыдыруда болып табылады.

Кесумен өндеуге арналған құралды кесу құралы деп атайды.

Құрал өңделетін материалға кіруі (енуі) үшін, материалдың жылжуы жағдайындағы беріктігі шегінен асатын кернеу тудыру қажет. Құрал неғұрлым өткір болған сайын, құралдың кіретін беті соғұрлым кем және оны кіргізу үшін соғұрлым аз күш салу қажет. Сондықтан кесуді кесу құралының ұшталған, сына тәрізді элементпен жүзеге асырады.

Кесу құралының сына тәрізді элементі **5 жүз** деп аталады (1.1-ші сурет). Жүз **P** күшінің ықпалымен **1** дайындама материалына кіреді (енеді) және материал қабатын бөледі. Дайындамадан кесіліп алынатын материал қабаты **3 жаңқа** деп аталынады.

5 жүзде кесіліп алынатын қабатпен және 3 жаңқамен жанасатын **4 алдыңғы беті** және дайындаманың бетімен жанасатын **артқы беті** болады. Алдыңғы және артқы беттердің қиылысу сызығы жүздің 8 кесу жиектемесін түзеді.

Кесілетін қабатпен бірге сыдырылып тасталынатын дайындаманың бетін **2 өңделетін бет**, ал ол қабатты сыдырып тастағаннан кейінгі алынған дайындаманың бетін - **7 өңделген бет** деп атайды.

Кесу беті деп, оның дайындамаға қатысты қозғалысы барысында, өңделетін бетте кесуші жиектеме түзетін бетті атайды.

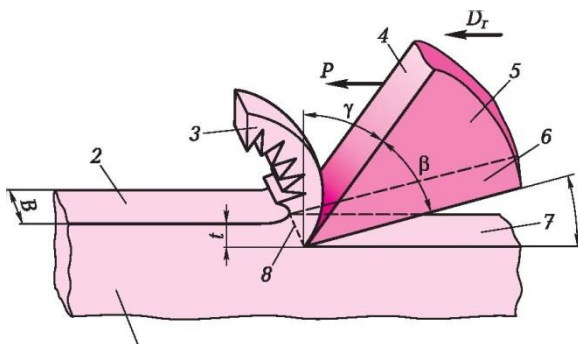
Қарастырылып отырған жағдайда (бұл әрқашан осылай бола бермейді), 7 өңделген бетпен сәйкес келеді.

***t* кесу тереңдігі** (миллиметрлермен) соңғысына қатысты норма бойынша өлшенген, өңделетін және өңделген беттер арасындағы қашықтық ретінде анықталады. Кесу үдерісінде дайындамалар көлемдері, сыдырып тастауға арналған, дайындаманың металы қабатының өңдеуге арналған – әдіптің күшіне қарай кішірейетін болады. Әдіп бір рет немесе бірнеше рет басып өткенде алынып тасталуы мүмкін, өйткені өңделген беттің дәлдігіне және сапасына, сонымен қатар құралдың беріктігіне, кесу күшіне, станоктың қуаттылығына қойылатын талаптар бойынша шектеулер болуы мүмкін.

Кесу, яғни жаңқаларды алып тастау үдерісі жүруі үшін, құрал мен өңделетін дайындаманың салыстырмалы орындарынан жылжулары қажет. Бұл жылжуларды, сонымен қатар өңдеудің тереңдігін, кесу жылдамдығы, кесуді беру және тереңдігі тәрізді ***кесу тәртіптері*** анықтайды.

Кескіш жиектің өңделуші бетке қатысты қозғалысы ***кесу қозғалыстары*** деп аталады. Оларды негізгі қозғалыстарға D_r (1.1-ші суретті қараңыз) және беру қозғалысына D_s бөледі. Негізгі деп неғұрлым үлкен жылдамдықта жүзеге асырылатын кесу қозғалысы аталады.

***v* кесу жылдамдығы** кескіш жиектің нүктесінің, кесу қозғалысын жүзеге асыру үдерісіндегі уақыт бірлігіндегі (минут ішіндегі метрлерде немесе секунд ішіндегі метрлер) кесу бетіне қатысты қозғалу шамасы болып табылады. Беру қозғалысы кесу үдерісін бүкіл өңделетін бетке тарату үшін пайдаланылады.



1.1-ші сурет. Сүргілеу барысындағы кесу элементтері:

1 – дайындама; 2 – өңделетін бет; 3 – жаңқа; 4 – жүзді алдыңғы беті; 5 – жүз; 6 – жүздің артқы беті; 7 – өңделген бет; 8 – кескіш жиек; D_r – кескіштің алға қарай қозғалысы (кесудің негізгі қозғалысы); P – күш; γ – алдыңғы бұрыш; β – өткірлену бұрышы; α – артқы бұрыш; B – дайындама ені; t – кесу тереңдігі

Негізгі қозғалыс және беру қозғалысы өңдеудің әртүрлі сызбалары үшін әралуан болулары мүмкін.

Сүргілеу және қайрау тәрізді өңдеудің екі қарапайым жағдайларына арналған кесу қозғалыстарын көрсетеміз.

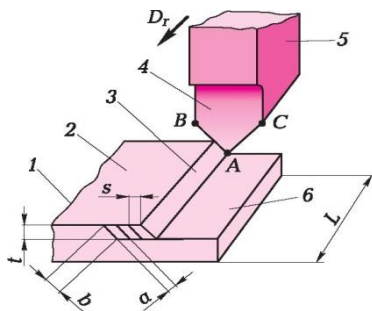
Сүргілеу – бұл D_r кесудің ілгерілемелі негізгі қозғалысы барысындағы сүргілеу кескішінің көмегімен дайындаманы кесіп өңдеу (1.1-ші суретті қараңыз).

Үлкен емес беттерді 8 кескіш жиекті енді, одан үлкенірек енді B өңделетін беттің 2 енді кескішпен сүргілеу жүзеге асырылуы мүмкін.

Жеткілікті үлкен енді бетті бір рет өтіп өңдеу мүмкін емес. Бұл жағдайда, сүргілеу барысында араларына 4 алдыңғы беті орналасқан, негізгі AB және қосымша AC екі жиекті 5 кескішін пайдалану қажет (1.2-ші сурет).

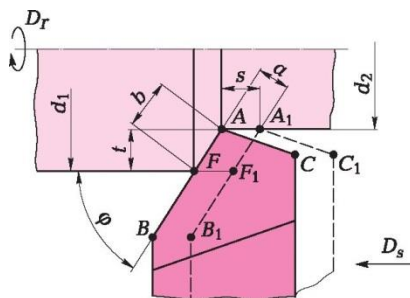
Бүкіл бетті өңдеу үшін кескіш жиек, 1.1-ші суретте көрсетілгендей неғұрлым күрделі қозғалыстарды жасауы қажет.

Дайындамадан қалыңдығы a , ені b және ұзындығы L болатын 1 метал қабатын сыдырып тастағаннан кейін, кескіш бастапқы орнына қайтып келуі қажет, яғни қосарланған жүріс жасауы тиіс. Сосын ол s беру шамасына ауысады және металдың келесі қабатын сыдырып тастауы қажет. Осылайша, бүкіл бетті өңдеу үшін 2 кескіш, әрбір қосарланған жүрістен кейін, D_s берілісінің, сүргілеуде қосарланған жүріс үшін миллиметрлермен (мм/қос.жүр.) өлшенетін s беру шамасына қарай жылжуы қажет, яғни әрбір қосарланған жүріс сайын, кесу жиегінің D_s бағытына жылжуы.



1.2-ші сурет. Көлденең беріліспен сүргілеу:

1 – дайындама; 2 – өңделетін бет; 3 – кесу беті; 4 – жүздің алдыңғы беті; 5 – кескіш; 6 – өңделген бет; AB – негізгі кесуші жиек; AC – қосымша жиек; D_r – кесудің негізгі қозғалысы; D_s – беріліс қозғалысы; t – кесу тереңдігі; s – беріліс; a – кесілетін қабат қалыңдығы; b – кесілетін қабат ені; L – дайындама ұзындығы



1.3-ші сурет. Токарлық кескіштің қайрау және геометриялық сызбасы:

d_1 – дайындаманың өңделетін бетінің диаметрі; d_2 – өңделген бетінің диаметрі; A_1B_1 – негізгі кесуші жиек; A_1C_1 – қосымша кесуші жиек; D_r – негізгі кесу қозғалысы; D_s – беріліс қозғалысы; t – кесу тереңдігі; s – беріліс; AB, AC – ол s беру шамасына жылжығаннан кейінгі, кескіштің негізгі және қосымша жиектері; a – кесілетін қабаттың қалыңдығы; b – кесілетін қабаттың ені

Бұл кесу қозғалысы жағдайында бұл негізгі қозғалыс D_r және беріліс қозғалысы D_s (соңғысы енді кескішпен сүргілеу барысында болмаған). Негізгі кескіш жиек AB сипаттайтын, 3 кесу беті, 6 өңделген бетпен сәйкес келмейді.

Сүргілеу барысындағы негізгі қозғалыстың D_r жылдамдығы (1.1 және 1.2-ші суреттерді қараңыз) кесу жылдамдығы болып табылады (минут ішіндегі метрлер).

Қайрау – цилиндрлік, конустық, фасондық, жалпақ немесе бүйіржақ беттерді токарлық кескішпен өңдеу. Бұл жағдайда кесу қозғалысы сүргілеуден ерекше болады. Қайрау D_r айналу қозғалысы d_1 диаметрлі дайындама және (беріліс қозғалысы, әрбір қосарланған жүріс арқылы мезгіл-мезгіл жүзеге асырылып отыратын сүргілеуден айырмашылығы) D_s кескішінің бір мезеттегі ілгерілеу қозғалысы жағдайында жүзеге асырылады (1.3-ші сурет). D_s беріліс және D_r айналу қозғалысы дайындаманың үздіксіз өңделуін, яғни оның ұзына бойына әдіптің сыдырылып отырылуын қамтамасыз етеді. S берілісі бұл жағдайда, дайындаманың бір айналымы уақытындағы D_s берілісі қозғалысындағы кескіштің жылжуы, яғни айналымдағы миллиметрлермен (мм/айн) анықталатын болады (миллиметрлермен).

Қайрау барысындағы **кесу жылдамдығы** (қозғалыс жылдамдығы D_r) $v = \pi dn/1000$, бұл жерде $d=d_1$ – өңделетін беттің диаметрі, мм; n – дайындаманың айналу жиілігі, мин^{-1} немесе айн/мин.

Қайрау барысында s дайындаманың айналымына берілген берілісті (кескіштің дайындаманың бір айналымы уақытындағы салыстырмалы жылжуы шамасы) және минуттық берілісті ажыратады. Минуттық беріліс s_m , мм/мин, кескіштің 1 минут ішіндегі салыстырмалы

қозғалысына сәйкес келеді 1 мин: $s_m = sn$.

Кескіш s шамасына жылжыған жағдайда, A_1B_1 оның жиегінің берілісін AB қалпы алады. Кесілетін қабаттың A_1F_1FA қимасы a қалыңдығына және b еніне ие болады:

$$a = s \sin \varphi; b = t / \sin \varphi,$$

бұл жерде φ – жоспардағы негізгі бұрыш.

Цилиндрлік бетті қайрау барысында, кесу тереңдігі өңделетін және өңделген беттер диаметрлері арасындағы қашықтыққа сәйкес келді, яғни, d_1 және d_2 , яғни $t = 0,5(d_1 - d_2)$.

AB негізгі жиегінің қозғалысы барысындағы дайындамада пайда болатын кесу бетінің пішіні, **бұрандалы** (1.3-ші суретті қараңыз) s қадамымен. Оны шамалап конустық бетпен есептеуге болады (ол сүргілегендегідей жалпақ емес).

Кесу күші – бұл кесу барысында кесуші құралға ықпал жасайтын күш. Деформациялану және одан кейінгі дайындамадан метал қабатын кесіп алу, сыртқы күш құралдың өңделетін дайындамаға ықпал жасауымен орын алады. Материалдың бұл ықпалға қарсылығы нәтижесінде, кесуші құралға ықпал жасайтын реактивтік күштер пайда болады.

Кесу күшінің шамасын білу, станоктың қажетті қуаттылығын анықтау, станоктың құралдары мен механизмдерін қаттылық пен беріктікке есептеу үшін қажет.

P кесу күшін үш бағыт бойынша әрекет ететін құрамдас бөліктерге таратады: тангенциалдық (негізгі) P_z , өзектік P_x және радиалдық күш P_y (1.4-ші сурет). Неғұрлым көп шамаға P_z құрамдас бөлігі ие. Бұрышы $\varphi = 45^\circ$ болатын конструкционды болатты қайрау барысында, құрамдас күштердің шамалас арақатынастары төмендегідей болады:

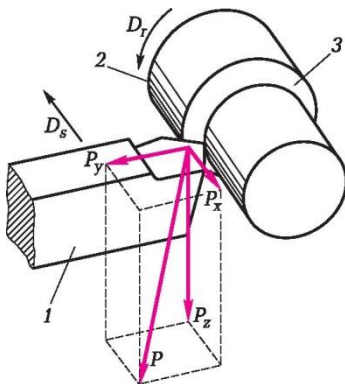
$$P_x = 1/3 P_z; P_y = 1/4 P_z.$$

Сонымен бірге P кесудің сомалық күші төмендегіні құрайды:

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2} \approx 1,1 P_z.$$

Құрал тозған жағдайда, кесу күшінің барлық құрамдас бөліктері, P_x/P_z және P_y/P_z олардың арақатынастары тәрізді ұлғаятын болады.

Кесу тәртібі элементтерінің кесу күшіне ықпалы келесідей:



1.4-ші сурет. Қайрау барысындағы кесу күштерінің ықпалы сызбасы:

1 – кескіш; 2 – дайындама; 3 – кесу беті; D_t – кесудің негізгі қозғалысы; D_s – беріліс қозғалысы; P_x, P_y, P_z – P құрамдас күштері

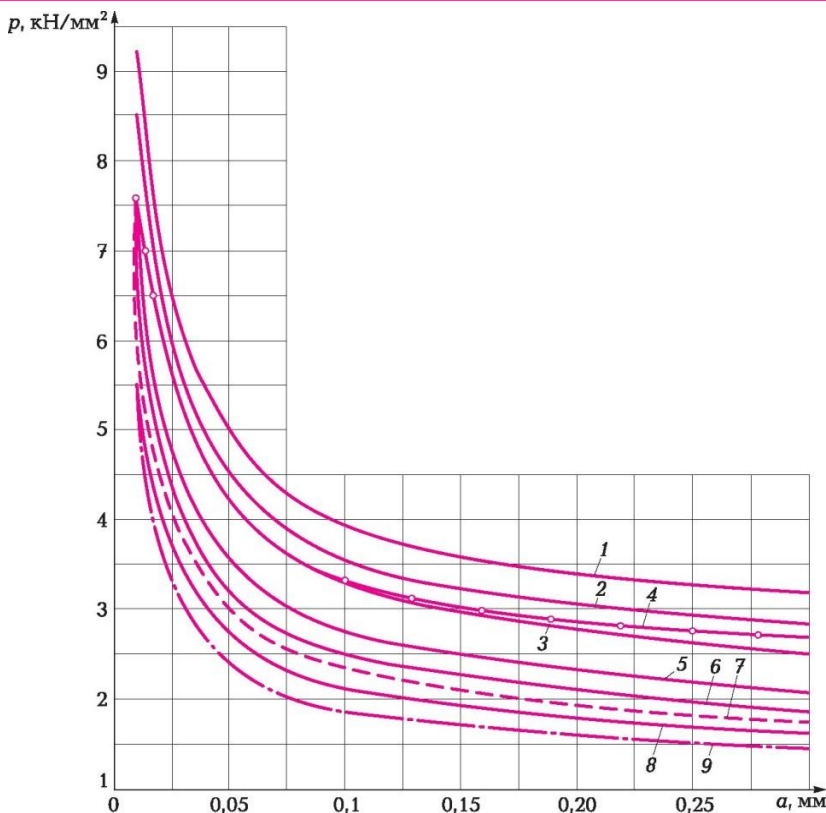
- кесу тереңдігінің t ұлғаюы кесу күшінің артуына алып келеді. Мысалы, қатты қоспалы кескішпен қаттылығы 197 НВ болатын конструкциондық болатты қайрау барысында t_2 есеге ұлғаюы P_2 есеге артуына алып келеді;
- s берілістің ұлғаюы кесу күшінің шамалы артуына алып келеді. Мысалы, өңдеудің аталған шарттарында, берілістің 2 есеге ұлғаюы P шамамен 1,7 есеге артуына алып келеді;
- v кесу жылдамдығының 60... 200 м/мин диапазонында ұлғаюы, кесу күшінің шамалы ғана төмендеуіне алып келеді. Мысалы, v екі есеге ұлғайғанда, P шамамен 1,1 – 1,2 есеге төмендейді. Кесу үшін қажетті N , кВт қуаттылығы төмендегідей түрде анықталады: $N = P_z v / 60$, бұл жерде P_z – кесу күші; кН; v – кесу жылдамдығы, м/мин.

Кесу күші деңгейлік эмпирикалық тәуелділіктер бойынша анықталады. Мысалы, сүргілеу және қайрау үшін, кесу күшін анықтауға арналған формула төмендегідей сипатқа ие: $P_z = C_p t^{x_p} s^{y_p} v^n k$. Формула құрамына кіретін C_p, k, x_p, y_p, n , шамалары, дайындама мен құралдың материалдарының қасиеттеріне, өңдеу түріне және т.б. (олардың мәні кесу арқылы өңдеу бойынша анықтамалық әдебиетте келтіріледі) тәуелді.

Кесу күшінің тәуелділік шамасын, кесілетін қабаттың a қалыңдығынан кесудің салыстырмалы күштерінің шамаларының графикалық тәуелділіктерін пайдалана отырып анықтауға болады (1.5-ші сурет): $P = pf$, бұл жерде P – кесудің салыстырмалы күші, Н/мм²; f – кесілетін қабаттың қимасы аумағы, мм².

1.5-ші суретте әртүрлі материалдардан жасалынған дайындамаларды тарту барысындағы, p кесудің салыстырмалы күшінің өзгеруі графикасы ұсынылған. Бұл деректерді алдыңғы бұрыштары $\gamma = 0...7^\circ$, және $v200...300$ м/мин-қа дейін болатын құралдардың жүзбен өңдеулерінің басқа түрлері және кесу күштерінің шамалас есептемелері үшін пайдалануға болады. Алдыңғы бұрыш ұлғайған жағдайда ($\gamma = 5.7^\circ$) түзету коэффициентін енгізу қажет. Алдыңғы бұрыштың 1° ұлғаюы кесудің салыстырмалы күшін шамамен 1,5% төмендетеді.

Графикалық тәуелділіктер бойынша және дәстүрлі эмпирикалық формулалардың көмегімен алынған мәндер, шамалары бойынша ұқсас болады (6-ші бөлімді қараңыз).



1.5-ші сурет. Әртүрлі қаттылықтардағы материалдарды өңдеу барысындағы p кесудің салыстырмалы күшінің a кесілетін қабаттың қалыңдығына тәуелділік графигі: көміртекті болат: 3 – HB>229; 5 – 198.229 HB; 6 – HB< 197; қоспаланған болат: 1 – HB>229; 2 – 198.229 HB; 4 – HB< 197; сұр шойын: 7 – HB> 180; 8 – HB< 180; 9 – соғылған шойын

1.2. КЕСУ ҚҰРАЛЫ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫНЫҢ ЭЛЕМЕНТТЕРІ

Негізгі элементтері. Құралдың конструкциясы күрделі болуы мүмкін. Кесу элементінің негізгі элементтері, оның жұмыс және бекіту бөлігі, сонымен қатар корпусы болып табылады.

Жұмыс бөлігі өңдейтін бетпен және жаңқамен өзара әрекеттесуге арналған. **Бекіту бөлігі** құралды станокқа бекітуге арналған. Құралдың **корпусы** оның барлық элементтерін көтеріп тұрады.

Құралдардың жұмыс бөлігі кесуші және калибрлеу бөліктерінен тұруы мүмкін. Кесуші бөлік жаңқаны алып тастау үшін, ал калибрлеу бөлігі (қыртыс жазушы) - өңделген беттің бұдырлықтарын төмендетуге арналған. Мысалы, токарлық кескіште калибрлеу бөлігінің рөлін **АС** қосымша бөлігі атқарады (1.6-шы сурет); арнаулы калибрлеуші бөліктерде тартқыштары, ұңғылаушысы, зеркерлері және т.б. болады (3-ші бөлімді қараңыз).

Жұмыс бөлігі жоғары қаттылыққа ие болуы қажет. Оны инструменталдық және жылдам кескішболаттар, қатты қоспалар, кескіш керамика, аса қатты материалдар тәрізді арнаулы инструменталды материалдардан дайындайды (2-ші бөлімді қараңыз).

Корпустарды негізінен конструкционды болаттан дайындайды.

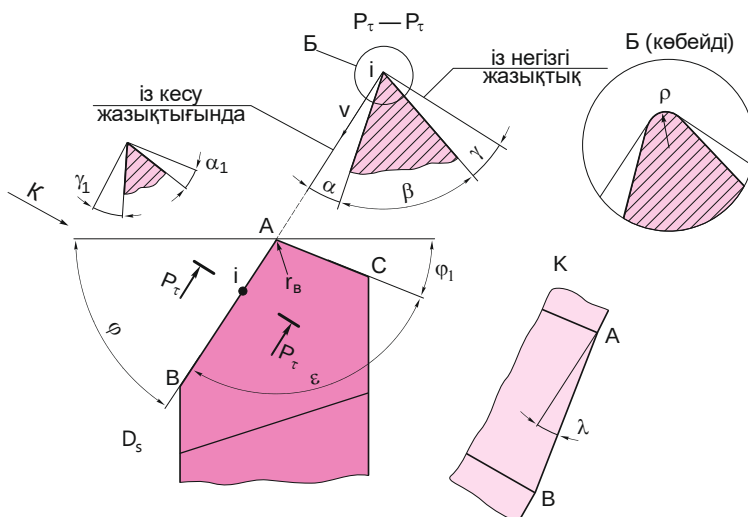
Шамалы көлемге ие құралдың бөліктері, біртұтас зат ретінде орындалуы мүмкін. Мысалы, сүргілеуші кескіште жұмыс және бекіту бөліктері және корпус жалғануы мүмкін.

Құралдың конструкциясында кесуші бөліктерді көлемге, кескіш жиектерді алмастыруға, майлап-суыту сұйықтықтарын алып келуге (МСС), жаңқаларды бөлшектеуге және бұруға және т.б. реттеуге арналған арнаулы элементтерден болуы мүмкін.

Геометриялық параметрлер. Екі кескіш жиектері бар токарлық кескіш мысалында құралдың геометриялық параметрлерін қарастырайық: негізгі **AB** және қосымша **АС** (1.6-шы суретті қараңыз) басқа жүздік құралдардың геометриялық параметрлері кескіштің параметрлеріне ұқсас.

Кескіштің геометриялық параметрлері алдыңғы және артқы беттер қалпымен (мысалы, бұл жалпақ және қисық сызықты беттері) және координаттық жазықтықтарға қатысты анықталатын бұрыштармен сипатталады. Соңғылары, олардың ішінде бұл бұрыштар анықталатын, **AB** жиегінің кез-келген нүктесі арқылы өтеді.

Негізгі жазықтық ν кесу жылдамдығының перпендикулярлы бағытының жиегі нүктесі арқылы өтеді. Егер геометриялық параметрлер қарастырылатын жиектің i нүктесінде, ν бағыты сызбаның бетіне перпендикулярлы бағытта деп саналса, онда негізгі жазықтық сызбаның бетімен сәйкес келеді (1.6-шы суретті қараңыз).



1.6-шы сурет. Токарлық кескіштің геометриялық параметрлері:

AB – жиектің негізгі кескіші; AC – қосымша жиек; v – кесу жылдамдығының векторы; γ – алдыңғы бұрыш; β – ұшталу бұрышы; α – негізгі артқы бұрыш; ϕ – жоспардағы негізгі бұрыш; ϕ_1 – жоспардағы қосымша бұрыш; ε – кескіштің төбесіндегі бұрыш; λ – кесу жиегінің еңкею бұрышы; r_b – төбедегі радиус; r – жиектің дөңгелектені радиусы; λ_1 – қосымша алдыңғы бұрыш; α_1 – қосымша артқы бұрыш.

Егер v бағыты анықталмаған болса (кескіштің станокта орнатылғаны белгісіз), онда негізгі бет ретінде, сонымен бірге сызбаның беті қабылданады (немесе кескіштің корпусы түбіндегі оған параллельді беті). (іңкүтесі – AB жиегіндегі кез-келген нүкте.)

AB жиегінің қандай да бір i нүктесі арқылы жүргізілген, кесіктің бетіне жанасатын бетті, **кесу беті** деп аталады. Кесу беті негізгі бетке перпендикулярлы.

$P_\tau - P_\tau$ **негізгі кесу бетін** i нүктесі арқылы негізгі бетіне басты жиегі проекциясына перпендикулярлы өткізеді, яғни жиектің проекциясы болып табылатын AB сызығына перпендикулярлы.

AB жиегінің әртүрлі i нүктелерінде v бағыты өзгереді және сондықтан негізгі және басқа да координаттық беттердің қалыптары өзгереді. Тиісінше, кескіштің геометриялық параметрлері де өзгереді.

Көптеген жағдайларда, бұл өзгерістер, токарлық кескіш үшін болмашы болып табылады, сондықтан геометриялық параметрлерді, кескіштің жиегінің i барлық нүктелері үшін бірдей деп саналады.

Жоспардағы негізгі бұрыш ϕ – AB жиегінің негізгі бетке және D_s

беріліс қозғалысы бағыты проекциясы арасындағы бұрыш.

Жоспардағы қосымша бұрыш φ_1 – AC жиегінің негізгі бетке және D_s кері беріліс қозғалысы сызығы проекциясы арасындағы бұрыш.

негізгі артқы бұрыш – артқы беті, кескіштің жүзі және P_t – P_t беті қимасындағы негізгі бет арасындағы бұрыш (негізгі қиюшы бет мен кескіштің артқы беті мен кесу беті арасындағы екі беттің қиылысуы жағдайындағы пайда болатын, сызықтар арасындағы негізгі қиюшы бетте жататын бұрыш).

Г алдыңғы бұрышы – P_t – P_t негізгі қима бетіндегі алдыңғы бет сызығы мен негізгі бет арасындағы бұрыш.

β сүйірлеу бұрышы – негізгі қима бетіндегі алдыңғы және артқы беті арасындағы бұрыш.

А жиегінің еңкею бұрышы – AB негізгі жиегі мен негізгі бет арасында.

AC қосымша жиегінде, оның негізгі бетіндегі оның проекциясына қалыпты қимада, α_1 **қосымша артқы бұрышы** және γ_1 **қосымша алдыңғы бұрышы** беріледі.

Е кескіштің төбесіндегі бұрыш – негізгі бетке басты және қосымша жиектер проекциялары арасындағы бұрыш (яғни, AB және BC сызықтары арасындағы).

Геометриялық параметрлер кесу жағдайына айтарлықтай ықпал жасайды.

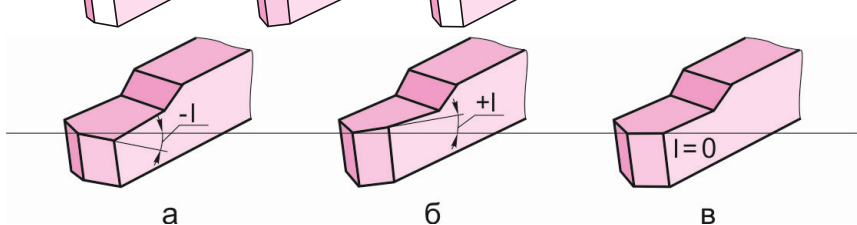
α артқы бұрышының өзгерістері құралдың өңделіп отырған дайындамасына үйкелуіне және кескіштің тозуына ықпал етеді. Оларды азайту үшін, барлық құралдардағы α бұрышы нөлден жоғары болуы қажет. Минималды рұқсат етілетін шама $\alpha = 2...3^\circ$.

γ алдыңғы бұрышы кесу күшіне ықпал етеді. Оларды жылдам кескіш болаттардан жасалынған құралдарда кемітуге арналған бұрыш $\gamma \geq 0$. Бірқатар жағдайларда, қатты қоспалы құралдарда жиекті бекіту үшін теріс алдыңғы бұрышты қолданады.

β бұрышының өзгерісі жүздің беріктігіне ықпал етеді. Ол алдыңғы және артқы бұрыштармен «байланысқан»: $\beta = 90^\circ - (\gamma + \alpha)$. Бұл кесуді жеңілдететін γ және α бұрыштарының ұлғаюы кемітілуі қажет дегенді білдіреді, өйткені жүздің беріктігінің кемуіне алып келеді.

φ бұрышы кесілетін қабаттың қалыңдығы мен еніне, сонымен қатар кескішке әсер ететін кесу күшінің бағытына ықпал жасайды. φ кеміген жағдайда, жаңқа жұқа болады, жиектің ұзындығының бірлігіне жүктеме төмендейді, бұл құралдың беріктігінің артуына көмектеседі. Бірақ, сонымен бірге, кесу күші артады (әсіресе, дайындаманың өзегіне перпендикулярлы әрекет ететін күш – радиалды күш), тиісінше дайындаманың иілуі артады, дірілдің пайда болуы мүмкін.

φ , φ_1 , ε бұрыштарының және r_s радиусының жоғарғы шекте өзгеруі өңделген беттің сапасына ықпал етеді. φ , φ_1 , ε және s төмендеуімен және r_s ұлғаюымен микротегіссіздіктер төмендейді.



1.7-ші сурет. Әртүрлі бұрыштары бар кескіштер:

ұлғаюы жүздің жоғарғы шегінің ұлғаюына көмектеседі, бірақ кесу күші ұлғаяды, дірілдердің пайда болуы мүмкін.

Жиектің дөңгеленуінің ρ радиусы алдыңғы және артқы беттерді қайрауға байланысты өзгеріп отырады. $\rho = 3 \dots 10$ мкм болатын, кесу мен берудің шамалы тереңдігіндегі таза өңдеу үшін қажетті жұқа тегістеу мен жетілдіру жағдайында жүреді. Кескіштің тозуына қарай ρ 20... 50 мкм дейін ұлғаяды.

λ бұрыштың өзгеруі (ϕ бұрыштың өзгеруімен бірлесе отырып, 1.3-ші суретті қараңыз), жаңқалардың ұшуы бағытына және біршама кескіштің жоғарғы шегінің беріктігіне (1.7-ші сурет) ықпал етеді. Λ теріс мәндерінде және ϕ шамалы бұрыштар жағдайында, жаңқа өңделген беттен басқа жаққа қарай алынып тасталынады (1.7, а суреті). λ оң мәндерінде және ϕ үлкен мәндері жағдайында, жаңқа өңделген бетке қарай алынып тасталынады, және оған зақым келтіруі мүмкін, бұған тазалап өңдеуде рұқсат етілмейді (1.7, б суреті). Λ бұрышының оң мәндерінде, кесу жиегі мен кескіштің жоғарғы мәнінің беріктігі артады.

Қарастырылған геометриялық параметрлер барлық жүзді құралдарға тән болып табылады. Тек, жиегінің ені 8 дайындаманың B енінен үлкен болуы мүмкін ауқымды сүргілеу кескіші ғана басқаша болуы мүмкін (1.1-ші суретті қара). Бұл құралда қосымша жиектер болмайды: ϕ , ϕ_1 бұрыштары болмайды. Бұл жағдайда өңдеу үдерісін еркін кесу деп атайды.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Кесу арқылы өңдеу үдерісі қандай белгілермен сипатталады?
2. Құралдың жүзі деп нені атайды?
3. Кесу бетіне, өңделген бетке, өңделетін бетке анықтамалар беріңіз.
4. Кесу арқылы өңдеуде қандай қазғалыс негізгі, қайсысы - беріліс қозғалысы деп аталады?
5. Кесудің тереңдігіне, жылдамдығына және беруге анықтама беріңіз.
6. Кесу күшін қандай құрамдас бөліктерге салалайды?
7. Кесу тәртіптері кесу күшіне қалай ықпал етеді?
8. Кесудің күші мен қуаттылығын қалай есептейді?
9. Кескіш құралдың негізгі бөліктерін атаңыз.
10. Токарлық кескіште қандай геометриялық параметрлер болады?
11. Кескіштің жекелеген геометриялық параметрлері, кесу күші мен үдерісіне қандай ықпал жасайды?

2-ші бөлім

2.1. КЕСУШІ АСПАП МАТЕРИАЛДАРЫ МЕТАЛ ӨНДЕУ ӨНЕРКӘСІБІНДЕГІ ҚҰРАЛДЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ РӨЛІ

XX ғасырдағы құралдық материалдардың жетілуі, метал өңдеу өнеркәсібінің жетістіктерінің негізі болды. Олардың қасиеттері бірінші кезекте, кесумен өңдеудің өнімділігін анықтайды. Негізі (машиналық) уақыт кезеңі негізінен кесу үдерісінің жалдымдығына тәуелді болып табылады. Нақты материалды өңдеу барысындағы кесудің рұқсат етілетін жылдамдығы, тек құралды материалдың жылуға төзімділігіне ғана байланысты (жылуға төзімділік – бұл қызған жағдайда да қаттылықты сақтап қалу).

XX ғасырдың басында құралдық материалдар ретінде құралдық көміртекті және қоспаланған болаттар пайдаланылды. Бұл болаттардың жылуға төзгіштері болмайды, олардың беріктігінен айырылуы 200... 250 °C аралығында қызғанда орын алады, сондықтан бұл болаттардан жасалынған аспаптармен кесудің рұқсат етілген жылдамдығы 10...15 м/мин. аспайды. Мұндай жылдамдықтар жағдайында, дайындамаларды өңдеу барысындағы жұмсалатын уақыттың көбі, негізгі уақыттың еншісінде (70%-ғай дейін).

2.1-ші кесте. Құралдық материалдардың жылуға төзімділіктері және рұқсат етілетін кесу жылдамдықтары

Құралдық материал	Жылуға төзімділік, °C	Рұқсат етілетін кесу жылдамдығы, м/мин
Көміртекті және қоспаланған болаттар	200...250	10...15
Жылдам кескіш болаттар	600...650	40...50
Қатты қоспалар	900...1 000	250 дейін
Кескіш керамика және АҚМ	1 100...1 200	400...700

Бұл жағдайда технологиялық үдерісті автоматтандыру тиімді емес, өйткені ол үлесі шамалы болып табылатын, тек қосымша уақытты ғана қысқартуға мүмкіндік береді.

Құралдық материалдар саласындағы негізгі зерттеулер, өңдеуді кесудің жоғары жылдамдықтарымен жасауға мүмкіндік беретін, жаңа материалдарды жасауға арналды. Осылайша XX ғ. басында ең алғашқы жылдам кескіш болат ойлап табылды (P18 үлгісіндегі), 1930 жылдары қатты қоспалар әзірленді және өнеркәсіпке енгізілді, ал 1950 жылдары кескіш керамика пайда болды, 1960 – 1970 жылдары алмас пен бордың текшелі нитриді тәрізді аса қатты материалдар технологиясы әзірленді.

Бұл материалдарды қолдану кесу жылдамдығын айтарлықтай арттыруға мүмкіндік берді (2.1-ші кесте).

Дайындамаларды кесудің жоғары жылдамдықтарымен өндеген жағдайда, уақыт шығындарының теңгерімі өзгереді – негізгі емес, оның орнына қосымша уақыт максималды болады. Бұл тек кесумен өндеудің технологиялық үдерісін автоматтандырудың мақсаттылығын ғана емес, сонымен бірге оның қажеттілігін анықтайды, өйткені оператор қолмен өңделіп отырған дайындамаларды немесе жылдам қозғалушы құралдарды дұрыс басқара алмайтын болады.

Жоғары қаттылықтағы және тез сынғыш құралдық материалдарды пайдалану, жоғары қаттылыққа және дірілге төзімділікке ие станоктарды жасауды талап етті.

Осылайша, құралдық материалдардың жетілуі, кесу арқылы өндеу өнімділігін айтарлықтай дәрежеде арттыруға мүмкіндік берді, өндеудің автоматтандырылуын тиімді және қажетті етті, жаңа буындағы метал кесуші станоктардың жасалуына алып келді.

2.2. ҚҰРАЛДЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ҚОЙЫЛАТЫН ТАПАПТАР

Қаттылық. Кесу үдерісінде құрал өте жоғары контактілік кернеулер іқпалында болады, олардың мәндері 4 000 Мпа-дан да асады. Материал пластикалық деформацияларға ұшырағыш болады, бұл қызумен тіпті артады. Материалдың үлкен пластикалық деформацияларға қатысты кедергісі қаттылықпен сипатталады. Осылайша, жоғары қаттылық құралдық материалдың қажетті қасиеті болып табылады, ол құралдың кесуші жиегінің мыжылуға қарсы кедергісін қамтамасыз етеді. Жоғары қаттылықтағы материал, аспаптарды дайындау үшін пайдаланылуы мүмкін. Жоғары қаттылық Құралдың тозуға төзімділігін қамтамасыз етеді.

Осылайша, құралдық деп жоғары қаттылыққа ие немесе алушы (термиялық өңдеу нәтижесінде) материалдарды атайды. Құралдық болаттардан жасалынған болаттың қаттылығы 62...65 HRC кем болмауы қажет, қатты қоспалардан, кескіш керамикадан және бордың текшелі нитриді (БТН) және алмас негізіндегі аса қатты материалдардан (АҚМ) жасалынған Құралдың қаттылығы – айтарлықтай жоғары болуы қажет.

Жылуға төзімділік. Кесу барысында Құралдың қызып кетуі орын алады. *Жылуға төзімділік* – бұл материалдың қызған жағдайда да қаттылықты сақтауға қабілеттілігі. Жылуға төзімділік құралдық материалдардың маңызды сипаттамасы болып табылады.

Кесумен өңдеу барысында, кесу аймағындағы температура кесу жылдамдығы ұлғайғанда көтеріледі. Осылайша, жылуға төзімділік өңдеудің өнімділігін айқындайды (2.1-ші кестені қараңыз).

Беріктік шегі және соққы тұтқырлығы. Кесу үдерісінде аспаптар әртүрлі кернеулердің ықпалына түседі: иілу кернеуінің – көп жүзді кесу аспабы, бұрау кернеуінің – өзектік кесуші аспап және сирегірек созу кернеуінің – созудың, сонымен қатар динамикалық жүктемелердің. Сондықтан құралдық материал беріктігі шегінің және соққы тұтқырлығы тәрізді жеткілікті жоғары механикалық сипаттамаларға ие болуы қажет. Бұл қасиеттер сонымен қатар, өңдеудің өнімділігіне ықпал етеді: құралдық материалдың беріктігі қаншалықты жоғары босла, рұқсат етілетін берілістер мен кесу терендіктері соншалықты үлкен болады.

Илгіштік модулі. Құралдың илгіштік модулі қаншалықты жоғары болған сайын, оның қаттылығы да ұлғаяды, тиісінше, кесу барысындағы илгіштік қысулары, өңделіп отырған беттің төменгі тегіссіздігін және өңдеудің үлкен дәлдігін қамтамасыз етеді.

Жылу өткізгіштік және жылу сыйымдылығы. Кесу аймағындағы температура кесу тәртібіне, құралдық материалдың жылу өткізгіштігіне және жылу сыйымдылығына тәуелді. Жылу өткізгіштік неғұрлым жоғары болған сайын, жылудың өңдеу аймағынан шығару соншалықты қарқынды болады. Материалдың неғұрлым жоғары жылу сыйымдылығы жағдайында, оны белгілі бір температураға дейін қыздыру үшін жылудың үлкен көлемі талап етіледі. Сондықтан бірдей шарттарда аспап Құралдың жылу өткізгіштігі мен жылу сыйымдылығы жоғары болған сайын, аз қызатын болады.

Жылулық кенею коэффициенті. Бұл коэффициент термиялық тозуға алып келетін Құралдың өңдеу барысындағы қызуы және салқындауы жағдайындағы көлемдік өзгерістерді анықтайды. Бұл оның жұмысының ұзақтығын кемітеді. Бұдан бөлек, қызған жағдайдағы аспап көлемінің өзгеруі өңдеу дәлдігіне шектеу қоюы мүмкін.

Химиялық төзімділік. Құралдық материал жеткілікті дәрежедегі жоғары химиялық төзімділікке ие болуы қажет, бұл диффузиялық тозудың пайда болуының және алгезияның (қарысудың) орын алуының мүмкіндігінің алдын алады немесе төмендетеді. Кесуші құрал үшін мұндай қауіп кесудің жоғары жылдамдықтарында, өңдеу аймағындағы жоғары температуралардың ықпалынан пайда болады.

2.3. КӨМІРТЕКТІ ЖӘНЕ ҚОСПАЛЫ ҚҰРАЛДЫҚ БОЛАТТАР

Жоғары қаттылықты қамтамасыз ету үшін, көміртекті және қоспалы болаттардан жасалынған құралдардағы көміртегінің құрамы жоғары болуы қажет (0,7...1,3%). Құралдық болаттардағы қоспалы элементтердің көлемі 3.5% аспайды.

Көміртекті құралдық болаттарды У әрпімен және пайыздың оннан біріндегі көміртектің құрамын көрсететін цифрмен белгілейді, У7 болатында 0,7 % көміртек, У12 болатында – 1,2% көміртек болады.

Қоспаланған болаттардағы көміртектің құрамы (маркадағы бірінші цифр) да пайыздың оннан бірімен белгіленеді. Егер марканың бас жағындағы цифр болмаса, онда көміртектің құрамы 1 % құрайды дегенді білдіреді. Конструкциялық және құралдық болаттар құрамындағы қоспаланған элементтер бірдей әріптермен белгіленеді: Х – хром, Г – марганец, С – кремний, В – вольфрам, М – молибден, Ф – ванадий, К – кобальт. Тиісті әріптен кейінгі цифр бұл элементтің бүтін пайыздардағы құрамын көрсетеді. Әріптен кейін цифрдың болмауы, онда көміртектің құрамы шамамен 1 % құрайды дегенді білдіреді. Тек вольфрам, молибден, ванадийға ғана басқалай болады – тиісті әріптен кейін цифрдың болмауы, олардың көлемі шамамен, тиісінше 0,5; 0,25 және 0,2 % құрайды дегенді көрсетеді. Осылайша, ХВСГ болатының құрамы – 0,95.1,05% С, 0,65.1,0% Si, 0,6...1,0% Cr, 0,5.0,8% W; 11ХФ болатының құрамы – 1,05.1,15% С, 0,4.0,7 % Cr, 0,15.0,30% V болады.

Құралдың жоғары қаттылығына шыңдау және төменгі жұмсарту (шамамен 200 °С) арқылы қол жеткізіледі. Көміртекті және қоспаланған болаттар жылуға төзімді емес. Олар жоғары қаттылықты, тек жұмсарту температурасынан аспайтын температураға дейін, яғни шамамен 200 °С дейін қыздырғанда ғана сақтай алады. Шыңдау және жұмсарту нәтижесінде алынатын, бұл топтағы барлық болат маркаларының қаттылығы 62.64 HRC құрайды. Қоспаланған болаттардың артықшылықтары, ең алдымен олардың жоғары шыңдалуында, яғни үлкен қималарда жоғары қаттылыққа ие болу қабілеттерінде. Қоспаланудың деңгейі қаншалықты жоғары болса, болаттың шыңдалуы да соншалықты жоғары.

Қоспаланған құралдық болаттардың көміртектілермен салыстырғандағы маңызды артықшылығы, құралды суда емес, майда суыта отырып шыңдау барысындағы жоғары қаттылықты алу мүмкіндігі болып табылады.

Көміртекті құралдық болаттар маркалары (У7-ден У13-ке дейінгі жеті марка) суда шыңдағанда 10 мм-ден (У7 болаты) 20 мм-ге дейінгі (У12, У13 болаттары) қималарда шыңдалады.

Төмен қоспаланған 8ХФ, 9ХФ, 11ХФ, 13Х болат маркалары жоғары қаттылыққа 62... 64 HRC, майда суыту арқылы шыңдағаннан кейін ғана 20 мм-ге дейінгі қималарда алады.

ХВГ, ХВСГ, 9ХС кешенді қоспаланған болаттары майда суыту арқылы шыңдағаннан кейін ғана 100 мм-ге дейінгі қималарда шыңдалады; бұл терең шыңдалу болат маркалары.

Көміртекті және қоспаланған аспаптық болаттардың артықшылықтарына, шыңдауды жоғары жиіліктік тоқтарымен (ЖЖТ) орындау мүмкіндігін жатқызуға болады. ЖЖТ мен шыңдау барысындағы шыңдау температуралары, балқудың басталуы температурасынан айтарлықтай төмен, бұл аса маңызды, өйткені ЖЖТ қыздыру айтарлықтай қызып кетумен жүзеге асырылады.

Болаттарды қолдану саласы, олардың пайдаланушылық және технологиялық қасиеттерімен анықталады. Қорытынды термиялық өңдеуден кейін көміртекті және қоспаланған болаттар 62.64 HRC қаттылығына ие болады, беріктік шегі 2 000.2 500 МПа. Олар жылуға төзімділікке ие болмағандықтан, оларды кесудің төменгі жылдамдықтарында (5...10 м/мин) жұмысістейтін аспаптарды дайындау үшін қолданады. Бұл қолмен жұмыс істейтін слесарлық аспаптар – таңбалаушылар, бұранда кескіштер, қашаулар, егеулер. Бұл топтағы болаттар маркаларынан созғыштарды және бұрғы дайындайды.

Созғыштарды және бұранда кескіштерді дайындау барысында, шыңдау деформациясының пайда болу қаупі орын алады. Бұл олардың шамалы қаттылықтары мен конструкцияларына байланысты, созғыштар үшін айрықша маңызды, өйткені олар үшін ұзындықтың диаметрге немесе қалыңдыққа қатысты үлкен қатынасы тән болып табылады.

Бұранда кескіштерді дайындау технологиясы, Құралдың ортасында орналасқан кесу бөлігінің, термиялық өңдеуден кейін тегістелмейтіндігімен, яғни термиялық өңдеу барысындағы деформация өте аз болуы қажет. Мұндай құралдарды термиялық өңдеу барысында деформациялануға қабілеттілігі төмен (аз деформацияланатын) болаттардан дайындайды: ХВГ (созғыштар) және ХВСГ (бұранда кескіштер).

Егеулерді, У13 және 13Х болаттарынан дайындайды, жаппай өндіру жағдайларында ЖЖТ шыңдауын қолданады. Бұрғы мен таңбалауыштарды 9ХС болатынан дайындайды.

2.4 ЖЫЛДАМ КЕСКІШ БОЛАТТАР

2.4.1. Жалпы мәліметтер

Жылдам кескіш болаттардың негізгі ерекшеліктері – *жылуға төзімділіктері*. Бұл болаттар температура 600 °С жоғары қызғанда жоғары қаттылықтарын сақтап қалады.

Жылуға төзімділік жылдам кескіш болаттардың стандартты сипаттамасы болып табылады, ол қызуға төзімділік деп аталады. *Қызуға төзімділікті* термиялық өңделген болатты қосымша төрт сағаттық қыздыру температурасымен бағалайды, одан кейін қаттылықтың белгілі бір деңгейі сақталынып қалады. Кр.58 = 630 °С қызуға төзімділіктің белгіленуі, 630 °С температурасындағы төрт сағаттық қыздырғаннан кейін, болаттың қаттылығының 58 HRC құрайтынын көрсетеді.

Бұл сипаттама жылдам кескіш болаттардың өнімділік бойынша жіктелімінің негізіне алынды. Қалыпты жылу өткізгіштігі (өнімділігі) бар болаттарда Кр.58 < 630 °С, жоғары жылу өткізгіштігі (өнімділігі) бар болаттарда Кр.58 > 630 °С болады.

Жылдам кескіш болаттардың жылуға төзімділіктеріне, олардың көміртек, хром және ванадийден бөлек, негізгілері вольфрам мен молибден болып табылатын белсенді карбид түзуші элементтермен қоспалануы арқылы қол жеткізіледі. Болаттың құрамында аталған негізгі қоспалаушы элементтердің болуына байланысты, жылдам кескіш болаттар вольфрамдық, вольфрам-молибдендік және молибдендік деп бөлінеді. Жылдам кескіш болаттардың құрамына көміртек және хром кіреді.

Жылдам кескіш болаттардың таңбалануы құралдық болаттардікінен ерекшеленеді. Жылдам кескіш болаттардың маркасындағы бірінші әріп – орыс алфавитінің «Р» әрпі. Әріптен кейінгі келесі цифр болаттың құрамындағы вольфрамның болуын көрсетеді. Жылдам кескіш болаттардың маркаларында (шамамен 4 %), ванадийдің (2%-ға дейін) және көміртектің (0,7...0,9%) құрамы көрсетілмейді. Бұл элементтердің белгіленуі, жылдам кескіш болаттардың маркасына тек олардың үлкен көлемі болғанда ғана кіреді. Басқа элементтер, бұған дейінгі қарастырылған құралдық болаттардағыдай көрсетіледі (сол әріптермен) – элементті білдіретін әріп, және оның артынан элементтің пайыздардағы мөлшерін көрсететін цифр. Мысалы, P18 болаты 18% W, P6M5 – 6% W және 5% Мо тұрады. Жылдам кескіш болаттардағы көміртектің, хромның және ванадийдің құрамы, осыған дейін көрсетілген мөлшерде болуы керек.

Жылдам кескіш болаттан жасалынған аспаптарды беріктендіруші өңдеу, шыңдау және көп реттік жұмсарту (үш реттік немесе екі реттік) операцияларынан тұрады. Шыңдау жоғары температураларда, балқытылған тұздарда қыздыра отырып орындалады (P18 үшін 1 210 ...

1 270 және Р6М5 үшін 1 290°С... 1 230 °С). Жұмсартуды 1 сағат бойына изотермиялық ұстау арқылы 550... 570 °С температурасында тұздарда (селитраларда) немесе ауада қыздыру арқылы жүргізеді.

2.4.2. Жылдам кескіш болаттар құрамы және қасиеттері

Жалпы мәліметтер. Кесудің рұқсат етілетін жылдамдықтарын анықтайтын қызуға төзімділіктеріне байланысты, жылдам кескіш болаттар, бұған дейін айтылғандай екі топқа бөлінеді: қалыпты жылуға төзімді (өнімділікті) және жоғары жылуға төзімді.

Жылуға төзімділігі қалыпты болаттар. Бұл топ болаттары арасындағы неғұрлым кеңінен тарағаны Р6М5 болаттары (қазіргі таңда бұл Ресейде қолданылатын негізгі жылдам кескіш болат) және Р18.

Бұл топ болаттарының пайдаланушылық қасиеттері (қаттылығы, қызуға төзімділігі, беріктігі) жақын (2.2-ші кесте). Вольфрамнан жасалынған жылдам кескіш болаттар, вольфрам-молибдендік болаттарға қарағанда біршама үлкен жылуға төзімділікке ие, бірақ олардың механикалық қасиеттері төмен.

Бұл болаттардан жасалынған кесуші құрал жақсы өңделуге қабілетті (мыстан, алюминийден, мырыштан жасалынған) түсті металдар мен қоспаларды, болаттарды (80...100 МПа дейінгі беріктік шектері бар) және шойындарды (250...280 НВ дейінгі қаттылықтағы) өңдеуге арналған.

Практикада пайдаланылатын кесу тәртіптерінде (қара түстілерді өңдегендегі кесу жылдамдығы 40 м/мин және түсті металдарды өңдегенде 80 м/мин дейінгі), болаттардың қасиеттеріндегі айырмашылықтар құралдың беріктігіне іс жүзінде ықпал жасамайды.

Жылуға төзімділігі жоғары болаттар. Бұл топтағы болаттардың неғұрлым жоғары жылу өткізгіштігіне көміртекпен, ванадиймен, кобальтпен немесе осы элементтермен бірлескен қосымша қоспалану есебінен қол жеткізіледі.

2.2-ші кесте. Р6М5 және Р18 болаттарының құрамы және қасиеті

Болат	Химиялық құрамы (орташа), мас. %					HRC	$\sigma_{ніл}$, МПа
	С	W	Mo	Cr	V		
Р6М5	0,85	6	5	4	1,9	63...65	3400
Р18	0,75	18	До 1	4	1,2	62...63	2 800

Е с к е р т у : 1. Р6М5 және Р18 Кр.58 = 620 °С болаттарының қызуға төзімділіктері. 2. HRC – қаттылық, $\sigma_{ніл}$ – материалдың иілу барысындағы беріктік шегі.

2.

Жоғары көміртекті жылдам кескіш болаттардың қаттылықтары жоғары (65... 66 HRC-ке дейін), бірақ беріктіктері мен тұтқырлықтары төмен болады. Сондықтан жоғары көміртекті вольфрамдыларға қарағанда, неғұрлым жоғары беріктікке ие молибденнен тұратын болаттар болуы қажет.

Неғұрлым кеңінен таралған P6M5 тек 0,2% көміртектің жоғарылығымен ерекшеленетін 10P6M5 (1 % C) маркалы болаты болды.

10P6M5 болаты үшін $K_p.58 = 630$ °C. Жоғары көміртекті жылдам кескіш болаттардың артықшылықтары 50..60 м/мин дейінгі кесу жылдамдықтарында байқалады: қалыпты жылу төзімділіктері бар болаттарға қарағанда құралдың төзімділігі артады. Жоғары қаттылыққа ие, жоғары көміртекті жылдам кескіш болаттардан, тозу жылдамдығы маңызды аспаптарды дайындаған жөн. Бұл өздерінің көлемдерімен өңдеу дәлдігін қамтамасыз ететін аспаптар – қашаулар, зенкерлер, таңбалағыштар. Бұл болаттардан жасалған құралды, жоғары қаттылықтағы (260.3..00 HB) жақсартылған конструкциялық болаттардан жасалған дайындамаларды өңдеу барысында пайдаланған жөн.

Жоғары ванадийлі жылдам кескіш болаттардың құрамында жоғары қаттылыққа ие (2 500 HV) ванадий карбидтері (VC) болады, сондықтан жоғары тозуға төзімділіктерімен сипатталады.

Өнеркәсіпте жоғары қаттылыққа (65.66 HRC) және жылуға төзімділікке ($K_p.58 = 630$ °C) ие P6M5Ф3 болат пайдаланылады. Оны өңдеудің дәлдігін анықтайтын (мысалы, қашау) аспапты, сонымен қатар абразивтік қасиеттерге ие материалдарды өңдеуге арналған аспаптарды дайындау үшін пайдаланады.

Жоғары ванадийлі болаттардың технологиялық ерекшеліктеріне төменгі тегістелуін жатқызуға болады. Бұл ванадий карбидтері қаттылығының (2 500 HV) абразивтік шеңберлердің кесуші құрамдас бөліктерінен жоғары корунда қаттылығымен (2 000 HV) түсіндіріледі. Сондықтан ванадийдің болаттар құрамындағы мөлшері шектеулі және 4% аспайды (P12Ф4K5 болаты).

Кобальттық жылдам кескіш болаттардың жылуға төзімділіктері жоғары көміртектілер мен жоғары ванадийлілерге қарағанда айтарлықтай жоғары ($K_p.58 = 645.650$ °C). Бұл кобальттан жасалған жылдам кескіш болаттардан дайындалған аспаптарды қолданғандағы кесу жылдамдығын арттырады (бірқатар операцияларда 60.80 м/мин). Кобальтты болаттар жоғары қаттылыққа (65.68 HRC), бірақ төмен беріктікке ие.

Кобальт жылдам кескіш болаттарға ең қымбат қоспалаушы элемент болып табылады, сондықтан кобальтты болатты арнаулы міндеттегі болаттар деп атайды.

Кобальтты болаттардан дайындалған құралды, күрделі өңделетін материалдарды, сонымен қатар қанағаттандыруарлық өңделмелі, бірақ кесу барысындағы жоғары жылдамдықтар болатын материалдарды кесу үшін пайдаланады. P9K5, P9K10 және P6M5K5 болаттарынан жасалынған аспаптарды әдеттегі өңделмелігі бар болаттар үшін де, сонымен бірге жоғары кесу жылдамдықтары (60... 70 м/мин-ге дейін) бар аспаптар үшін де қолданады.

Көміртегі құрамы жоғары (1,0..1,1%) P9M4K8Ф болаты жоғары қаттылыққа ие (68 HRC дейін). Одан жасалған аспаппен 40...45 HRC дейінгі қаттылықтағы материалдарды кесіп өңдеуді орындауға болады.

Құрамындағы ванадий мөлшері жоғары P12Ф4K5 болатының тозуға және жылу төзімділіктері де жоғары, бұл қызуға төзімді және коррозиялық төзімді болаттар мен қоспаларды өңдеу барысында аса маңызды.

Жылуға төзімділіктің және қаттылық неғұрлым жоғары мәндеріне, құрамында көміртегі болмайтын, кобальттың құрамы жоғары болаттарда қол жеткізіледі. B11M7K23 болаты термиялық өңдеуден кейін, жоғары қаттылығымен (68.70 HRC) және жылуға төзімділігімен (720 °C дейін), бірақ төмендетілген беріктігімен ерекшеленеді ($\sigma_{\text{нп}} = 2\ 200...2\ 400\ \text{МПа}$). Мұндай болаттар қасиеттері бойынша (қаттылық, жылуға төзімділік, беріктік) дәстүрлі жылдам кескіш болаттар мен қатты қоспалардың арасындағы аралық орында алады.

Болаттардың құны құрамындағы кобальттың үлкен мөлшеріне байланысты жоғары, сондықтан олар әмбебап емес, арнаулы болып табылады. Бұл болаттардан жасалынған құралды қолданудың неғұрлым тиімді саласы – күрделі өңделетін материалдарды және оның ішінде, титан қоспаларын өңдеу.

Технологиялық кемшіліктерге кесумен төмен өңделуін жатқызуға болады. Болаттың жасытылған қалыптағы қаттылығы 32...36 HRC кем емес.

2.4.3. Жылдам кескіш болаттардың сапасын арттырудың металлургиялық технологиялары

Жылдам кескіш болаттардың құрылымында карбидтер болады. Оларды бөлу карбидтік әртектілік балдарымен сипатталады: неғұрлым біртекті болған сайын, бал да соншалықты төмен болады.

5 балдан жоғары карбидтік әртектілікті болаттар төмен беріктікке, кесу жиегінің үгітілуінің жоғары мүмкіндігіне ие. Үлкен карбидтік әртектілік үлкен диаметрдегі прокатқа тән (50...60 мм жоғары). Жылдам кескіш болаттардың құрылымдары мен қасиеттерін жақсартуға, ұнтақ металлургиясы (ұнтақ болаттар) және электр-шлакты қайта балқыту технологияларын қолданғанда қол жеткізіледі.

Ұнтақты болаттар өндірісінде, балқытылған болат инертті газда шашыратылады (қышқылдануға жол бермеу үшін). Нәтижесінде дисперстілігі 100...600 мкм болатын ұнтақ алынады. Ұнтақтарды суық қалыптарында сығымдайды, вакуумға салады, сосын 140...150 МПа қысымында 1 150...1 200 °С ыстық сығымдауды жүзеге асырады. Алынған дайындамаларды соғады. Карбидтерді бөлу үлкен қималарда 1 балға (біркелкі бөліну) тең. Карбидтердің көлемі 2...3 мкм болған жағдайда, өткір кескіш жиекті алуға болады. Ұнтақтық болаттың беріктігі мен соққы тұтқырлығы, дәстүрлі жолмен алынған болатқа қарағанда 2 – 3 есе артық.

Әдіс қымбат тұратын болып саналады, сондықтан оны тек экономикалық артықшылықтары дәлелденген жағдайда ғана қолданған дұрыс. Әдіс оның ішінде, өндірістің әдеттегі тәсілінде төмен механикалық қасиеттерге ие, бірақ жоғары қаттылыққа және жылуға төзімділікке ие қымбат тұратын кобальттан жасалынған жылдам кескіш болаттар өндірісінде тиімді.

Бұл технологияны үлкен көлемдердегі прокаттарды алу үшін қолдану, қымбат тұратын аспаптардың құрылымдарын және тиісінше, қасиеттері мен төзімділіктерін жақсартуға мүмкіндік береді.

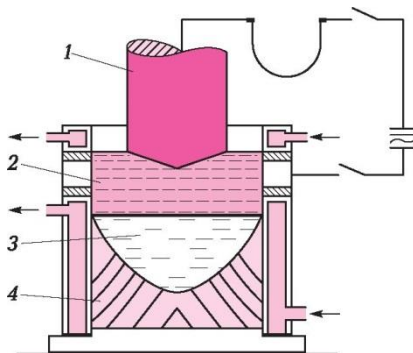
Мұндай әдіспен алынған болаттар, маркасының соңында МП әріптерімен қосымша таңбалаынады, мысалы, Р6М5-МП.

Электр-шлактық қайта балқыту (ЭШБ) жылдам кескіш болаттың құймаларын қайта балқытуда болып табылады. Технологияны ірі көлемдегі дайындамаларды алу үшін пайдалану ұсынылады.

Әдістің принципі келесідей (2.2-ші сурет). Құйма бір электрод, кристалдаушы (онда балқытылған метал кристалданады) – екінші электрод болып табылады.

2.1-ші сурет. Электршлактыққайта балқыту сызбасы:

1 – жылдам кескіш болаттан жасалған қайта балқытылатын дайындама; 2 – балқытылған шлак; 3 – сұйық метал ваннасы; 4 – қатты (кристалданған) металл



Тоқ дайындамадан кристалдаушыға электр өткізгіш шлак арқылы өтеді. Шлак балқиды, оның температурасы болаттың балқу температурасынан жоғары көтеріледі. Дайындама біртіндеп балқиды, сұйық метал шлак арқылы өтеді және кристалдаушы қимасы бойынша бір мезетте кристалданады. Бұл карбидтердің жақсы таралуына және олардың көлемдерінің кемуін қамтамасыз етеді.

2.5. ҚАТТЫ ҚОСПАЛАР ЖӘНЕ КЕСКІШ КЕРАМИКА

2.5.1. Ұнтақ металлургиясы туралы мәліметтер

Қатты қоспаларды, кесу керамикасын, сонымен қатар алмас пен бор нитриді негізіндегі бірқатар аса қатты материалдарды ұнтақ металлургиясы технологияларымен алады. Бұл технологияның құюдан (құю арқылы болат алынады) айырмашылығы кем дегенде бір компонент – материалды алудың қорытынды операциясы – жентектелу үдерісінде – қатты қалыпта болады. Мұндай технологияны қолдану аталған материалдар компоненттерінің балқу температураларының жоғарылығына байланысты қажет болады. Қоспалардың бірқатар компоненттері (мысалы, вольфрам карбидтері) әдеттегі, қорғаныш емес құралдарының қызуында балқығанға дейін іріп кетеді.

Ұнтақтық металлургияның негізгі технологиялық үдерістері ұнтақтарды алу, қоспаларды дайындау және қалыптау, жентектеу болып табылады.

Ұнтақтарды шикізаттың табиғатына тәуелді арнайы химиялық технологияны пайдалана отырып алады. Шар диірменінде үгіту және араластыру барысында ұнтақ қоспалардың біртектес массасы алынады.

Дайындамаларды одан әрі жентектеу үшін **қалыптау** әртүрлі әдістермен жүзеге асырылулары мүмкін: сығымдаушы қалыптарда сығымдау, гидростатикалық сығымдау, ауыздық сығымдау (піспектеу немесе итеру әдісі), шликерлік құю (суспензияларды құю). Неғұрлым кеңінен таралған технология сығымдаушы қалыптарда сығымдау болып табылады. Ол 500... 600 МПа қысымында жүзеге асырылады.

Жентектеу ұнтақ металлургиясының қорытынды технологиялық операциясы болып табылады. Жентектеу үдерісінде қалыпталған заттар массасының шағын аз кеуекті немесе ең жақсысы кеуексіз материалға айналуы орын алады. Жентектеу технологиясы көбіне материалдың қасиеттерін анықтайды.

Жентектеу орындалуы мүмкін:

- суық сығымдаудан кейінгі (ССД) жүктемені салусыз – ССД + жентектеу;
- сығымдау және жентектеу үдерістерін біріктіруі жағдайында – ыстық сығымдау (ЫС);
- изостаттардағы жан-жақты қысым жағдайында – ыстық изостаттық сығымдау (ЫИС).

Ыстық изостаттық сығымдау ССД немесе ЫС кейінгі қосымша операция немесе негізгі операция ретінде пайдаланылуы мүмкін. Оған бейтарап газ беру арқылы қол жеткізілетін, жоғары қысымды пештерде жүзеге асырылады (300 МПа дейін).

Неғұрлым арзаны ССД әдісі болып табылады. ЫС әдістері неғұрлым көп энергияны талап етеді. Оларды орындау үшін жоғары беріктіктегі графиттен жасалынған қымбат тұратын сығымдау жабдығы қажет. Сондықтан жаппай өндіріс үшін негізгісі бірінші әдіс болып табылады.

Қатты қоспалардан жасалынған кескіш пластинкаларды негізінен ССД әдісімен дайындайды. Ыстық сығымдауды негізінен үлкен көлемдегі бұйымдарды дайындағанда қолданады – сүйретпе, тарту шарлары. ЫИС технологиясы ауыр жүктелген қалыптама аспабын дайындау үшін пайдаланылады.

ЫС кескіш керамиканы дайындау барысында қолдану, оның төменгі беріктігіне байланысты неғұрлым өзекті. ЫС ЫИС-тің орнына қолдану кеуектілікті 2-ден 0,5%-ға дейін төмендетуге және механикалық қасиеттерді арттыруға мүмкіндік береді. ЫИС әдісімен алынған кескіш керамика максималды төзімділікке ие. Бірақ, бұл технология өте қымбат.

Ұнтақ металлургия әдісімен алынған құралдық материалдар, жоғары қаттылықтарымен ерекшеленеді, жүзбен өндеуге оңай берілмейді, сондықтан олардан күрделі қалыптағы аспаптарды алу мүмкін емес, аспаптар корпусына ендіріме ретінде тек керамикалық пластиналарды ғана қолданады.

2.5.2. Қатты қоспалар

Жалпы мәліметтер. Қатты қоспалар – бұлар карбидтерден (металдардың көміртеппен қосылуы) немесе метал жалғанумен жалғанған балқуы қиын металдардың карбонитридтерінен (металдың көміртеппен және азотпен қосылуы) тұратын материалдар.

Қатты қоспалардың негізгі фазасы карбидтер немесе карбонитридтер болып табылады, олардың кескіш құралды дайындауға арналған қатты қоспалардағы мөлшері 80% артықты құрайды (97% дейін). Қатты қоспалардың қаттылықтары – 87... 92 HRA (HRC = 2HRA - 102) және жылуға төзімділіктері (800.1 100°C) жоғары болады, сондықтан қатты қоспалар аспабын пайдалану барысындағы кесудің рұқсат етілген жылдамдықтары да жоғары (100...300 м/мин).

Қатты қоспалар қатты фазасының типіне (карбидтер, карбонитридтер) және метал-жалғануларына байланысты келесі ұсынылған төрт топқа бөлінеді:

- WC – Co – вольфрам-кобальттық топтар ВК;
- WC–TiC–CO–титан-вольфрам-кобальттық топтар ТК;
- WC–TiC–TaC – Co – титан-тантал-вольфрам-кобальттық топтар ТТК;
- TiC және TiCN – Ni + Mo – титан-вольфрамсыз карбид және карбонитрид негізіндегі қоспалар, ТН және КНТ топтары.

Вольфрам-кобальттық қоспалар. ВК тобы қоспалары ВК әріптерімен және кобальттың құрамын көрсететін цифрмен (мысалы, ВК6 қоспасы құрамы – 94% WC және 6% Co) таңбаланады.

Кобальт қоспасының мөлшерінің ұлғаюы қоспаның беріктігінің артуына және қаттылығының және тозуға төзгіштігінің төмендеуіне алып келеді (2.3-ші кесте). Кескіш аспап құрамындағы кобальттың мөлшері 10 % дейінгі қоспалардан дайындайды. ВК қоспаларының жылтуға төзімділігі – шамамен 900 °С. Бұл топтың қоспалары басқа қатты қоспалармен салыстырғанда неғұрлым үлкен беріктікке ие.

Қатты қоспалардың қасиеттеріне карбидтік бөлшектердің көлемдері де ықпал етеді. Олардың көлемдерінің кішіреюі, қоспаның қаттылығының ұлғаюына және беріктігінің төмендеуіне алып келеді. Карбидтердің орташа шамаларына байланысты, қоспалар (2.4-ші кесте) ерекше ұсақ түйіршіктеріге (ЕҰ), ұсақ түйіршіктеріге (Ұ), орташа түйіршіктеріге (белгіленімде қосымша әріптер жоқ) және ірі түйіршіктеріге (В) бөлінеді.

Ұсақ түйіршікті құрылымдарды алу үшін қоспаның құрамына, жентектелу барысындағы WC карбидтердің аруына кедергі келтіретін тантал карбиді (TaC) енгізіледі (ВК6-ОМ және ВК10-ОМ қоспалары 2 % TaC тұрады).

2.3-ші кесте. Вольфрам-кобальттық қоспалардың механикалық қасиеттері

Қоспа	$\sigma_{\text{сшл}}$, МПа	HRA
ВК3	1 176	89,5
ВК4	1519	89,5
ВК6	1519	88,5
ВК8	1666	87,5
ВК10	1 764	87

Ескерту. $\sigma_{\text{сшл}}$ – материалдың иілу барысындағы беріктігі шегі; HRA – қаттылық.

2.4.-ші кесте. Карбид қоспасы көлемінің механикалық қасиеттеріне ықпалы

Қоспа	Карбид көлемі, мкм	$\sigma_{\text{ил}}$, МПа	HRA	E , ГПа
BK6-OM	1,3	1 270	90,5	—
BK6-M	1,6	1421	90	645
BK6	2,0	1519	88,5	640
BK6-B	3,4	1660	87,5	635

Ескерту. $\sigma_{\text{ил}}$ – материалдың иілу барысындағы беріктігі шегі; HRA – қаттылық; E – материалдың иілгіштігі модулі.

Бірақ тантал карбидінің құнының жоғарылығына сәйкес, оның орнына осыған ұқсас қасиеттерге ие хром карбиді пайдаланылады. Бұл жағдайдағы қоспаны белгілеу үшін X әрпі енгізіледі – BK10-XOM, BK15-XOM.

BK тобының қоспалары, кескенде сыну (сусымалы) жаңқасы пайда болатын материалдарды өндеген жағдайда қолданылады, мысалы, шойын, түсті металдар, әйнек пластиктер және т.б. Мұндай материалдарды өңдеу барысында динамикалық жүктемелер пайда болады, және бұл жоғары беріктіктері бар қатты қоспаларды пайдалануға мәжбүрлейді. Ұсақ түйіршікті қоспалар жоғары термоциклдік төзімділікке ие, сондықтан оларды өңделулері күрделі материалдарды өңдеу үшін пайдаланады (кесу аймағындағы жоғары температуралар). Ұсақ түйіршікті қоспалардан жасалынған аспаптарды қайрау барысында, оның көмегімен өңделетін бетте болымсыз тегіссіздіктер пайда болатын неғұрлым өткір кескіш жиек пайда болады.

Соңғы жылдары қатты қоспалы өзектерді дайындау үшін, карбид түйірлері көлемдері 0,3...0,7 мкм және құрамы Co 6... 12% болатын ультра ұсақ түйіршікті қатты қоспаларды пайдаланып жүр. Мұндай өзектерден диаметрi 0,1 мм және одан да жоғары болатын білік аспабын дайындайды (бұрғылар, шеткі фрездер).

ТК тобы қоспалары. Титан-вольфрам-кобальттық қоспалар әріптер мен цифрлар комбинациясымен белгіленеді. Т әрпінен кейінгі цифр қоспадағы титан карбидінің құрамын, К әрпінен кейінгі цифр – кобальттың құрамын көрсетеді (мысалы, T15K6 қоспасы құрамы – TiC 15%, Co – 6%, басқалары 81 % – WC).

Кобальт, оның ішінде қатты ерітіндідегі тәрізді титан карбидтері мен вольфрам болатын жалғастырғыш ретінде қызмет атқарады. Кобальттың құрамының ұлғаюы беріктіктің артуына, бірақ сонымен бірге қаттылық пен жылу өткізгіштіктің төмендеуіне алып келеді. TiC мөлшері ұлғайған жағдайда, қоспаның қаттылығы артады, ал беріктік кемиді (2.5-ші кесте).

2.5-ші кесте. ТК тобына жататын қоспалардың қасиеттері

Қоспа	$\sigma_{\text{пл}}$, МПа	HRA	E, ГПа
730K4	980	92,0	430
715K6	1 176	90,0	530
714K8	1 274	89,5	530
T5K10	1421	88,5	560
T5K12	1666	87,0	560

Ескерту. 2.4-ші кестеге ескертуді қараңыз.

ТК тобы қоспалары иірімді жаңқалы, яғни болатты материалдарды өңдеу үшін пайдаланылады. Аспап өңделіп отырған материалмен тұрақты байланыста болады, бұл оның көбірек қызуына алып келеді. Сондықтан, құралдық материал жоғары жылуға төзімділікке ие болуы қажет. Қақтың түзілуі пайда болады, адгезионды байланыстар пайда болады. Болаттың ТК басқа топтарымен қатаюы неғұрлым жоғары температураларда орындалады. Бұл өндеуді неғұрлым жоғарырақ жылдамдықта өндеуге мүмкіндік береді (ВК тобының қоспаларында болатпен жұптасып қақтың пайда болуы 625 °С, ал ТК тобының қоспаларында —770 °С жоғары температурада байқалған). Болат – ТК жұбындағы адгезия күші, болат – ВК жұбына қарағанда шамамен 10 есеге төмен. Сондықтан ТК тобы қоспаларына арналған кесу күшінің ықпалымен, аспап материалымен байланысты қақты ғана жою неғұрлым мүмкін, ал ВК тобындағы қоспалардан жасалған аспапта кескіш жиектің үгітілуі орын алуы мүмкін.

ТТК тобы қоспалары. Титан-тантал-вольфрам-кобальт қоспалары ТТК белгілерімен таңбаланады. Екінші Т әрпінен кейінгі цифр НС және ТаС карбидтерінің сомалық мөлшерлерін көрсетеді.

Бірдей жылу төзімділіктері жағдайында (1 000 °С) ТТК тобы қоспалары ТК тобы қоспаларынан, қаттылық – беріктік қасиеттерінің үйлесімі бойынша артық болады (2.6-шы кесте). Осылай, кобальттың көлемі бірдей болған жағдайда, ТТ8К6 қоспасы Т15К6 қоспасынан қаттылық бойынша (тиісінше 90,5 және 90 HRA), және беріктік бойынша (1 323 және 1 176 МПа) артық болады.

Танталдың карбидпен қоспасының неғұрлым үлкен ықпалы, циклдік жүктемелері білінеді – соққылық тозу төзімділігі 6-дан 25-ке дейін артады. Сондықтан, құрамында танталы бар қоспалардан жасалынған пластиналарды, кесудің өте күрделі шарттарында пайдаланылатын (үлкен күштік және температуралық жүктемелермен) аспаптарға орнатады: қиықтың үлкен қималарында, үзік кесуде, күрделі өңделетін (қызуға төзімді) материалдарды өңдеу барысында.

2.6 Кесте Қорытпалардың құрамы мен қасиеттері қорытпа ТТК

Қоспа	Құрамы, мас. %				$\sigma_{\text{нп}}$ МПа	HRA	E, ГПа
	WC	NC	TaC	Co			
1T7K12	81	4	3	12	1666	87,0	—
1T8K6	84	8	2	6	1323	90,5	—
1T10K8	82	3	7	8	1 617	89,0	490
1T20K9	67	9,4	14,1	9,5	1470	91,0	550

Ескерту. 2.4-ші кестеге ескертуді қараңыз.

Вольфрамсыз қатты қоспалар (ВСКҚ). Кобальтты жалғанымды емес, никель-молибденді жалғанымды карбид және титан карбонитридті негіздегі қоспалар бірінші буындағы ВСКҚ болып табылады. Оларға ТН, КТН (2.7-ші кесте) қоспалары жатады. Жылу төзімділіктері бойынша бұл ВСКҚ құрамында вольфрамы бар қоспаларға тең келмейді (800 °С), олардың беріктіктері мен иілгіштік модульдары да төмен болып табылады.

Бұл топтың ВСКҚ жылу сыйымдылығы мен жылу өткізгіштігі, құрамында вольфрамы бар қоспалармен салыстырғанда төмен, өйткені кесу барысында бөлінетін жылудың бірдей бөлінуінде, ВСКҚ жасалынған құралдың кескіш жиегі көбірек қызады. Бұл мұндай Құралдың кесудің жоғарғы жылдамдығындағы төмен төзімділігін білдіреді. ВСКҚ өзінің төменгі беріктігі бойынша, құрамында вольфрамы бар қоспалардан үлкен берілісті және терең кесу барысындағы күштік кесуде төмен болады.

Бұл ВСКҚ өлшеу (калибрлер) және сымдау аспаптарын дайындайды.

2.7-ші кесте. Вольфрамсыз қатты қоспалардың құрамы мен қасиеттері

Қоспа	Құрамы, мас. %				$\sigma_{\text{нп}}$ МПа	HRA	E, ГПа
	TiC	TiCN	Ni	Mo			
КНТ16	—	74	19,5	6,5	1200	89	425
ТН20	79	—	15	6	1050	90	420
ТН50	53	—	34	13	1400	86,5	—

Ескерту. 2.4-ші кестеге ескертуді қараңыз.

Келесі буын ВСКҚ неғұрлым жоғары еріктік қасиеттеріне ие, олар —ЛЦК20, ТВ4, ЦТУ, НТН30 қоспалары. Бұған олардың химиялық құрамдарын жетілдіру есебінен қол жеткізіледі – циркониймен, вольфрам карбидтерімен, молибденмен қосымша қаспалау арқылы.

89 ... 89,5 HRA қаттылығы жағдайында қоспалардың σ_{min} иілуі барысындағы беріктіктері шегі 1 270 ... 1 320 МПа құрайды. Бұл қоспаларды тек таза емес, сонымен қатар болаттардың тазартылмаған өңделуінде де, – қайрауда және фрезерлеуде пайдалануға мүмкіндік береді.

2.5.3. Кескіш керамика

Жалпы мәліметтер. Керамиканы өнеркәсіпте, кескіш керамика деген атқа ие болған құралдық материал ретінде қолданады. Кескіш керамика тек қатты химиялық қосылыстардан тұрады – оксидтер, карбидтер, нитридтер (қатты қоспалармен салыстырғанда керамикада метал-жалғаным жоқ).

Химиялық құрамына байланысты кескіш керамиканы төмендегідей бөледі:

- оксидтік – Al_2O_3 (99 %) магниймен цирконий (ақ) оксидтерінің қоспаларымен;
- оксидті-карбидтік – Al_2O_3 (60.80 %) балқуы қиын металдардың оксидтері мен карбидтерімен (қара);
- оксидті-нитридтік – Al_2O_3 и TiN (кортинит);
- кремнийнитридi негізінде Si_3N_4 (силинит-Р).

Кескіш керамика жылу төзімділігінің (1 200.1 400 °С) және қаттылықтың (96 HRA дейін) жоғары мәндеріне ие, өйткені жұмсақ метал-жалғаным жоқ, бұл кесуді 400.600 м/мин жылдамдығымен орындауға мүмкіндік береді. Кесу аймағындағы температура өте жоғары мәндерге жетеді және диффузиялық тозу қаупі пайда болады (құралдық материалдың өңделетін диффузиясы). Бірақ, кескіш керамиканың жоғары химиялық төзімділігі салдарынан бұл орын алмайды. Онымен бірге, метал-жалғанымның жоқтығы, кескіш керамиканың жоғары сынғыштығына және төмен беріктігіне алып келеді.

Оксидтік кескіш керамика. Тек Al_2O_3 алюминий оксидінің тұратын кескіш керамиканың механикалық қасиеттері төмен. σ_{min} беріктігі шегі = 200...350 МПа тең. Кескіш керамиканың механикалық қасиеттерінің артуына, оның құрылымын жақсарту, сығымдалу кернеуін жасау, арматуралаушы талшықтардың есебінен қол жеткізіледі. Кескіш керамиканың беріктігі кеуектілігінің және түйіршіктердің шамасының кемуімен артатын болады. Кеуектіліктің кемуіне ХПС ГП-ға өту барысында қол жеткізіледі.

Түйіршіктің шамасы, құрылымды үгітетін төмендеуі MgO қоспаларының есебінен қол жеткізілетін жентектелу температурасына байланысты. Кескіш керамиканың құрамына цирконий диоксидін ZrO_2 (5... 15 мас. %) енгізген жағдайдағы беріктіктің ұлғаюы айтарлықтай тиімді. Бұл беріктік шегінің артуына алып келеді (700 МПа дейін). Кескіш керамиканы арматуралау, сызаттардың таралуын ұстайтын, SiC кремний карбидінің монокристалды талшықтарын (қылқандарын) енгізумен жүзеге асырылады. 30% SiC болған жағдайда, беріктіктің 25...30% ұлғаюына қол жеткізіледі және кескіш керамиканың жылу өткізгіштігі артады.

Оксидті-карбидтік және оксидті-нитридтік кескіш керамика. Бұл керамикалардың құрамына балқуы қиын элементтердің карбидтері мен нитридтері кіреді. Оларды енгізуден келетін пайда ұсақ түйіршікті құрылымды алуден байланысты (түйіршіктердің көлемдері шамамен 2 есеге төмендейді), бұл беріктіктің артуына алып келеді. Оксидті-карбидтік және оксидті-нитридтік кескіш керамикалардың механикалық қасиеттері түйіршіктерді қосымша үгіту (ЫС технологиясы) және цирконий диоксидімен қоспалау (ақ оксидтік керамика тәрізді) есебінен жоғарылауы мүмкін.

Нитридті кескіш керамика. Мұндай кескіш керамиканың негізі — кремнийнитридті Si_3N_4 . Беріктіктің артуына магний (MgO), иттрий (Y_2O_3), цирконий (ZrO_2) оксидтері қоспаларын, сонымен бірге $\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ кешенді қоспаларын енгізу арқылы қол жеткізіледі.

2.8-ші кесте. Кескіш керамиканың құрамы мен қасиеттері

Топ	Маркасы	Құрамы	Жентектелу	HRA	$\sigma_{\text{иіл}}$, МПа
Оксидті	ЦМ-332	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$	СС	91	300... 350
	ВО-13	Сондай	Сондай	92	400... 450
	ВШ-75	ЫС	ЫС	93	400... 600
Оксидті-карбидті	ВЗ	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiC}$	ЫС	93	650
	ВОК-60	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiC} + \text{ZrO}_2 + \text{HfO}_2$			
Оксидті-нитридті	ОНТ-20 (кортинит)	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiN}$	ЫС	93	640
Нитридті	Силинит-Р	Сиалон + TiN	ЫС	95	500... 700

Ескерту: 1. СС – суық сығымдау, ЫС – ыстық сығымдау. 2. 2.4-ші кестеге ескертуді қараңыз.

Қоспа ретінде алюминий оксиді мен нитридін пайдаланған жағдайда ($Al_2O_3 + AlN$), «сиалон» ($SiAlON$) деген атау алған кескіш керамика пайда болады. Сиалон кремний нитридімен салыстырғанда термиялық іруге қарсы үлкен төзімділікке ие. Титан нитридін енгізу қаттылық және беріктік сипаттамаларының артуына алып келеді.

Әртүрлі топтардағы кескіш керамиканың құрамдары мен қасиеттері 2.8-ші кестеде келтірілген.

2.6. АЛМАС ЖӘНЕ БОРДЫҢ ТЕКШЕ НИТРИДІ НЕГІЗІНДЕГІ АСА ҚАТТЫ МАТЕРИАЛДАР

Көміртек және бордың текше нитриді (БТН) бірдей құрылымға ие, бұл олардың жақын қасиеттерін анықтайды. Заттар екі түрленімде болулары мүмкін:

тығыз – алмас және БТН;

қабатты – графит және бұрғының графитқа ұқсас нитриді.

Алмас – табиғи зат. Бордың текше нитриді табиғатта кездеспеген. Оны бордың графитқа ұқсас нитриді табиғи затынан синтез жасау жолымен алады.

Табиғи алмастар көбіне түссіз болады. Бірақ қоспалар болған жағдайда, алмастың кристалдары әртүрлі түстерге боялулары мүмкін, сары, рубин түстес-қызыл, көгілдір және басқа да түсті алмастар кездеседі. Зергерліктерге жоғары сапалы, жетілген қалыпты немесе біркелкі боялған, сызаттарсыз, қоспаларсыз алмастар жатады (олардың өндірістегі үлесі шамамен 20 %).

Алмастың және бордың текше нитриді қараттармен өлшенеді (0,2 г). салмағы 1 қарат болатын алмастың орташа диаметрі шамамен 5 мм болады. Әдетте алмастардың іріліктері шамалы болады. Түйіршіктердің көлемдері көбіне миллиметрдің бөліктерінен көлденеңінен есептегенде 10 мм дейін болады. Кейбір кен орындарындағы алмас түйіршіктерінің көлемі миллиметрдің жүзден бір бөлігін ғана құрайды. Бірақ, көлемдері грек жаңғағындай, тауық жұмыртқасындай және тіпті жұдырықтай ірі алмастар да кездескен. Бұл сирек кездесетін даналарға атау беріледі. Көлемі 100x65x50 мм және салмағы 3106 кар (621,2 г) болатын ең ірі алмас Оңтүстік Африкада табылды және алмасты өндіруші компанияның президентінің құрметіне «Куллиан» деген атауға ие болды. Өндірілетін алмастардың негізгі үлесі (80 %) – техникалық.

Техникада алмастың бірегей қасиеттері пайдаланылады, оның ішінде жоғары қаттылығы мен тозуға беріктігі. Өнеркәсіпте карбонадо типіндегі алмастар кеңінен пайдаланылады – жасырын кристаллды немесе ұсақ түйіршекті әртүрлі түсті дұрыс емес түзілген, баллас – көп кристалды овалды немесе шартәріздес қалапытағы, түссіз, графиттің қосылуынан сұр немесе қара түсті, борт – алмастардың дұрыс емес ұсақ өсінділері.

2.9-шы кесте. Алмас пен бордың текше нитридінің физикалық-механикалық қасиеттері

Қасиеттері	Алмас	Бордың текше нитриді
Тығыздық, г/см ³	3,48... 3,56	3,44.3,49
ҚаттылықHV	10000	9 250
Иілу модулі, МПа	900 000	720 000
Беріктік шегі, МПа: сығымдалғандағы	2000	500
иілгендегі	210... 500	—
Салыстырмалы жылу өткізгіштік, Вт/(м ■ К)	7.15	5.10
Желілік кеңею коэффициенті, 10 ⁶ °С ⁻¹	0,12	0,16

Алмас табиғаттағы бізге белгілі минералдардың ішіндегі ең қаттысы, алмастың иілу модулі де басқа белгілі қатты заттарға қарағанда жоғары болып табылады. Бұл қасиеттері бойынша БТН тек алмастан ғана кейін тұр (2.9-шы кесте). Алмас пен БТН жоғары қаттылықтары олардың айтарлықтай сынғыштықтарын анықтайды. Алмас сығымдалуға салыстырмалы жоғары кедергісінде ($\sigma_{сж}$ қақталған материалдардан кем емес), иілуші жүктемелерге нашар қарсыласады. Бор нитридінің беріктік сипаттамалары, алмаспен салыстырғанда төмен.

Алмастың бор нитридімен салыстырғандағы жылу өткізгіштігі жоғары, ал термиялық кеңею коэффициенті төмен, бұл құралдық материалы ретінде алмастың артықшылығы болып табылады (2.9-шы кестені қараңыз). Барлық басқа құралдық материалдар бұл параметрлері бойынша алмастан және БТН-нен төмен.

Алмас ашық ауада өзінің қасиеттерін 800... 1000 °С аралығында сақтайды, одан да жоғары температураларда, ол көміртек диоксидінің бөлінуімен жанып кетеді; оттегі болмаған жағдайда алмас 1 000 °С дейін төзімді (алмастың графитке айналуы температурасы).

Бор нитридінің ашық ауадағы айтарлықтай қышқылдануы одан да жоғары температураларда басталады (1 200 °С температура жағдайында 1 сағат бойына ұстағаннан кейін). Оның жоғары төзімділігі, шамамен 1 000 °С температурада, оның бетінде қышқылдануға кедергі келтіретін бор оксидінің жұқа пленкасының (B_2O_3) түзілуімен түсіндіріледі. БТН графит тәрізді затқа айналуы 1 500 °С жоғары температурада орын алады.

Жоғары температурада алмастың темір негізіндегі қоспалармен белсенді диффузиялық өзара қарым-қатынасқа түсуі байқалады. 727 °С дейінгі температурада көміртектің темірдегі еруі төмен (0,04% артық емес), бірақ неғұрлым жоғары температурада ол шұғыл ұлғаяды. Бор нитриді темірге қатысты инертті болып табылады.

Өнеркәсіпте жүзді құралды дайындау үшін табиғи емес, синтетикалық алмастар неғұрлым кеңінен дайындалады. Бордың текшелік нитридин тек синтездеу жолымен ғана алуға болады. Алмас пен БТН синтезі жоғары қысымдағы технологияларды дамытудың арқасында ғана мүмкін болады. 1950 жылдардың орта шамасында бірқатар елдерде жасанды алмас алу мүмкін болды. Сәл кейінірек 1960 жылдары БТН синтезделді. Бұл заттардың синтезделуі арнаулы камераларда өте жоғары қысымдарда (5 000 МПа жоғары) және температурада (2 500°С және одан да жоғары) жүргізіледі. Қазіргі таңда алмас пен БТН синтезделуі көптеген елдерде игерілді, оның ішінде Ресей де. Аса қатты материалдарды кристалдар түріндегі аспаптарды дайындау барысында пайдаланылады немесе ұнтақтарды қақтау жолымен алынады.

Алмастың поликристаллдары және БТН 0,4...0,7 қаратқа дейінгі массаға, 3.8 мм-ге дейінгі диаметрге және 5 мм-ге дейінгі биіктікке ие.

2.10-ші кесте. Алмас және бордың текшелік нитриді негізіндегі аса қатты материалдардың қасиеттері

Материал	Қаттылық HV	Беріктік шегі, МПа		Иілу модулі, ГПа	Жылуға төзімділік, °С
		сығымдалған да	иілгенде		
Алмас негізінде					
АСБ	9500	300	75	—	800
АСПК	9 200	—	75	—	
СВБН	8500	850	—	—	
СКМ	4 100	—	—	84 100	
Бордың текшелік нитриді негізінде					
Композит-01	7500	—	—	—	1 100. 1300
Композит-02					
Композит-09	7 000	375	100	—	—
Композит-05	6000	220	47	62 000	1200
Композит-10	4 500	300	120	71 200	900

Ұнтақтардың қақталуы арқылы алынатын материалдар тобы, неғұрлым көп санды болып табылады, өйткені әртүрлі қасиеттерді қамтамасыз етуші, әртүрлі технологиялық нұсқалар мүмкін болады (жалғану, қақталу технологиясы және т.б.). дайындамаларда үлкен көлемдерге ие болуы мүмкін. Жалғаушы заттар ретінде металдар, карбидтер, нитридтер, карбонитридтер, оксидтер және т.б. пайдаланылулары мүмкін. Қақталған композициялық материалдардың қасиеттері, жалғанудың құрамы мен көлеміне байланысты айтарлықтай ерекшеленуі мүмкін (материалдың 40% дейін). Осылайша, БТН негізіндегі әртүрлі материалдар үшін, термотөзімділік 600... 1 450 °C шектерінде тербеледі.

Өнеркәсіпте алмас пен БТН негізінде келесі материалдар пайдаланылады:

- олардың құрылымдарының табиғи алмаспен ұқсастықтары үшін, осылай аталған АСПК (карбонадо) және АСБ (баллас) маркалы синтетикалық алмас поликристалдары;
- алмас түйіршіктерінің қақталуымен алынған материалдар – СВБН және СКМ (карбонит).

Нитрид негізіндегі аса қатты материалдар композит атауларына ие болды. 01-Композиті (эльбор), 02-Композиті (белбор) және 09-Композиті (ПТНБ) – бұл поликристаллдар. 05-Композиті және 10-Композиті (Гексанит-Р) БТН бөлшектерін қақтау жолымен алады.

Алмас пен БТН негізіндегі АҚМ 2.10-шы кестеде келтірілген.

2.7. БЕТКІ ҚАБАТТЫҢ ҚАТТЫЛЫҒЫН ҰЛҒАЙТУ ЖОЛЫМЕН ҚҰРАЛДЫҢ ТӨЗІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

Жалпы мәліметтер. Құралдың тозуға төзімділігі беткі қабаттардың қаттылықтарын ұлғайту есебінен артады.

Негізгі тозуы бір қыры бойынша өрістейтін, ал қайта қайрау басқа қырлар (шүйделенген аспап – иірмекті фрездер, таңбалаушылар және т.б.) арқылы өрістейтін құралға арналған беткі қабатының беріктендірілуі неғұрлым тиімді.

Құралдың бетінің қаттылығын арттыру үшін келесі ұсынылған технологиялар пайдаланылады:

- химиялық-термиялық өңдеу (азоттау, нитроцементациялау және т.б.);
- электролиздік жабу (хромдау);
- адгезиялық (иондық-плазмалық тозаңдандыру, жабындыларды газ фазасымен тұндыру).

Химиялық-термиялық өңдеу (ХТӨ). Мұндай өңделуге жылдам кескіш болаттардан жасалған аспаптар жатады. Диффузия Құралдың жабындысы мен материалының күшті байланысын қамтамасыз етеді. Өнеркәсіпте беткі қабаттарды азотпен немесе азотпен және көміртекпен қанықтыру технологиясы пайдаланылады. Бұл элементтердің атомдарын жылдам кескіш болатқа диффузиялайды. Бетте жоғары беріктікке ие, нитридтер мен карбонитридтер түзіледі. Қабаттар төмендетілген үйкелу коэффициентіне ие. Үдерістер газық немесе сұйықтық орталарда орындалады.

Азоттау (азотпен қанықтыру), **нитроцементациялау** (азотпен және көміртекпен қанықтыру) – газ үдерістері. Азоттау аммиак ортасында орындалады, нитроцементациялау – аммиак пен көміртектендіргіш газ ортасында орындалады (мысалы, пропан).

Үдерістер 540...550°C температурасында 1...2 сағат бойына, ұзақ (72 сағатқа дейінгі), конструкциялау бөлшектерін азоттаудан айырмашылығы жүргізіледі. Бетте вольфрам (молибден) және хром негізіндегі нитридтер мен карбонитридтерден жасалынған жұқа қабаты түзіледі. Беріктендірілген қабаттың тереңдігі – 0,01.0,025 мм, қабаттың қаттылығы 1 300.1 400 HV болады (жылдам кескіш болаттың қаттылығы, шамамен 850 HV).

Газ үдерістерінің айтарлықтай кемшілігі, жергілікті беріктендірудің мүмкін еместігі немесе күрделілігі. Беріктендіру тек құралдың кесуші бөлігі үшін ғана қажет, ал сағалық үшін ол зиянды. Үйкелу коэффициентін төмендеуіне байланысты, аспап қысу жадығында бұралатын болады.

Газ үдерістері дәнекерлеу аспаптары үшін пайдаланылуы мүмкін емес, өйткені 540...550 °C температурасында, олардан сағалықтар дайындалатын конструкциялық болаттардың қаттылықтарының жоғалуы орын алады (45, 40X, 40ХФА болаттар).

Циандау және карбонитрациялау – Құралдың беткі қабатының азотпен және көміртекпен сұйықтық қанығу үдерістері болып табылады. Үдерістер жұмыс ортасының құрамымен ерекшеленеді. Циандау NaCN (80%) және Na_2CO_3 тұздарының (20%); карбонитрациялауды — NaCNO тұздарының балқытпасында өткізіледі. Үдерістер температурасы 540...550 °C, ұзақтығы 5-тен 25 минутқа дейін болады (қабаттың қажетті тереңдігіне байланысты). Үдерістің бес минуттық ұзақтығы жағдайында, қабаттың тереңдігі 0,007.0,010 мм құрайды (шағын көлемді аспап үшін). Ұстап тұруды 25 минутқа дейін ұлғайтқан жағдайда, беткі қабаттың қанығу тереңдігі 0,015.0,030 мм дейін ұлғаяды. Қанығуға түсетін беткі қабаттың қаттылығы 1000.1 100 HV құрайды.

Сұйықтық үдерістер жергілікті беріктендіруді өндіруге мүмкіндік береді. Олар улы, айтарлықтай экологиялық қорғаныста жұмыс істейтін қауіпсіздіктің қатты шараларын қамтамасыз етуді талап етеді.

Беткі қабаттардың беріктенуінің қарастырылған үдерістері, жеткілікті сенімді және тұрақты, олар құралдың төзімділігінің (оның тозуға төзімділігінің) 1,5 есеге артуын қамтамасыз етеді.

Электролиздік (гальваникалық) жабынды. Жылдам кескіш болаттардан жасалынған аспап үшін хроммен жылтыратылған жабындыны пайдаланады. Мұндай жабынды жоғары қаттылыққа (900... 1 000 HV), төмен үйкелу коэффициентіне ие. Электролиздік жабынды, диффузиялықтарға қарағанда болаттың өзімен әлсіз жалғанған, төмен жылу төзімділігіне ие: 400 °C қыздырылған жағдайда, қаттылықтың айтарлықтай төмендеуі орын алады.

Хромдалған құралды неғұрлым тиімді қолдану, кесу барысында аспапқа жабысатын жұмсақ, жабысқақ материалдарды өндеуде (алюминий қоспалары, баббиттер). Жабысып қалу үйкелу коэффициенті төмендеуі себепті төмендейді – жабындысын болатпен салыстырғанда шамамен 2 есеге (0,08 және 0,19 – баббитпен бірге үйкелу коэффициенттері).

Адгезиялық жабынды. Жабынды аспапқа физикалық немесе химиялық тұндыру жолымен жүзеге асырылады (ЖФТ және ЖХТ – тиісінше жабындылардың физикалық және химиялық тұндырылулары).

Аталған технологияларды пайдаланған жағдайда, аспапқа анағұрлым жоғары қаттылыққа ие нитридтердің, карбидтердің, оксидтердің бір қабатты немесе көп қабатты жұқа жабындылары жағылады (титан карбидінің қаттылығы 3 200 HV, титан нитридінікі – 2 500 HV құрайды). Жабынды құралдың төзімділігін 2-4 есеге арттырады, төзімділіктің 8-10 есеге дейін артуы жағдайлары да байқалған.

Жабындылардың физикалық тұндырылуы салыстырмалы төмен температураларда орындалуы да мүмкін (шамамен 500 °C), яғни, жылдам кескіш болаттардың жұмсаруы температурасынан төмен. Бұл технология жылдам кескіш болаттардан және қатты қоспалардан жасалынған аспаптарды беріктендіру үшін қолданылады.

Жабындылардың химиялық тұндырылуы жоғары температураларда өткізіледі (шамамен 1 000 °C). Бұл тек технология қатты қоспалы құралды беріктендіру үшін ғана пайдаланылуы мүмкін.

ЖФТ технологиялары (*PVD – physical vapour depositions*) жабындының және оның реагент-газбен жалғауына кіретін, метал вакуумындағы булануға негізделген. Сонымен бірге, пленка түрінде аспапқа тұндырылатын химиялық жалғанулар (нитридтер, карбидтер) түзіледі.

Өнеркәсіпте аспапқа титан нитриді (TiN) жабындысын жағуға арналған ион бомбалауын конденсациялау (ИБК) әдісі кеңінен игерілген.

Вакуумдық камерада электр доғалық булану көздерін орналастырады. Бұл жабындының құрамына кіретін катод болып табылатын метал (титан нитриді мен титанды жаққанда). Анод камераның металдан жасалынған корпусы болады.

Электр доғалық көздерді қосқан жағдайда, титанның плазмалық ағыны жасалынады, титанның иондары құралды – жабынды объектісін бомбалайды.

Вакуум камерасына реакция беруші газды (азотты) бергенде, титан нитридінің түзілуі реакциясы ($Ti^{+} + N^{-} \rightarrow TiN$) және оның құралдың бетіне отыруы (конденсациялау) орын алады

TiN жабындысын, алдын-ала азотталған аспапқа тиімді жағылады. Мұндай технология қаттылығы 1000... 1 100 HV тең аралық азотталған қабаттың (қосалқы қабаттың) болуының арқасында, беттің қаттылығының (TiN пленкасы) 2-ші 500...3000 HV қаттылықпен негізгі металға біркелкі өзгеруін (қаттылығы 840.850 HV болатын жылдам кескіш болатын) қамтамасыз етеді. TiN жабындысын алдын-ала азоттау арқылы аспапқа жағу құралдың қасиеттерін жақсартады, өйткені азоттаусыз TiN пленкасын жағу барысындағы алынатын қаттылықтың шұғыл құбылуы, кернеулердің концентраторы болып табылады.

Нәтижесінде карбидтерден, нитридтерден, оксидтерден тұратын жабындылар түзілетін ХФТ технологиялары (**CVD – chemical vapour depositions**), бу-газды ортадан өтетін химиялық реакцияларға негізделген.

Реакцияның өткізілуі барысындағы химиялық жалғанымдағы металдың «жеткізушісі», металдардың Д. И. Менделеев атындағы элементтертердің периодтық жүйесінің VII тобы элементтерімен (галогендермен) қосылуы. Металдық емес атомдар көзі – газдар.

Карбидтен (TiC), нитридтен (TiN) және титан карбонитридінен (TiCN), алюминийоксидінен (Al_2O_3) жасалынған жабындылар неғұрлым кеңінен таралған. Жабындылар көп қырлы қатты қоспалы пластиналарға жағылады, сонымен бірге жоғары беріктікке ие, құрамындағы кобальттың көлемі жоғары қатты қоспалар пайдаланылады.

Пленкаларды тұндыру 1 000...1 100 °C температурасында сутегі ортасында орындалады. Пленкалар галогенидтердің іруі және келесі көрсетілген реакциялардың өтуі жағдайларында түзіледі:

- титанкарбиді: $TiCl_4 + H_2 + CH_4 \rightarrow TiC + 4HCl + H_2$;
- титаннитрид: $TiCl_4 + N_2 + 2H_2 \rightarrow TiN + 4HCl + H_2$;
- алюминийоксиді: $2AlCl_3 + 3H_2 + 3CO_2 \rightarrow Al_2O_3 + 3CO + 6HCl$.

Жабындыны химиялық тұндыру нәтижесінде, диффузиялық үдерістер салдарынан, жабынды мен қатты қоспаның күшті адгезиялық байланысы пайда болады.

2.8. ЖҮЗДІК ҚҰРАЛДЫҢ КОНСТРУКЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРЫ

Жүздік аспаптардың кескіш бөлігі (пластиналары) және дәнекерлеу аспабы механикалық бекітілген бірқатар бөлшектерін конструкциялық болаттардан жасалады (құралдың конструкциясы 3-ші бөлімде қарастырылған).

Кескіш бөліктердің механикалық бекітпесі кескіштер, фрездер, бұрғылар, зенкерлер, қашаулар, жонғыш бастиктер үшін жиі пайдаланылады.

Жиналмалы құралдың кескіш бөлігі – бұл қатты қоспалардан, кескіш керамикадан немесе АҚМ жасалынған әртүрлі қалыптардағы стандартты көлемдердегі пластиналар. Жиналмалы құралдың конструкциясына, кескіш бөліктерден бөлек, корпус, бекіту бөлшектері, қысқыштар, серіппелер кіреді. Кескіштер жаңқа опырғышпен жабдықталуы мүмкін.

40Х, 40ХФА, 50ХФА орташа көміртекті болаттардан корпустарды (ұстағыштар) (42...50 HRC), қысқыштар (32...42 HRC), бекіту бөлшектері (қаттылықтары 35.47 HRC) дайындалады. Серіппелерді беріктендірілген сымнан дайындайды (серіппелік болат 65Г).

АҚМ жабдықталған кескіштерді ұстағышты да, құралдық болаттардан дайындайды, мысалы 9ХФ(60 HRC дейін).

Жаңқа опырғыш – жаңқамен тікелей жанаспалы бөлшек, яғни тозуға жұмыс істейтін. Жаңқа опырғыштарды ВК8 қатты қоспаларынан немесе ВВТС (ТН-50) дайындайды.

Шеткі аспап 45, 40Х конструкциялық болаттарымен дәнекерленген болуы мүмкін.

2.9. АБРАЗИВТІ ҚҰРАЛ МАТЕРИАЛДАРЫ

2.9.1. Жалпы мәліметтер

Абразивті өңдеу – тегістеуден және жылытыратудан әртүрлі материалдар өткізіледі. *Абразивті материалдар* (абразивтер) – бұл сызылған және қажалған дайындамаларды өндеуге қабілетті заттар, тиісінше олар жоғары қаттылыққа және тозуға төзімділікке ие болулары қажет.

Абразивті өңдеу еркін қалыптағы абразивті ұнтақпен, сонымен қатар қатты негіздегі (шеңберлер, сегменттер, қайрақтар), иілгіш негіздегі абразивті құралдармен (жұқа қабықша) және пасталармен жүзеге асырылады.

Қатты негіздегі аспапта абразивтік түйіршіктер (ұнтақтар) қосылумен жалғанған. АҚМ негізіндегі құралда, абразиві жоқ корпусы болуы мүмкін.

Иілгіш негіздегі құралда, абразивтік түйіршіктер желіммен ұстатылатын қағазды немесе матаны пайдаланады.

Паталардың құрамына, абразивтік ұнтақтардан бөлек, қоймалжың майлаушы заттар кіреді. Дайындамаларды өңдеу, оларға пасталар жағылатын ысқылағыштар мен жылтыратқыштармен жүргізіледі.

2.9.2. Абразивтік материалдар

Абразивтер ретінде кеңінен таралғандарыа люминийоксиді(Al_2O_3), кремнийкарбиді(SiC), бор карбиді (B_4C), темір және хром оксидтері (Fe_2O_3 , Cr_2O_3), кремнийіоксид (SiO_2), АҚМ – БТН және алмас болып табылады.

Алюминийоксиді негізінде келесі ұсынылған абразивтік материалдар шығарылады: электрокрудтар (қалыпты, ақ және қоспаланған), монокорунд; сферокорунд.

Қалыпты электрокрудыалюминий оксидінің92... 96% тұрады (қалғаны – қоспалар), оның қаттылығы 1 900...2 000 HV. Al_2O_3 ақ электрокрудтағы, монокорундтағы (алюминий оксиді монокристаллдармен ұсынылған) және сферокорундтағы (қуыс сфера түріндегі алюминий оксиді) көлемі жоғары – 97.99 %. Ақ электрокрудты пен сферокорундтың қаттылығы – 2 000...2 100 HV, монокорундтың қаттылығы – 2 300...2 400 HV. Қоспаланған корундтар (хромды, титанды, цирконийлі) алюминий оксидінен бөлек, басқа металдардың оксидтерінен де тұрады. Корундтардың бұл түрлері біртекті құрлымға және неғұрлым жоғары механикалық қасиеттерге ие, олардың қаттылықтары – 2 000... 2 400 HV.

Химиялық таза *кремнийкарбиді* (3 300...3 600 HV) түссіз және ашық, техникалық, қоспалардың құрамдары мен көлемдеріне байланысты, ашық-жасылдан қараға дейінгі түстерде болулары мүмкін. Өнеркәсіпте кремний карбидінің екі түрі шығарылады – қара (КК) және жасыл (КЖ). Кремнийдің жасыл карбиді қоспалардың аз көлеміне ие, үлкен қаттылықты, неғұрлым сынғыш.

*Бор карбиді*қаттылығы бойынша тек алмас пен БТН ғана жол береді (3 700... 4 300 HV), ол сынғыш. Өнеркәсіпте шығарылатын бор карбиді 87.94% B_4C тұрады, қалғаны – таза бор, графит және шихтамен бірге келетін қоспалар.

Кварц (980...1 470 HV) ең кеңінен таралған табиғи материал – құмның негізгі компоненті.

Темір және хром карбидтері басқа абразивтік материалдарға қарағанда аз қаттылықта болады (2 000 HV төмен), оларды жетілдіру мен жылтыратуда пайдаланады.

Алмас пен БТН негізіндегі абразивтерді қолдану, олардың қаттылықтарымен және тозуға төзімділіктерімен шартталған, бұл өңдеудің өнімділігін ұлғайтуға және өңделетін бөлшектердің сапасын жақсартуға мүмкіндік береді. Басқа абразивтік материалдармен салыстырғандағы құралдың салыстырмалы шығыны айтарлықтай төмен.

Алмас құралды негізінен жасанды алмастардан жасайды, бірақ неғұрлым арзан сұрыпты табиғи алмастар да кездесулері мүмкін.

Қатты негіздегі аспапқа арналған АҚМ жасалынған ұнтақтарды, металдаудан өткізеді, бұл ұнтақтардың түйіршіктерін металдармен жабу, жабындыларды жағудың негізгі әдісі – гальваникалық, сонымен қатар метал қоспалар балқымасында металдауды және т.б қолданады. Жабу үшін мысты, никельді, күмісті және бұл металдардың қоспаларын, сонымен қатар әйнек пен пластмассаны пайдаланады. Жабу түйіршіктердің беттеріндегі ұсақ қабыршақтарды, сызаттарды, кеуектерді толтырады, бұл оның беріктігінің, тиісінше алмас пен БТН үшін 1,5 – 2,5 есеге және 20... 30% ұлғаюына алып келеді.

Абразивтерді ұнтақтар түрінде пайдаланады. Бөлшектерінің көлемдеріне байланысты, ұнтақтар шлифтүйіршік, шлифұнтақ, микроұнтақ деп бөледі, абразивтер мен АҚМ үшін пайдаланады. АҚМ сонымен бірге субмикро ұнтақтар дайындайды.

Шлифтүйіршіктер мен шлифұнтақтарты елеуіштен өткізе отырып алады, микроұнтақтарды – центрифугада өңдеу арқылы (бөлшектердің көлемдерін микроскоп арқылы анықтайды – атауы да осыдан шыққан).

Шлифтүйіршіктер мен шлифұнтақтарты елеу үшін сымды елеуіштерді пайдаланады. Түйіршіктің көлемі жұмыртқаның көлеміндей болып анықталады. Бұл көлемдер $10^{0,1} \approx 1,259$ туындысы бар геометриялық прогрессия болып табылады. Түйіршіктің нөмірі, ұнтақтың негізгі фракциясын ұстайтын ұяшықтың нөмірімен анықталады. Осылайша, 200 түйіршектігі бар шлифтүйіршік үшін, ұнтақтың негізгі фракциясы 2 500 мкм ұяшықты көлемді елеуіш арқылы өтуі және 2 000 мкм көлемді елеуіште ұсталуы қажет. Геометриялық прогрессияға сәйкес, елеуіштердің келесі жұптарының ұяшықтары 2 000 және 1600 мкм ($2\,500/1,259 = 1\,985,7 \approx 2\,000$; $2\,000/1,259 = 1\,588,5 \approx 1\,600$). Корунд, кремний карбиді және бор негізіндегі абразивтік ұнтақтар үшін, түйіршіктіктің 19 нмірі қарастырылған (2.11-ші кесте).

2.11.-ші кестеАбразивтік ұнтақтардың түйіршіктері

Материалы	Түйіршіктілік нөмірі
Шлифтүйіршік	200, 160, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16
Шлифұнтақ	12, 10, 8, 6, 5, 4, 3

2.12-ші кесте. Микроұнтақтардың түйіршіктері

Материалы	Түйіршіктілік нөмірі	Түйіршік көлемі, мкм
Микроұнтақтар	M63	63.50
	M50	50.40
	M40	40.28
	M25	28.20
	M20	20.14
	M16	14.10
Жұқа микроұнтақтар	M10	10.7
	M7	7.5
	M5	5.3

АҚМ ірі түйіршікті шлифтүйіршіктер жасалынбайды (ең үлкен түйіршік – 630/530 және 250/200 тиісінше алмастан және БТН жасалынған ұнтақтарда). Шлифұнтақтар160/125 -тан 50/40-қа дейінгі түйіршіктілік диапазонында шығарылады.

Микроұнтақтар (АҚМ басқалары) түйіршіктіліктің тоғыз нөмірлеріне бөлінеді. Әрбір нөмірге түйіршіктердің белгілі бір көлемі диапазоны сәйкес келеді (түйіршіктің максималды және минималды көлемі). Микроұнтақтарды М әрпімен және негізгі фракциядағы түйіршіктің үлкен көлеміне сәйкес келетін микрометрдегі цифрмен белгілейді (2.12-ші кесте).

АҚМ алынған микроұнтақтары түйіршіктерінің көлемі 63 – 5 нөмірлі абразивтік микроұнтақтарға сәйкес келеді (яғни, бұлар негізгі фракцияларының көлемдері 63... 50 -ден 5...3 мкм-ға дейінгі болатын ұнтақтр).

АҚМ алынған субмикроұнтақтарының көлемдері төмендегідей: БТН-нан – 3.1 және 1 мкм кем; алмастан – 0,7...0,3; 0,5...0,1 және 0,3 мкм кіші.

Абразивтерді таңбалаукелесідей: *nA* – крудн негізіндегі материалдар, *nC* — кремнийкарбиді негізіндегі материалдар (*n* – нақты материалды сипаттаушы цифр, мысалы, 13A – қалыпты электркорунд, 43A – монокорунд), KB – бор карбиді.

Алмастан жасалған ұнтақтар, табиғи алмастардан, және де синтетикалық алмастардан шығарылады (А және Ас деп белгіленеді). Шлифтүйіршік және шлифұнтақтардың белгіленуіне алмастардың келесі типтері кіреді: Р – поликристалдық, К – карбонадо, В – баллас, С – жентек. Алмас ұнтақтардың белгіленуі, басқа материалдарға қарағанда, тек максималды көлем емес, сонымен бірге түйіршіктің минималды көлемі де көрсетіледі (мысалы, АСК 100/63). Микроұнтақтар М әрпімен, субмикроұнтақтар – Н (мысалы, АСМ 40/28, АН 0,7/0) әрпімен белгіленеді.

2.13-ші кесте. Абразивтік материаладардың салыстырмалы абразивтік қабілеті (түйіршіктілік 160/100 мкм)

Материалы	ҚаттылықHV	Абразивтік қабілеттілік
Алмаз	10000	1,0
Бордың текше нитриді	9 250	0,58 ... 0,60
Бор карбиді	4 200	0,40 ... 0,50
Кремний карбиді	3500	0,25 ... 0,45
Монокорунд	2 300	0,15 ... 0,25
Электркорунды	2000	0,14 ... 0,16

БТН негізіндегі ұнтақтар Л әрпімен белгіленеді. Шлифтүйіршік және шлифұнтақтарды әдеттегі ЛО және жоғары ЛП (мысалы, ЛП20) шығарады. Ұнтақтың беріктігін, жалғыз түйіршікті бұзу үшін қажетті жүктемемен бағалайды.

ЛП ұнтақтарының беріктіктері ЛО ұнтақтарына қарағанда 1,5 – 2 есеге артық (Л20 және Л4 түйіршіктіктері жағдайында ЛП және ЛО ұнтақтарына арналған бұзу күші тиісінше – 6,1 және 3 Н; 2,4 және 1,8 Н құрайды).

ЛМ әріптерімен белгіленетін ұнтақтар екі маркада – ЛВМ және ЛПМ, субмикроұнтақтар — ЛМ (ЛМ3) әріптерімен шығарылады. Барлық маркалардағы цифрлар түйіршіктердің микрометрлердегі максималды көлемдерін білдіреді.

Ұнтақтардың абразивтік қасиеттері тегістелген эталон материалы – әйнектің, тегістеудің белгілі бір шарттарындағы массасымен сипатталады. Өртүрлі материалдардың абразивтік қабілетін, абразивтік қабілеті бірлік ретінде алынған алмасқа қатысты бағалайды. Абразивтік қабілеттілік шамамен қаттылыққа пропорционалды (2.13-ші кесте). Алмас абразивтік қабілеті бойынша басқа абразивтік материалдардан айтарлықтай жоғары.

Абразивтік қабілет сонымен қатар түйіршіктікке тәуелді: ол неғұрлым үлкен болса, түйіршік те соғұрлым ірі болады.

2.9.3. Қатты негіздегі құралдар материалдары

Жалпы мәліметтер. Абразивтік құралды дайындау үшін органикалық және бейорганикалық қосылыстар қолданылады. Органикалық қосылыстарға бакелиттік және вулканилтіктер, бейорганикалықтарға – керамикалық және металдық қосылыстар жатады.

Органикалық және керамикалық қосылыстарды абразивті және АҚМ алынған, металдық қосылыстарды – тек АҚМ негізіндегі құралдар үшін ғана қолданады.

Қосылыс шығыс қалпында ұнтақ болып табылады, оны компоненттердің көлемі бойынша біркелкі бөлінуін қамтамасыз ете отырып, абразивпен араластырады. Шағын дайындамаларды алуға термиялық өңдеу – қақтау арқылы қол жеткізіледі.

Органикалық қосылыстар. *Бакелиттік* байланыс негізі фенолформальдегидтік шайыр болатын, көп компонентті терморективті пластикалық масса болып табылады. Қосылыстың құрамына әртүрлі толымдауыштар кірулері мүмкін: алебастр, бор және кремний карбидтері, темір ұнтағы. Қатырғыш ретінде уротропия пайдаланылады. Абразивтік түйіршіктен және қосылыс ұнтағынан тұратын қоспаны дайындағаннан кейін, оны 50...100 °С дейін қыздырады. Мұндай температурада жұмсартылған, пластикалық полимер жеңіл қалыптанады, қоспалар қажетті қалыпты, яғни абразивті аспап қалпын береді. Қосылыс қорытынды қасиеттерін 180...200 °С температурасындағы қату (бакелизациялану) үдерісінде алады. Бакелиттік қосылыстың сығымдалуға беріктігі 200 МПа құрайды. Абразивтік құралдың бакелиттік қосылыстағы жұмысы үдерісінде, толымдауыш – алебастрдың бөліктерінің боялуы орын алады. Пайда болатын кеуектер тегістеу өнімдерінің кесу аймағынан жойылуын жеңілдетеді, бұл тегістеуші шеңберлердің жұмысқа қабілеттерін арттырады.

Бакелиттік негіздегі тегістеу шеңберлері жақсы өзін-өзі қайрау, беріктік және иілгіштік қасиеттерге ие. Оларды сыдыру және бастапқы жұмыстарда, сонымен қатар тазарту тегістеулері барысында пайдаланады. Бакелиттік негіздегі арматураланған тегістеу шеңберлері тегістеуді жоғары жылдамдықта орындауға мүмкіндік береді (60 м/с дейін). Бакелиттік қосылыстың кемшілігі төменгі жылуға төзімділігі (250 °С дейін), сонымен қатар тайғанақтығы (тұрақты жүктеме жағдайларында, Құралдың көлемінің жоғалуына алып келетін деформациялану).

Вулканилтік қосылыстың негізі синтетикалық каучук болып табылады, оның құрамына сонымен қатар каучуктың абразивпен араласуын жақсарту үшін, беріктікті арттыруға арналған толықтырғыштар (күйе, мырыш оксиді) және жұмсартқыштар (стеарин) кіреді. Вулкандау күкірттің буларында орын алады. Күкірттің көлеміне байланысты, қосылыстың әртүрлі қасиеттері алынады: күкірттің көлемі аз болған жағдайда (15 % дейін) қосылыстың майысқақтығы, иілгіштігі

жоғары болады, бірақ қаттылығы төмен болады; күкірт құрамы жоғары болғанда (60 % дейін) қосылыс қатайды және берік материал – эбонитке айналады. Қатты вулканиттік қосылыс, бакелиттікке қарағанда үлкен беріктікке ие. Мұндай қосылысты жұқа тегістеу шеңберлерін дайындағанда пайдаланады. Вулканиттік қосылыстардағы абразивтік құралдың шекті температурасы 150 °C құрайды.

Пластикалық масса төмендетілген жылу өткізгіштікке ие, бұл тегістелетін бөлшектен жылуды шығаруды қиындатады. Жылу өткізгіштікті арттыру үшін абразивтік құралдың қосылысына мыс немесе алюминий ұнтақ қосады.

Керамикалық қосылыстар. Бейорганикалық заттардан тұратын, керамикалық қосылыстардың негізгі компоненттерінің бірі, отқа төзімді саз болып табылады, оның негізін – әртүрлі оксидтер (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO және т.б.), тальк немесе әйнек құрайды. Қосылыс қорытынды қасиеттерін 1 200 °C жоғары температурада қақтау нәтижесінде алады. Керамикалық қосылыстардың беріктігі, қаттылығы және химиялық төзімділігі, органикалықтарға қарағанда жоғары. Керамикалық қосылыстағы аспаптар профильді жақсы сақтайды және жылуды шығарады, бірақ керамикаға тән жоғары сынғыштықтарынан соққылық жүктемелерде нашар жұмыс істейді.

Метал қосылыстар. Абразив түйіршіктері метал қосылыстарда, керамикалықтарға және органикалық қосылыстарға қарағанда неғұрлым берік ұсталынады. Метал қосылыстар, металдардың жоғары жылу өткізгіштері салдарынан, кесу аймағындағы жылуды жақсу шығаруды қамтамасыз етеді. Метал қосылыстарды АҚМ негізіндегі тегістеу шеңберлерін дайындау барысында пайдаланады. Құрамы бойынша метал қосылыстарды бір компонентті және көп компонентті деп бөледі.

Бір компонентті метал қосылыстары (мыс және алюминий) жоғары иілгіштікке ие, бұл құралдың корпусына бекітілетін, АҚМ алынған ұнтақты брикеттерді алудың жеңілдеуін анықтайды. Бірақ мұндай қосылыстар төменгі қаттылықтарынан және беріктіктерінен сирек пайдаланылады.

Қола негізіндегі **көп компонентті** метал қосылыстар неғұрлым көп қолданылады, оның ішінде құрамы: 80 % Cu және 20 % Sn (қалайының осындай көлемінде қоланың максималды беріктігіне қол жеткізіледі) болатын М1 маркалы қосылысы. Қола негізіндегі қосылыстар, олардың құрамына оксидтердің, силикаттардың дисперстік ұнтақтарын енгізу есебінен беріктендірілулері мүмкін. Бұл қосылыстар АҚМ, алмасты және БТН тұратын қабаттарды жасау үшін пайдаланылады. Мұндай қосылыстардың қақталу температурасы салыстырмалы түрде жоғары емес (800 °C төмен), алмастың жанып кетуі, не графиттелуі орын алмайды. Бор нитридінің неғұрлым жоғары жылуға төзімділігі, темір, кобальт, қатты қоспа негізіндегі қосылыстарды пайдалануға мүмкіндік береді, олар үлкен беріктікке және тозуға төзімділікке ие.

Метал қосылыстардағы құралды, жоғары абразивтік қабілетке ие,

сонымен қатар кесу түйіршіктері жоғары жүктемені сезінетін жоғары беріктіктегі материалдарды өңдеу үшін пайдаланады.

АҚМ негізіндегі абразивтік материалдардың принциптік конструктивтік ерекшелігі, оған дайын (қақталған) АҚМ қабаты жабыстырылатын, корпусының болуы болып табылады (шағын көлемдегі шеңберлерден басқалары).

Корпустың материалы берік, жоғары жылу өткізгіштікке ие болуы қажет, сондықтан металдан жасалынған корпустар неғұрлым кеңінен таралған. Шағын көлемді аспаптар үшін кейде пластмассадан жасалынған корпустарда қолданады. Бірақ, пластмасса ескіреді, оған байланысты құралдың көлемдері мен қасиеттері өзгереді.

Органикалық қосылыстағы АҚМ негізіндегі құралдың корпусын Д16 және АК6 алюминий қоспаларынан дайындайды. Шағын қалыңдықтағы корпустарды, қажетті беріктікті қамтамасыз ету үшін 35, 45 болаттарынан жасайды.

Метал қосылыстардағы аспаптардың корпустарын болаттан жасайды. Тегістеу шеңберлерінің және жануыш қайрақтардың корпустары үшін 45 (40...45 HRC) болаты, кескіш тегістеу шеңберлері мен тегістеу бастиектері үшін —У8А, 9ХФ (55.58 HRC)құралдық болаттары қолданылады.

Үлкен көлемдердегі тегістеу шеңберлері корпустарын, құралдың массасын азайту үшін алюминий қоспаларынан (АК6) дайындайды.

АҚМ қабаттары мен құралдың корпустарының қосылыстарын әртүрлі әдістермен жүзеге асырады, мысалы, пісіру, желімдеу.

2.9.4. Иілгіш негіздегі құрал материалдары

Иілгіш негіздегі құрал – бұл *абразивтік тегістеу қабықшасы* және одан жасалынған бұйымдар. Абразивтік тегістеу қабықшаларын суға төзімді және суға төзімсіз етіп шығарады.

Тегістеу қабықшасының негізі қағаз немесе мата болады. Мата негізі ретінде саржаны, лавсанды, фибраны және басқа да маталарды қолданады.

Жыртылуға деген беріктіктерін және қаттылықтарын арттыру үшін маталарға арнайы құрамдарды сіңіреді; оның ішінде фенолформальдегидтік шайырларды және басқа да полимерлерді пайдаланады. Абразивтік түйіршіктің қосылысы ретінде келесілерді қолданады: қағаз негізіндегі тегістеу қабықшасы үшін – эпоксидтік лактар; мата негізіндегі тегістеу қабықшасы үшін – фенолформальдегидтік шайырлар; фибр негізіндегі тегістеу қабықшасы үшін – бейорганикалық (натрий әйнегі), сонымен қатар, органикалық қосылыстар (сұйық бакелит); лавсан негізіндегі тегістеу қабықшасы үшін – құрамында каучугі бар қосылыстар.

2.9.5. Абразивтік пасталар материалдары

Абразивтік пасталарды беттерді ақырғы өңдеу – тегістеу және жылтырату үшін қолданады. Тегістеу нәтижесінде, беттің сапасының жақсаруымен қатар, бөлшектердің қалыптары мен көлемдері де өзгеруі мүмкін. Жылтырату барысында бөлшек қалпының өзгеруі орын алмайды.

Пасталарда абразивтерден бөлек майлаушы қасиеттерге ие қосқыш заттар болады.

Бұл заттар абразивтік түйіршіктерді ұстайды және ысқылағыштың бетінің (жылтыратқыш шеңбердің) және бөлшектің тікелей контактісіне кедергі келтіретін майлаушы пленканы жасайды. Оларға майлар (жануарлар және өсімдік), парафин, балауыз жатады.

Қосқыш заттардың құрамына, беттік-белсенді заттар болып табылатын қышқылдар (олеин, стеарин) енгізіледі, бұл өңдеудің неғұрлым жоғары өнімділігін қамтамасыз етеді.

2.9.6. Ысқылағыштар мен жылтыратқыш материалдар

Ысқылағыштарды тегістеу операцияларында пайдаланады. Ысқылағыштарды дайындайтын материал, әртүрлі бірін-бірі жоққа шығаратын қасиеттерге ие болулары қажет. Бір жағынан, ысқылағыштың дәл келтірілуі, яғни абразивтік түйіршіктер оның бетіне бұзылмастан сіңірілуі қажет. Бұл үшін материалдың қаттылығы аса жоғары болмауы қажет. Екінші жағынан, ысқылағыш қалпын сақтау үшін тозуға төзімді болуы қажет, бұл жалпақ емес беттерді өңдеу барысында айрықша маңызды. Бұдан бөлек, ысқылағыш материалы жақсы тегістелуі тиіс, өйткені ысқылағыштың бетіне қалпының дәлдігі және бетінің тегіссіздігі бойынша жоғары талаптар қойылады. Соңғы екі талап, материалдың жеткілікті жоғары қаттылығында қанағаттандырылады.

Өнеркәсіпте шойыннан жасалынған ысқылағыштар неғұрлым кеңінен таралған. Шойынның құрылымы оны лайықты ысқылау материалы жасайды. Тозуға төзімділік құрылымда цементтің болуы есебінен қамтамасыз етіледі. Абразивті дәл келтіру, қатталақтары жоғары емес ферритте және графитте келтіріледі, сонымен бірге графит үйкелістің жақсы талаптарын қамтамасыз етеді. Ысқылағыштар ретінде шойыннан бөлек түсті қоспаларды, сонымен қатар күйдірілген болатты пайдаланады.

Жылтырату пасталары жағылатын тегістеуіш **жылтыратқыш-шеңберлерін** фетрден, теріден, маталардан және басқа да материалдардан жасайды.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Материалдарға кескіш және қалыптауыш құралды дайындау үшін қандай талаптар қойылады?
2. Кескіш құралды дайындау үшін қандай болаттар пайдаланылады?
3. Құралдық және жылдам кескіш болаттардың арасындағы негізгі айырмашылықтар неде?
4. Жылдам кескіш болаттар қалай таңбаланады?
5. Ұнтақтық жылдам кескіш болаттардың артықшылықтары неде?
6. Қатты қоспалар және кескіш керамика өндірісі технологиясы қандай?
7. Қатты қоспалар және кескіш керамиканың қандай үлгілері өнеркәсіпте пайдаланылады?
8. Өнеркәсіпте қандай аса қатты материалдар пайдаланылады?
9. Өнеркәсіпте құралдың бетін беріктендірудің қандай әдістері пайдаланылады? Неге кейбір әдістертек қатты қоспалы құралдар үшін ғана жарамды?
10. Абразивтік құралды дайындау үшін қандай абразивтік материалдар пайдаланылады? Абразивтік шеңберлер үшін қандай байланыстар пайдаланылады?

ЖҮЗДІК ҚҰРАЛДЫҢ ЗАМАНАУИ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫ

3.1. КЕСУШІ ҚҰРАЛДЫҢ ЖІКТЕЛІМІ

Кесуші құрал бірнеше белгілері бойынша жіктелінеді:

- конструкциясы мен міндеті бойынша (конструктивті-мақсатты белгі): кескіштер, фрездер, бұрғылар, созғыштар, бұранда кескіш, тіс кескіш және т.б.;
- жабдықты пайдалану бойынша: қол және машиналық;
- өңделетін материалы бойынша: метал кесетін, ағаш кесетін және т.б.;
- жұмыс бөлігі материалы бойынша: құралдық немесе жылдам кескіш болаттардан, қатты қоспалыдан, кескіш керамикадан, аса қатты материалдан және т.б.;
- жүздерінің саны және түрі бойынша (бір жүзді жән көп жүзді) және абразивті; жүзді құралдың, алдын-ала орнатылған геометриялық қалыптағы, белгілі жүзі және кескіш жиегі болады – бір жүз (кескіштер —1.1, 1.2, 1.3 суреттерін қараңыз) немесе бірнеше (мысалы, фрездер); абразивті аспапта, әрқайсысында әртүрлі қалыптағы өзінің кескіш жиегі болатын, түйіршіктердің үлкен көлеміне ие;
- жұмыс бөлігі қалпы бойынша: дискілік, цилиндрлік, конустық;
- жұмыс бөлігі мен корпусың қосылу тәсілі бойынша: тұтас; құрамдас (пісірілген, дәнекерленген, желімделген); жинақталған;
- бекіту қалпы бойынша: саптамалы, сағалы.

Барлық құралдар сонымен қатар, стандартты және арнаулы болып бөлінеді. Стандартты құралдарда қандай да бір стандартпен (мысалы МемСТ) белгіленгенге сәйкес негізгі көлемдер және сипаттамалары болады. Арнаулы құралдарды, стандартты құрал жарамсыз немесе тиімділігі төмен болған жағдайда, нақты бөлшекті өңдеу үшін пайдаланады.

3.2. ҚҰРАЛДЫҢ СТАНОКТАРДА БЕКІТІЛУ

3.2.1. Саптамалы және сағалы құралдың бекітілуі

Құралдардың әр түрлерінің әралуан жұмыс бөліктерінің конструкциялары, әр алуандықтарымен ерекшеленеді. Бекітпелік-жалғастыру бөлігі айтарлықтай шамада, оның ішінде бекітілу, тәсілі, қалпы және көлемдері бойынша (ISO) халықаралық стандартымен стандартталған. Бекіту элементтерін стандарттау және бірегейлендіру қосалқы аспаптардың санын қысқартуға (оларды кескіш құралды орнату және бекіту үшін пайдаланады) және оларды айқындауға арналған шығындарды төмендетуге мүмкіндік береді.

Бекітпеге қойылатын негізгі талаптар: сенімділік, қауіпсіздік, қаттылық, дәлдік, дірілге төзімділік, құралды жылдам алмастыруды және орнатуды қамтамасыз ету.

Дәлдік және сенімділік бойынша айрықша жоғары талаптар, жоғары жылдамдықта жұмыс істейтін құралдардың бекітпелеріне қойылады (8 000... 10000 айн/мин және одан да жоғары). Бекіту элементтерінің дәлдігі, бұл жағдайларда жоғары болуы қажет (5, 6 квалитеттері), базалық негізгі беттердің тегіс еместігі — Ra 0,2, 0,5 мкм бұдырлы емес. Бүйіржақ беттердің тірек беттерге (цилиндрлік, конустық) қатысты соғуы 1...5 мкм аспауы қажет. Бұл конструкцияларда айналмалы бөліктерді теңестіру элементтері кіргізіледі.

Құралдың элементтері мен беттері, оның *орнату базасы* қызметін атқарады, яғни құралдың орналасуы дәлдігін анықтайды, сонымен қатар кесу үшін қажетті, айтарлықтай жүктемелерді айналу кезеңдеріне береді. Сондықтан, кескіш элементтің дәлдігі мен қаттылығына көбіне, өңдеудің дәлдігі, сапасы және өнімділігі, сонымен қатар құралдың өзінің төзімділігі тәуелді болып табылды.

Бекіту станоктың суппортында немесе шпинделінде, сонымен қатар қосымша құралдың көмегімен (ұстағыштар, жақтаулар, патрон, жалғастырғыш, ұзартқыш, бастиек) жүзеге асырылады. Қосымша құрал көлемдері мен конструкциясы, кескіш құралды станокқа тікелей орнатуға мүмкіндік бермегенде пайдаланылады.

Бұдан бөлек, қосымша құралды жабдықтың пайдаланылуын жақсарту (мысалы, құралды орталықтандыру және көлемді күйге келтіруді жеңілдету үшін, оның сынып қалуының алдын-алу үшін, жылдам алмастыру үшін), сонымен қатар кесу шарттарын жақсарту үшін (дірілдің төмендеуі, майлап-суытушы сұйықтықты іштей жеткізу (МСС) және т.б.).

Ұстауыштарды әртүрлі кескіштерді, оның ішінде фасондық, сонымен қатар басқа құралдарды орнату үшін қолданады және станокқа бекітеді.

Патрондарды біліктік құралдарды (бұрғылар, зенкерлер, қашаулар, таңбалаушылар, созбалар) бекіту үшін пайдаланады. Патрон станоктың шпинделіне салынады, ал айналма кезеңі немесе тарту күші патроннан құралға үйкелу күштерінің есебінен (жұдырықтық немесе цангалық патрондарда) немесе арнайы элементтер арқылы, мысалы, патронның шаршы саңылауы, штифттер, қасқалшалар арқылы беріледі.

Жалғастырғыштар құралды, оның көлемдері немесе пішіні станокқа тікелей орнатуға келмеген жағдайда бекітуге мүмкіндік береді. Мысалы, егер станок шпинделінің конустық отырғызу саңылауының диаметрі құралдың сағалығының диаметрімен сәйкес келмегенде.

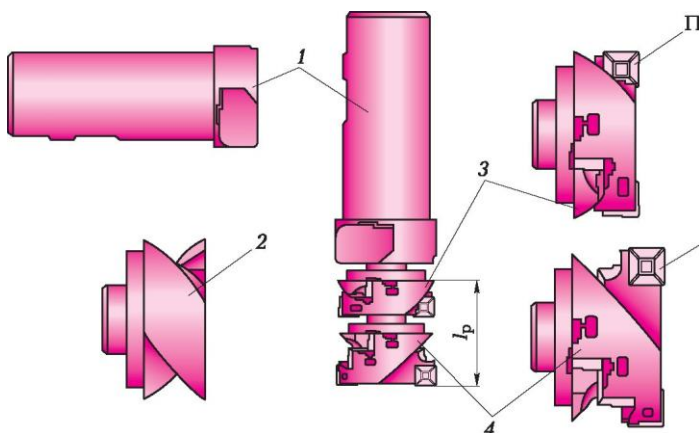
Ұзартқыштар құралдың станок шпинделінен немесе қосымша құралдан шығып тұруына мүмкіндік береді.

Жалғастырғыш бір уақытта ұзартқыш, және де жалғастырғыш-ұзартқыш бола алады.

Құралдың станок шпинделінен шығып тұруын реттеу тек арнаулы қосымша құралдарды пайдалану арқылы ғана жүзеге асырылмайды. Мысалы, жекелеген құрылғы емес, құралдың конструкцияның бір бөлігі болып табылатын енгізілген ұзартқыштарды пайдаланады. Құлаш тек ұзарту (ұзартқыштың) есебінен ғана емес, сонымен бірге қосымша кескіш бөлік есебінен де ұлғаюы мүмкін. Мұндай құралдың – шеткі фрездердің (IsCAR фирмасы) конструкциясына: сағалық 1, ұзартқыш 2 және, саңылауларына қатты қоспалы пластина П бекітілетін екі кескіш бөлік – аралық 3 және шеткі 4 кіреді (3.1-ші сурет). Осылайша, мұндай фрездердің құлашы мен кескіш бөліктерінің ұзындығы l_p реттеледі (қосымша элементтерді пайдалануға болады). l_p ұзындық 100... 280 мм құрауы мүмкін.

Бекітпе бөліктері пішіндері бойынша құралдар артқы және қондырмалы болып бөлінеді. Сағалық пішіні цилиндрлік, конустық, шаршылық, тік бұрышты немесе арнаулы болулары мүмкін. Қондырмалық ішкі отырғызу саңылауы болады.

Қондырмалы құралдар цилиндрлік немесе конустық жақтауларға бекітіледі. Құралдың және жақтаудың цилиндрлік саңылауларының диаметрі d (3.2-ші сурет) ISO стандартымен реттелген, олардың диаметрлері 8; 10; 13; 16; 19; 22; 27; 32; 40; 50; 60; 100 мм құрайды.

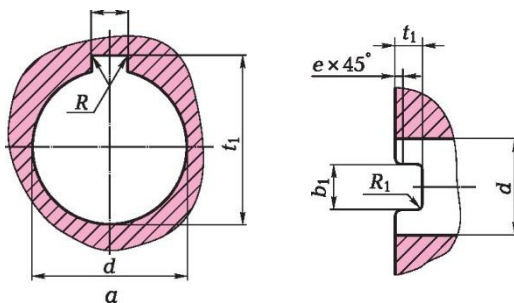


3.1-ші сурет. Ұзартқышы бар жиынтықты шеткі фрез (Iscar фирмасының конструкциясы):

1 – сағалық; 2 – ұзартқыш; 3 – аралық кескіш бөлік; 4 – шеткі кескіш бөлік; П – кескіш пластина; l_p – кескіш бөліктің ұзындығы

Айналма кезеңі бойлық немесе бүйіржақ кілтөк арқылы беріледі, ол үшін құралдың тесігінде немесе бүйіржағында, тиісінше b және b_1 енді кілтөктік жырашықтар жасалынады.

Бүйіржақ кілтөк арқылы айналма кезеңді беру барысында, қондырмалы құралдың отырғызу саңылауын жылытыр етіп жасайды (кілтөкті жырашықсыз). Мұндай саңылау неғұрлым дәл жасалуы қажет, ол жоғары ділдікті аспаптар үшін аса маңызды. Бірақ, құралдың габариттік көлемдері (диаметрі) бойынша шектеулерге сәйкес, бүйіржақ кілтөк, оның құралдың жұмыс істеуі барысында кесілуін немесе мыжылып қалуын жоққа шығару үшін жеткілікті ұзындықта болмайды.



3.2-ші сурет. Жақтауда бекітуге арналған d диаметрлі саңылаулар

көлемдері: a – с b , R , t_1 көлемді бойлық кілтөкті жырашықтары бар, b — b , R , t_1 көлемді бүйіржақ кілтөкті жырашықтары бар,

Құралдың және жақтаудың жалғануы саңылау жүйесінде орындалады. Саңылаулар диаметрлеріне арналған рұқсаттар құралдың дәлдігіне тәуелді: Н8, Н7 немесе Н6 (осылайша, мысалы, Н6 квалитетті 8 мм диаметрлі саңылауға арналған рұқсат +0,009 мм, ал 60 мм диаметрлі саңылауға арналғаны +0,019 мм). Жақтаулар Н8 – Н5 квалитеттеріне сәйкес келетін дәлдікте орындалады.

Жоғары дәлдіктегі құралды жақтауға отырғызу шамалы саңылаумен жүзеге асырылады (мысалы, Н7/г6; 40 мм диаметр үшін саңылауға арналған рұқсат +0,025 және жақтауға арналғаны -0,009... -0,025 құрайды, яғни тіпті максималды саңылаудың өзі өте кішкентай – 0,05 мм). Сонымен бірге, құралды жақтаудан алуда қиындықтар туындайды, әсіресе егер, сыдыруды өңдеуден кейін дереу орындау қажет болса. Кесу үдерісіндегі қызу қосылыста созылудың, тиісінше үлкен үйкеліс күштерінің пайда болуына алып келеді. Егер, цилиндрлік жақтауды шағын конустылықпен дайындаса, сыдыру жеңілдейді (100 мм ұзындыққа 6...10 мкм).

Жақтаудың диаметрін, оның бұрау барысындағы беріктігі жеткілікті, сонымен қатар қажетті қаттылық қамтамасыз етіледі (оны кесу күштері әрекетіндегі иілімелі деформациялану – сығымдалу шамасымен сипаттайды; деформация аз болған сайын, қаттылық соншалықты үлкен) деген жағдайда, құралдың типті көлеміне байланысты таңдайды.

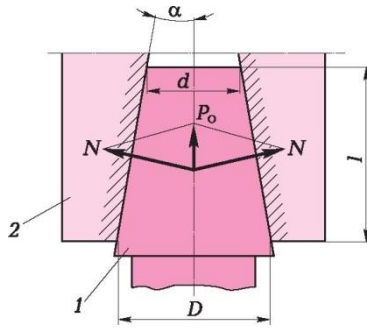
Шаршылық немесе тік бұрышты ұстағыштары бар **сағалық аспаптары** станоктың суппортында немесе кескіш ұстағышында орнатылады және бұрандалармен бекітіледі (тартылады). Кескіштің корпусы (ұстағыштары) қималары стандартталған. Олардың көлемдері (биіктігі х ені) 4 х 4-тен 50 х 32 мм-ге дейін құбылып отырады. Цилиндрлік корпустың кескіштерді призмада бекітеді; оларды айналдыруға болады, бұл қажет, мысалы, ірі бұрандаларды кескен кезде.

Цилиндрлік сағалықтары бар құралдарды (3.1-ші суретті қараңыз) патрондарда (цангалық, жұдырықтық және т.б.) немесе басқа да қосымша құралдарда бекітеді. Цангалық патрондарды, негізінен, сағалығының шағын диаметрі бар құралдар үшін пайдаланады.

Конустық сағалықтары бар құралдарды шпиндельді, патронда немесе жалғастырғышта бекітеді (3.3-ші сурет). Конустық сағалықтың қосылысы **1** және **2** шпиндель саңылауының конустық бетінде теориялық жағынан саңылау болмайды. Жабысу аймағы реттеледі және бірқатар құралдар үшін 80% төмен болмауы қажет. Жалпы алғанда, орталықтандыру, яғни сағалық пен төлкенің біліктерінің сәйкес келуі, конустық сағалығы бар құралды орнатқанда, цилиндрлік сағалығы бар құралды орнатқанмен салыстырғанда дәлірек.

Сағалықтарды келесі ұсынылған формула бойынша есептеуге болатын әртүрлі конустылықпен орындайды,

$$K = (D - d) / 1,$$



3.3-ші сурет. Конустық сағалыкті құралды бекіткендегі күштердің әрекет ету сызбасы: 1 – Құралдың артқы ілмегі; 2 – шпиндель (немесе жалғағыш); P_o – біліктік күш; N – қалыпты құрамдас күш; α – конус бұрышының жартысы; D , d – жұмыс ұзындығындағы конустың үлкен және кіші диаметрлері

бұл жерде D және d – тиісінше, конустың үлкен және кіші диаметрлері; l – конустың ұзындығы (есептік) (3.3-ші суретті қараңыз).

Сонымен бірге, $\tan \alpha = 0,5K$, бұл жерде α – конус бұрышы.

Метрикалық конуска ($2\alpha = 2,86^\circ$), Морзе конусына ($2\alpha \approx 3^\circ$) және 7:24 конусына ($2\alpha \approx 16,6^\circ$) ие конустық сағалықтары бар құралдар кеңінен таралған.

Метрикалық конустар үшін $K = 1:20 = 0,05$. Метрикалық конустардың атаулары, олардың үлкен диаметрлеріне D сәйкес келеді (3.3-ші суретті қараңыз): 4 конусының $D = 4$ мм, 200 конусының $D = 200$ мм болады.

Морзе конустары $D = 9,045; 12,065; \dots; 63,348$ мм диаметрлеріне сәйкес келетін № 1, № 2, ..., № 6, нөмірлеріне ие болады. Морзе конустары үшін K шамамен 0,05 құрайды және әртүрлі нөмірлер 0,0498 бастап (№ 1 үшін) 0,05263 дейінгі (№ 5 үшін) аралықта болады.

Кішкене бұрышты конустар α , айналу кезеңін үйкелу есебінен беруге қабілетті өзін-өзі тежегіш болып табылады. Сондықтан, Морзе конусы бар сағалыкті аспаптар, мысалы, станок шпинделіне орнатылатын бұрғылар, айналма кезеңін беруге арналған қосымша бөлшектерді пайдалануды талап етпейді (кілтектер және т.б.). Бірақ үйкеліс кезеңі $M_{тр}$, сағалықтың кесу барысында отырғызу саңылауында айналмауы үшін, кесу күшінің M_p айналу кезеңінен жоғары болуы қажет.

Мысал. Кесу күшінен айналу кезеңін беруді қамтамасыз ететін, конустың көлемі мен үйкелу кезеңінің есептемесін келтіреміз. Құралға (мысалы, бұрғы) P_o біліктік күші ықпал ете берсін, онда конустың бетіне перпендикулярлы әрекет ететін қалыпты күштер $2N$, ал шама $N = P_o / (2 \sin \alpha)$ құрайды (3.3-ші суретті қараңыз).

Қалыпты күштердің әрекетінен үйкелу кезеңінде $M_{тр}$: $M_{тр} = 2N \mu_{ср} = P_o \mu_{ср} / \sin \alpha$,

бұл жерде μ – үйкеліс коэффициенті (шамамен 0,1); $r_{cp} = (D + d)/4$ – конустың орташа радиусы.

Конустың өзін-өзі тежеуі үшін, яғни айналу кезеңін беруі үшін келесі шарт орындалуы қажет:

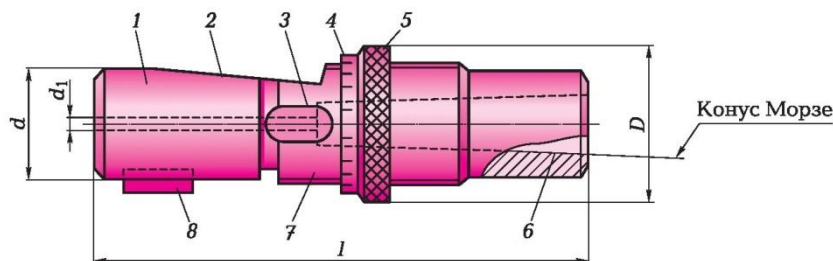
$$M_{тр} = P_o \mu r_{cp} / \sin \alpha > M_p$$

және, осылайша: $r_{cp} > M_p \sin \alpha / (\mu P_o)$.

M_p мәнін есептейді немесе кестеден алады. M_p шамасы бұрғы тозған жағдайда ұлғаяды. Сонымен қатар, конустың сағалығының төлке конусымен жанасуы дәлсіздігінен r_{cp} нақты шамасының келуі мүмкін. Сондықтан, r_{cp} есептеу және конустың көлемдерін анықтау үшін, M_p есептеу шамасын 3 – 3,2 есеге ұлғайтылған етіп алады. Егер саңылау өтпелі болса, онда одан аспап шығатын кезде, кесудің біліктік күші және $M_{тр}$ кемиді, өзін-өзі тежеу шарты бұзылуы мүмкін және сонда, айналу кезеңі құрал алақаны арқылы беріледі (3.32, а суретін қараңыз).

Төмен r_{cp} болғанда M_p кезеңі азаяды және тежеу үшін жеткіліксіз, сондықтан патронға қысылатын цилиндрлік сағалықтарды пайдаланады.

Құралды бекіту үшін өз-өздерін тежейтін конустарды, мысалы Морзе конусын пайдаланғанда (осылай саңылауларды өңдеуге арналған біліктік аспаптардың сағалықтарын дайындайды – бұрғылар, зенкерлер), құралды алмастыру үшін тек, оны тек қағып ғана алуға болады (мысалы, жалғағыштан). Бұл үшін сынаны пайдаланады.



3.4-ші сурет. Құралды бекітуге арналған жалғағыш-ұзартқыш:

1 – корпус; 2 – жалпы қиғаштық; 3 – құралды қағып алуға арналған саңылау; 4 – лимб; 5 – сомын; 6 – конустық саңылау; 7 – бұрандалы цилиндр; 8 – кілтек; l, D – ұзартқыштың габариттік ұзындығы және диаметрі; d – корпус диаметрі; d₁ – ССЖ жеткізуге арналған саңылау диаметрі

Осылай, қосымша құралдың корпусында 1, құралдың сағалығы бекітілетін ішкі конустық саңылауы бар ұзартқышта (жалғағышта) 6,

сына қағылатын және құралды қағып жіберетін арнаулы саңылау 3 болады (3.4-ші сурет).

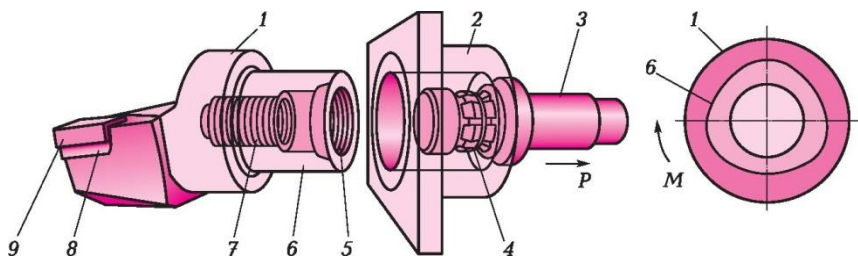
Қазіргі уақытта күштерді және айналмалы кезеңдерді беру үшін, жаңа конструктивтік элементтер және принциптер ұсынылған.

Қайрау мен қашауға арналған кескіш бастиектің конструкциясын келтіреміз (**Coromant Capto** жүйесі). Конустық сағалық қимасының пішіні 6 – үш қырлы овал (3.5 -ші сурет).

8 тірек пластинасына орналастырылған, 9 кескіш пластинасы бар кескіш бастиегінде, ұшқырлы овал пішініндегі артқы ілмегі болады 6. Бастиек корпусы 1 ұстағышқа енгізіледі 2, ашылатын қысқыштар 4 тартпалар 3 фасонды қырнауға 5 кіреді. Гидрожетекті пайдалана отырып, **P** күші бар 3 тартпа бастиекті ұстағышқа 2 бекітіледі. Ұстағыш 2 станокқа бекітіледі (мысалы, токарлық станоктың револьверлік бастиегінде, фрезерлік станоктың шпинделінде).

Конструкцияның бірқатар артықшылықтар бар. Шағын габариттік көлемдеріне қарамастан, ұшқырлы овалды пішіндегі конустық артық ілмек айтарлықтай айналма кезеңдерін беруге қабілетті. Дайындаудың жоғары дәлдігінде бастиек және бекітудің бүкіл торабы жоғары қаттылыққа ие, яғни кесу күштерінің ықпалымен шамалы деформацияланады. Ұстағыштың 2 цилиндрлік бөлігінің диаметрі, 32; 40; 50; 60 және 80 мм қатарынан кесу күштері және тәртіптеріне байланысты таңдалады. Бастиектердің түрленімдері қатары кесу аймағына ССЖ ішкі келтірілуін қарастырады.

Патронға құралды отырғызу барысында тарту есебінен күштер мен кезеңдерді беру, HSK типті қуыс конустық патрондарда пайдаланылған. Құралды бекіту тарту арқылы отырғызу бойынша Құралдың «термиялық» қысумен жүзеге асырылуы мүмкін (мысалы, H7/p6).



3.5-ші сурет. Овалды ұшқырлы конустық сағалықты кескіш бастиектің конструкциясы:

1 – бастиек корпусы; 2 – ұстағыш; 3 – тарту; 4 – ұстағыштар; 5 – қырнау; 6 – артық ілмек; 7 – бұрандылы саңылау; 8 – тірек пластинасы; 9 – кескіш пластина; **P** – бастиекті бекітуге арналған күш; **M** – айналудың кезеңі

Корпус алдын-ала шамамен 300 °С температураға дейін қыздырылады, сосын отырғызу саңылауына құралдың артқы ілмегі енгізіледі. Бөлме температурасына дейін салқындатқаннан кейін, корпусстың көлемі мен отырғызу саңылауының диаметрі кішірейеді, бұл құралдың қысудың үлкен күшімен бекітілгендігін білдіреді.

Бұл тәсіл орталықтандырудың жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді және жоғары жылдамдықтағы өңдеуге арналған талаптарға жауап береді.

Бірақ, «термиялық» қысқыш негізінен қатты қоспалы құралдармен жұмыс істеу барысында пайдаланылуы мүмкін (қатты қоспалы сағалықпен), бұл патрондағы құралды алмастыру үшін қажет. Қатты қоспалы аспап қыздырған жағдайда патроннан жеңіл алынады, ал болаттан жасалынған артқы ілмегі бар құралды патроннан шығаруды қыздыру еш көмектеспейді. Бұл болаттар мен қатты қоспалардың α сызықтық кеңеюінің коэффициенттерінің айырмашылығымен түсіндіріледі: 45 болаты үшін (дәнекерлеу құралының корпусы мен сағалығының материалы) $\alpha = 12,4 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$; P18 болаты үшін $\alpha = 11,3 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$; тиісінше ВК8 және Т15К6 болаттары үшін $\alpha = 5 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ и $6 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Бұл қыздыру барысында корпус, қатты қоспалы сағалыққа қарағанда кеңейеді және құралды патроннан жеңіл алуға болады дегенді білдіреді.

Кескіш және қосымша құралдарының қаттылықтарын ұлғайтудың тағы да бір бағыты – қысқыштың айтарлықтай күштерін өткізетін, жалпақ фланецтік беттерді пайдалану.

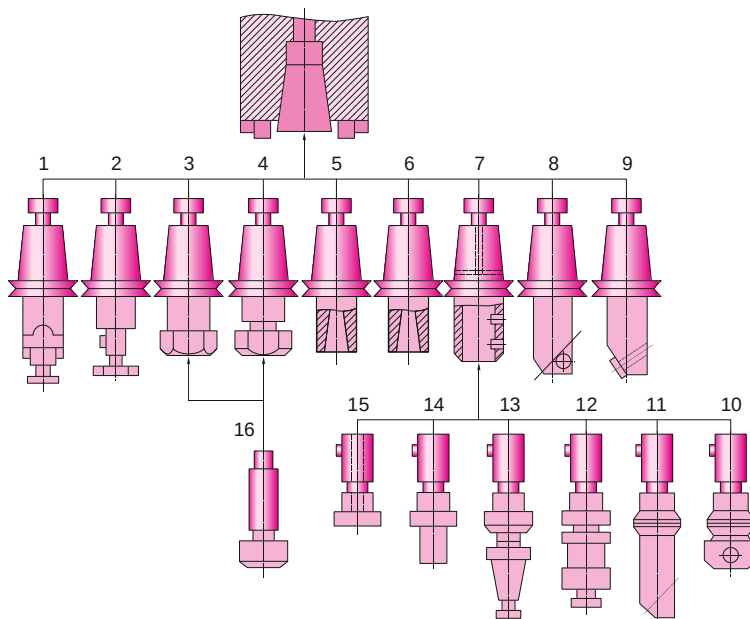
Қосымша аспаптардың заманауи конструкцияларының көбінде, қысым астындағы ССЖ ішкі келтірілуі қарастырылға, бұл ССЖ Құралдың кесу және салқындату аймағына сенімді енуін қамтамасыз етеді.

3.2.2. СББ бар көп мақсатты станоктардағы құралды бекітудің ерекшеліктері

Көп мақсатты станоктарда орындалатын операциялардың көбісі, кескіш құралдың үлкен номенклатурасын пайдалануды қажет етеді. кескіш құралды станокқа қосымша құралдардың көмегімен орнатады. Бірақ әрбір құралға арналған дербес қосымша құралдарын жасай беру мүмкін емес әрине. Тиісінше, соңғысының номенклатурасын минималдандыру қажет болады. Бұған станоктардың белгілі бір топтарына арналған, барлық құралдарды бекітуді жүзеге асыруға мүмкіндік беретін, стандартты және бірегейлендірілген (бірін-бірі алмастыратын) бекітуге арналған элементтерді пайдалану арқылы қол жеткізіледі.

Бұрғылаушы-фрезерлеуші-жонушы топтарға арналған қосымша құрал жүйесі келесілерден тұрады (3.6-шы сурет):

- бүйіржак, дискілік, цилиндрлік фрездерге арналған **1** және **2** жақтаулардан;
- әртүрлі диаметрлердегі цилиндрлік сағалықтары бар құралдарды бекітуге арналған **3** және **4** цангалық патрондарынан (42 мм дейін);
- № 1 —5 Морзе конустары бар құралдарды бекітуге арналған **5** және **6** өтпелі төлкелерінен;
- жонушы құралдарға арналған **7** ұстағыштарынан;
- диаметрі 40...240 мм болатын жонушы саңылауларды жонушы кескіштерге арналған **8** жақтаудан;



3.6-шы сурет. СББ бар бұрғылаушы-фрезерлеуші-жонушы станоктарына арналған қосымша бекіту жүйесі:

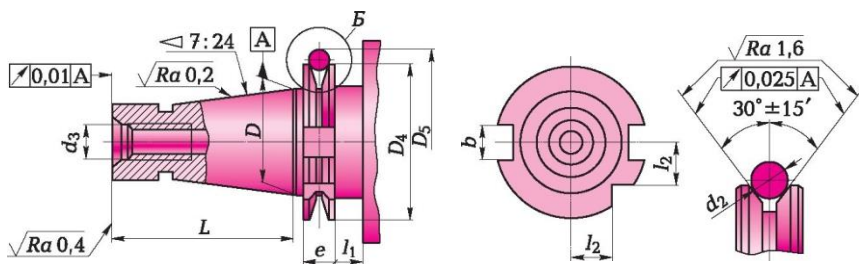
1, 2 – фрездерге арналған жақтау; 3, 4, 16 – цангалық патрондар; 5, 6 – төлкелер; 7 – ұстағыш; 8, 9 – кескіштерге арналған жақтау; 10–15 – ұзартқыш-жалғағыштар.

2. ■ диаметрі 45... 180 мм болатын саңылауларды тазалап жонуға арналған **9** жақтаулар;
- біліктік құралдарды (бұрғылар, қашаулар) және кескіштерді бекітуге арналған және ұстағышта **7** бекітілетін, **11 – 15** жалғағыштары мен ұзартқыштары;
- диаметрі 2...16 мм болатын цилиндрлік сағалықты құралдарды бекітуге арналған **16** цангалық патроны.

Көп мақсатты станоктарға арналған қосымша құралдар конструкцияларында бірқатар ерекшеліктер болады, оның ішінде олар құралдың жеңіл және жылдам алмастырылуын қамтамасыз етулері қажет. Мұндай типтегі станоктар да, құралды аспаптар жиынтығынан жұмыс шпинделіне беруді қамтамасыз ететін, құралды автоматты алмастыру жүйесімен жабдықталуы мүмкін.

Қосымша құралдың жылдам автоматты түрде алмастырылуының қалай орын алатынын, конустық сағалығы бар құрал мысалында көрсетеміз (3.7-ші сурет). СББ бар құралдарда конустылығы 7:24 болатын, өзі тежелмейтін конустық сағалықтары бар шеткі құралдарды жиі қолданады. Конустың көлемдері 7 : 24 (диаметрі 40, 60, 80, 100, 120, 160, 200 болатын конустарға арналған) МемСТ-пен реттелген.

Станок шпинделінен аспапқа кезеңді беру кілтек арқылы жүзеге асырылады – конуста ені b болатын кілтекті жырашық болады. Құралды манипулятордың ұстауы үшін, корпусың белдігінде сақиналық қырнау орындалған. Оның көлемін қырнауға диаметрі d_2 болатын кішкене шарларды орналастыру арқылы, D_5 диаметрін өлшеумен бақыланады. Қосымша құралдың сағалығы, соңы диаметрі d_3 болатын бұрандалы саңылауға бұралатын тартпаның көмегімен шпиндельдің (немесе жалғағыштың) саңылауына тартылады .



3.7-ші сурет. Конустылығы 7:24 болатын стандартты сағалық:

d_3 – бұранда диаметрі; L – сағалық бөлігі ұзындығы; D – конустың үлкен диаметрі; e – автоматтандырылған ұстауға арналған белдіктің ені; l_1 – қуыстың ені; D_4 – қырнауы бар белдіктің диаметрі; D_5 – кішкене шарлар бойынша бақылау диаметрі; b – кілтектің астындағы қуыстың ені; l_2 – конус білігінен жазықтық ойығына дейінгі арақашықтық; d_2 – кішкене шар диаметрі.

Құрал оның тартылуын босатқан кезде станок шпинделінен жеңіл алынады, өйткені 7 : 24 конусы өзін-өзі тежегіш емес.

Қосымша аспап – ұзартқыш-жалғағыштың конструкциясының тағы да бір мысалын қарастырайық (3.4-ші суретті қараңыз). Бұл құрал (3.6-шы суреттегі **11-ші** позиция) сағалық құралының Морзе конусымен бекітілуі үшін пайдаланылады. Морзе конусы – өзін-өзі тежегіш, яғни ол айналу кезеңін жалғағыштан құралға береді. Сонымен бірге, біріншіден жалғағыштың өзіне айналу кезеңін беру, және, екіншіден құралдың қарапайым алмастырылуын қамтамасыз ету қажет. Айналу кезеңі 7 ұстағыштан (3.6-шы суретті қараңыз) оған енгізілген **11** жалғағыш-ұзартқышқа кілтек арқылы беріледі (3.6-шы суреттегі **8-ші** позиция). **d** диаметрлі **1** корпус цилиндріндегі **2** жазық қиғаштық (3.4-ші суретті қараңыз), жалғағыш-ұзартқыштың 7 ұстағыш корпусына қатысты біліктік бағыттағы қалпын тіркеу үшін қажет (3.6-шы суретті қараңыз). Білік бағытында жылжу 7 цилиндрдегі бұранда бойынша қозғала отырып (3.4-ші суретті қараңыз), өзінің бүйір жағымен 7 ұстағыштың бүйір жағына тірелетін (3.6-шы суретті қараңыз), **4** лимбы **5** сомынның айналуымен жүзеге асырылады. Осылайша, **11** жалғағыш-ұзартқышты, құралдың станок шпинделінен шығып тұруын реттей отырып, қажетті қалыпқа дейін жылжытады. **11** жалғағыш-ұзартқышты тіркеуді **1** корпус цилиндріндегі **2** қиғаштыққа бұрау барысында тірелетін, 7 ұстағыштың бұрандалы саңылауына енгізілетін екі бұрандамен жүзеге асырылады (3.4-ші суретті қараңыз).

3.3. КӨП ҚЫРЛЫ КЕСКІШ ПЛАСТИНАЛАР

3.3.1. Пластиналар конструкциялары (типтері)

Құралдық материалдардан жасалған пластиналарды пайдалану, құралдар конструкцияларын жетілдіру мүмкіндіктерін айтарлықтай кеңітеді және қымбат тұратын құралдық материалдар шығынын төмендетеді.

Тұтас кескіш құралды негізінен болаттардан дайындайды. Бұл оларды күйдірілген қалыпта жүздік аспаппен өңдеу мүмкіндігімен байланысты. Құралдың қажетті қалыптағы дайындамасын алғанан кейін, қажетті қасиеттерді қамтамасыз ететін беріктендіруші термиялық өңдеу орындалады. Қатты қоспаларды, кескіш керамиканы, АҚМ ұнтақтық металлургия немесе синтездеу әдістерімен алады. Алғаннан кейін материал жоғары қаттылықта болады, жүздік аспаппен өңдеу мүмкін болмайды.

Мұндай материалдан күрделі пішіндегі аспаптарды дайындау қиынға түседі немесе тіпті мүмкін емес. Сондықтан, кескіш құралдың конструкциясында қатты қоспалардан, кескіш керамикадан және АҚМ жасалынған пластинаны пайдаланады. Қатты қоспадан немесе АҚМ жасалынған пластиналарда корпусқа пісіреді немесе механикалық бекітеді, керамикадан жасалынған пластиналарды корпусқа механикалық бекітеді.

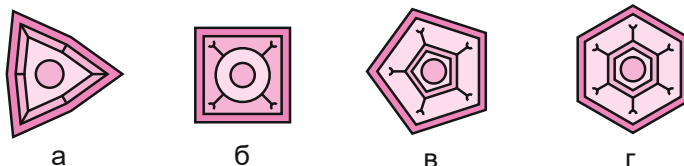
Өнеркәсіпте пішіндері бойынша (тікбұрышты, үшбұрышты, дөңгелек) және көлемдері бойынша қатты қоспалы пісірілген пластиналардың ауқымды номенклатурасын шығарады.

Неғұрлым кеңінен қолданылатыны аспап корпусына пластиналарды механикалық бекітетін қатты қоспалы аспап. Кескіш пластиналар кескіш бөліктің қажетті пішіндеріне (үш бұрыш, шаршы, бес қырлы, алты қырлы және т.б.) және геометриялық параметрлерге ие. Алмастырмалы кескіш көп қырлы пластиналар (АКП) көптеген жиналмалы құралдарды қолданылады: кескіштер, бүйіржақ және шеткі фрездер, бұрғыларда және т.б.

АКП бар құралдардың құны, пісірілгендерге қарағанда жоғары болады, олар неғұрлым күрделірек, толымдауыш бөлшектерінің көп мөлшеріне ие. Пісірілген конструкциялардың қаттылықтары және дірілге төзімділіктері жоғары. Бірақ, АҚМ қолданудың артықшылықтары басым, әсіресе жеткілікті қаттылықта қамтамасыз ететін, заманауи станоктарда құралды пайдаланған жағдайда. АҚМ бар құралдарды қолдану сериялық және жаппай өндірісте тиімді болып табылады.

АҚМ пайдалану басқа құралдармен салыстырғанда артықшылықтар кешенін алуға мүмкіндік береді:

- пісірілген құралдармен салыстырғанда төзімділіктің ұлғаюы. Құралдық материалды қалдық кернеулер болмайды, өйткені пісіргендегі тәрізді қызу болмайды;
- жалпы құралға емес, тек пластинаға ғана тозуға төзімді жабындыларды жағу технологиясын жеңілдету есебінен өнімділікті арттыру, бұл жабындылардың сапасын арттырады;



3.8-ші сурет. Алмастырмалы көп қырлы пластиналар:

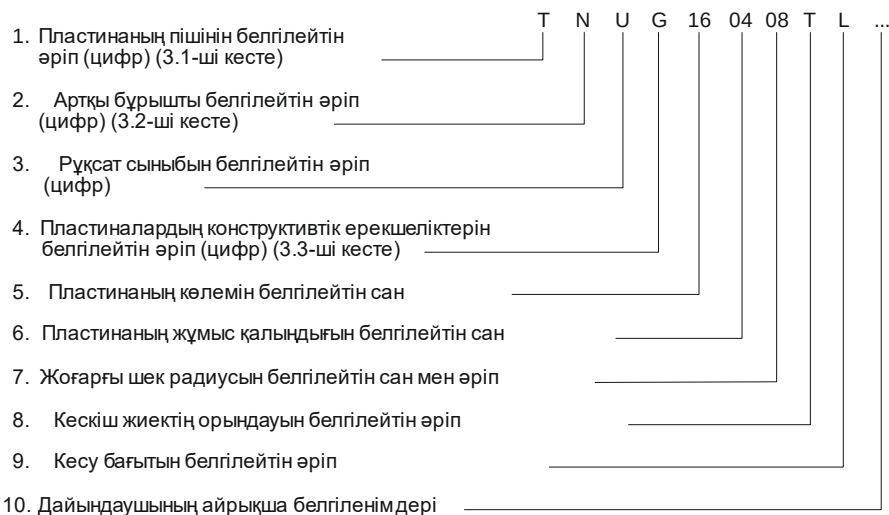
a – бұрыш үш қырлы; *б* – шаршы; *в* – бес қырлы; *г* – алты қырлы

- АҚМ және кескіш керамиканы пайдалану мүмкіндігі;
- пластинаны бұру жолымен кескіш жиекті жылдам алмастыру есебінен қосымша уақытты қысқарту;
- бір корпусты көп рет пайдалану (ондаған және жүздеген пластиналар үшін), бұл құралдың корпустары санын азайтады;
- тозудан кейінгі қайрауды алып тастау (пластиналардың көбін қайтадан қайрамайды), яғни қайрауға кететін алмас тегістеу шеңберлерін, уақытты және басқа да шығындарды үнемдеу;
- Құралдың үлкен тұрақтылығы, сенімділігі, бұл СББ станоктарында, оның ішінде көп мақсатты, құралды автоматты алмастырушы станоктарда әсіресе маңызды.

АҚМ және кескіш керамикадан жасалынған пластиналар нашар пісіріледі.

Неғұрлым жиі қолданылатын қатты қоспа үшін пластиналардың пішіндері мен көлемдері ресейлік және халықаралық стандарттармен реттеледі.

Стандарттарға сәйкес қатты қоспалы пластиналар индекстер жынтығымен белгіленеді (әріптік-цифрлық белгіленімдегі индекстердің бір бөлігі – әріптер, басқа бөлігі – цифрлар) (3.9-шы сурет). Барлық индекстер ISO стандартына сәйкес келеді, және оларды арнаулы анықтамалықтан табуға болады.



3.9. Пластиналар белгіленімдері

Алғашқы жеті индекстің белгіленімдері – міндетті. 3.1-3.3-ші кестелерде пластиналардың тиісті белгіленімдері (бірінші, екінші және төртінші индекстер) және белгіленімдер мысалдары келтірілген.

Үшінші индекс – пластиналардың көлемдерінің дәлдігін сипаттайды (қалыңдығы, габариттік көлемдері және т.б.). Осылайша, А әрпі $\pm 0,025$ қалыңдығына рұқсатқа, *U* әрпі — $\pm 0,130$ мм рұқсатқа сәйкес келеді.

Бесінші индекс — пластинаның көлемі (миллиметрлерде). Дөңгелек пластиналар үшін диаметр, ал басқаларының барлығы үшін – негізгі немесе ең ұзын кескіш жиегінің ұзындығы көрсетіледі.

Алтыншы индекс – пластинаның көлемі (миллиметрлерде). Тек тұтас сандар көрсетіледі. Егер, сандар бір таңбалы болса, белгіленімдегі бірінші цифр – нөл (мысалы, пластинаның қалыңдығы 4,75 болғанда қалыңдықтың белгіленуі – 04).

Жетінші индекс – жоғарғы шектегі радиусты білдіретін цифр (миллиметрлерде).

3.1-ші кесте. Кескіш пластиналар пішіндері белгіленімдері

Топ	Пішін	Белгіленім	Топ	Пішін	Белгіленім
I	Алты қырлы	<i>H</i>	III	Тік бұрышты	<i>L</i>
	Сегіз қырлы	<i>O</i>	IV	Жоғары шегінде бұрышы бар	
	Бес қырлы	<i>P</i>		Параллелограмм,...»	
	Дөңгелек	<i>R</i>		85	<i>A</i>
				82	<i>B</i>
	Шаршы	<i>S</i>		55	<i>K</i>
II	Үш қырлы	<i>T</i>		84	<i>P</i>
	Жоғары шегінде бұрышы ба ромб, ...°:				
	80	<i>C</i>			
	55	<i>D</i>			
	75	<i>E</i>			
	86	<i>M</i>			
	35	<i>V</i>			
	Жоғары шегінде 80° бұрышы бар алты қырлы	<i>W</i>			

Е с к е р т у . Пластиналар топтар бойынша: I – тең қабырғалы және тең бұрышты; II – тең қабырғалы және тең емес бұрышты; III – тең емес қабырғалы және тең бұрышты; IV – тең емес қабырғалы және тең емес бұрышты

3.2-ші кесте. α артқы бұрыштарын белгілеу

Бұрыш α , ...°	3	5	7	15	20	25	30	0	11	—
Белгілеу	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>O*</i>

* *O* – көрсетілгендерден ерекше бұрыштар.

Сегізінші индекс кескіш жиектің түрін сипаттайды: *F* – өткір жиектер ($p \leq 0,02$ мм), *E* – дөңгеленген жиектер, *T* – қырлы жиектер, *S* – қырлы және дөңгеленген жиектер.

Тоғызыншы индекс – кесу бағытын білдіретін әріп: *R* – тек оңға, *L* – тек солға, *N* – оңға және солға.

Пластинаны белгілеу мысалдары – *SNMG12 04 08 FR*:

S – шаршы пластина;

N – артқы бұрышы нөлге тең, яғни пластинаның қапталдары түбіне перпендикулярлы;

3.3-ші кесте. Пластиналардың конструктивтік ерекшеліктерінің (типтерінің) белгіленімдері

Конструктивтік ерекшеліктер (пластина типі)	Белгілену (әріп)
Жаңқа опырғыш жырашықтар мен саңылауларсыз	<i>N</i>
Жаңқа опырғыш жырашықтарсыз, саңылаулы	<i>A</i>
	<i>R</i>
Саңылаусыз, бір жақты жаңқа опырғыш жырашықтармен	
	<i>M</i>
Саңылаулы, бір жақты жаңқа опырғыш жырашықтармен	
	<i>F</i>
Саңылаусыз, екі жақты жаңқа опырғыш жырашықтармен	
	<i>G</i>
Саңылаулы, екі жақты жаңқа опырғыш жырашықтармен	
Жаңқа опырғыш жырашықтарсыз, саңылаулы саңылаудағы бір жақты конусты қырлы	<i>W</i>
Жаңқа опырғыш жырашықтарсыз, саңылаулы саңылаудағы екі жақты конусты қырлы	<i>Q</i>
Жаңқа опырғыш жырашықтары бар, саңылаулы саңылаудағы бір жақты конусты қырлы	<i>T</i>
Арнаулы сызбаны талап ететін ерекшеліктермен	<i>X</i>

M – пластинаның орындалу дәлдігі (көлемге арналған рұқсат, оның ішінде $d = 6,36$ мм арналған $\pm 0,08$ мм-ден $d = 25,4$ мм арналған $\pm 0,18$ мм дейінгі енгізілген шеңберлік d диаметріне);

G – алдыңғы беттеріндегі жаңқаны бөлгіш жырашықтары бар саңылаулы екі жақты пластина;

12 – кескіш жиектің ұзындығы 12 мм;

04 – пластинаның қалыңдығы 4 мм;

08 – жоғары шектегі радиус 0,8 мм;

F – өткір жиек (дөңгелену радиусы $r < 0,02$ мм);

R – берілістің тек оң бағыты.

Кескіш керамикадан жасалынған пластиналар да әртүрлі пішінді болады: үшбұрышты, шаршы және т.б. АҚМ жабдықталған пластиналарды екі түрлі етіп дайындайды: конструкциялық материалды корпусты (конструкциялық материал ретінде қатты қоспаны, құралдық болат пайдаланылады) және қатты пластинаның бір жоғарғы шегіне пісірілген АҚМ жасалынған элемент (немесе барлық жоғарғы шектеріне); АҚМ толық жабылған қатты қоспалы пластиналар (3.4-ші бөлімшен, 3,4-ші суретті қараңыз).

3.3.2. Көп қырлы пластиналарды қолдану бойынша ұсынылымдар

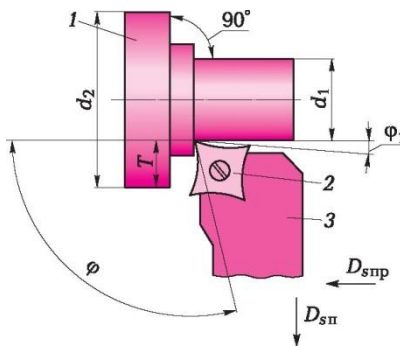
Пластиналар пішіндері және қырларының саны бірінші кезекте кескіштің ϕ және ϕ_1 бұрыштарын жасау үшін (1.3-ші сурет), сонымен қатар өңделетін беттің пішінін есепке ала отырып таңдалады.

ε бұрышы (1.3-ші суретті қараңыз), n қырлары бар көпқырлы пластиналарға арналған кескіштің жоғарғы шегінде $\varepsilon = 180^\circ - 360^\circ/n$.

$\phi + \phi_1 = 180^\circ - \varepsilon$ (1.3-ші суретті қараңыз) болғандықтан, ϕ және ϕ_1 берілген мәндерінде: $n = 360^\circ/(\phi + \phi_1)$ (нұтас санға дейін дөңгелектей отырып).

Бір кескішпен бірнеше беттерді жүйелі түрде өндегенде (мысалы, алдымен цилиндрлік, сосын конустық) немесе күрделі қисық сызықты беттерді өндеген жағдайда, берілістің сомалық қозғалысы бағыты өзгереді, сондықтан ϕ және ϕ_1 бұрыштары өзгереді. Бұл бұрыштардың минималды және максималды мәндері рұқсат етілетін шектерде болып табылады: $\phi = 20 \dots 95^\circ$, ϕ_1 бұрышы $= 3.30^\circ$.

Е бұрышының мәндерін кеңейту үшін, бұрыс пішіндегі көпқырлыларды пайдаланады. Бұрыс үшбұрыш пішініндегі пластинаға арналған ε бұрышы 80° құрайды, яғни дұрыс үшбұрышты пішіндегі пластинамен салыстырғанда 20° ұлғайған. Осылайша, ε бұрышының әртүрлі мәндері бар үш қырлы пластиналар қолданылулары мүмкін, тиісінше ϕ және ϕ_1 бұрыштарын, әртүрлі беттер немесе материалдар үшін қажетті өндеу шарттарын қамтамасыз ете отырып өзгертуге болады.



3.10-шы сурет. Арнаулы пішіндегі төрт қырлы пластиналы кескіш:

1 – дайындама; 2 – пластина; 3 – кескіш корпусы; $D_{спр}$ – бойлық берілістің қозғалысы; $D_{сп}$ – көлденең берілістің қозғалысы; φ – жоспардағы негізгі бұрыш; φ_1 – жоспардағы қосымша бұрыш; $T = (d_2 - d_1)/2$

Төрт қырлы пластинаның бұрыс пішіні, оның ε бұрышын $70...80^\circ$ дейін қысқартуға мүмкіндік береді. Бұл цилиндрлік және бүйіржақтық беттерді өңдеуді үш қырлы емес, төрт қырлы пластинамен өткізу мүмкіндігін береді (пластинаның биіктігі T көлемінен үлкен болған жағдайда, 3.10-шы сурет). Мұндай алмасу пластинаның кескіш жиектерінің санын және осылайша, оның сомалық төзімділігін арттырады.

Стандартты пластиналар үшін ε бұрышы 35° -тан (ромб үшін) 90° -қа (шаршы үшін) және алты қырлы үшін 120° -қа дейін өзгеріп отырады (3.1-ші кестені қараңыз). Тиісінше, $\varphi + \varphi_1$ бұрыштары сомасы $145...60^\circ$ диапазонында құбылатын болады.

Жалпы алғанда, пластиналарды әртүрлі пішіндерде қолдану бойынша келесі ұсынылымдарды жасауға болады. Пластинаны таңдау барысында міндетті талап, аталмыш пластиналы кескішпен өңделетін беттердің (бір немесе бірнеше) дұрыс пішін қалыптастыру мүмкіндігі. Сонымен бірге, беттердің пішіні, φ және φ_1 бұрыштарының рұқсат етілетін мәндері мен оның өзгерістерінің барлығы ескерілген беріліс бағыты есепке алынады. ε бұрышының ұлғаюымен жоғары шектің салмақтылығы мен беріктігі артатынын ескеру қажет, яғни күштік тәртіптерде өңдеу мүмкіндігі пайда болады.

Дөңгелек пішінді пластинаның φ және φ_1 бұрыштары жиектің жоғарғы шегінде нөлге тең, ε бұрышы максималды. Мұндай пішіндегі пластиналы құралды кесудың ауыр жағдайларында пайдалану ұсынылады: алғашқы өңдеу, үзікті кесу, жоғары қаттылықтағы және беріктіктегі материалдарды өңдеу үшін. Сонымен бірге, технологиялық жүйенің қажетті қаттылығы және оның ішінде, өңделіп отырған бөлшектің (ұзындықтың диаметрге қатынасы 4,6-ға дейін), дірілдеудің болмауы қамтамасыз етілуі қажет

Шаршы пластинамен жабдықталған құралды, алғашқы өндеуде пайдалану ұсынылады (оның ішінде, қабық бойынша).

Ромб, шаршы, параллелограмм және бұрыс үшбұрыштар пішіндеріндегі пластиналарды жартылай таза өндеу барысында пайдаланылатын аспапқа орнату ұсынылады.

Параллелограмм, ромб және дұрыс үшбұрыш пішініндегі пластиналарды таза өндеуге арналған кескіш аспапқа орнатады.

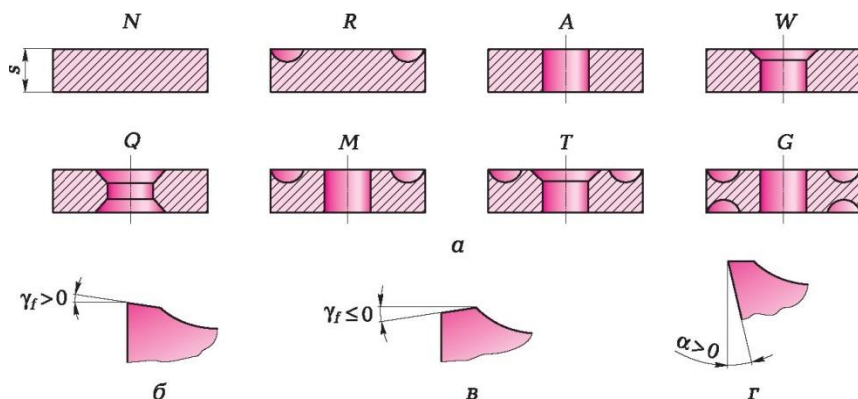
Неғұрлым әмбебап пластиналар, ε минималды бұрышты пластиналары болып табылады (әртүрлі материалдардан жасалынған әртүрлі пішіндердегі бөлшектерді өндеу). Бұл пластиналар келесі ұсынылған пішіндерде: ромбтық, $\varepsilon = 55^\circ$ және 35° (D және V — 3.1-ші кестені қараңыз) немесе параллелограмм пішінінде, $\varepsilon = 55^\circ$ қалпында (K — 3.1-ші кестені қараңыз).

Келтірілген ұсынылымдар бағдарлық сипатқа ие және өндеудің нақты жағдайлары үшін нақтыланулары қажет.

Пластина типі (3.11, а суреті) негізінен оның пластинаның тұғырына перпендикулярлы жазықтықтағы көлденең қимасымен, алдыңғы бетіндегі қуыстары мен қырларының болуымен, олардың пішіндерімен, саңылаулардың болуымен сипатталады.

Қуыстар жаңқалардың оралуларын немесе сынуларын және олардың алынып тасталуларын қамтамасыз етеді.

Алдыңғы беттегі **қыр** жиектің талап етілетін беріктігін және төзімділігін қамтамасыз етеді, жаңқалардың оралуларына немесе сынуларына көмектеседі. Қырлы алдыңғы бұрышты пластиналар $\gamma > 0$.



3.11-ші сурет. Пластиналар типтері:

a — көлденең қимадағы пластиналар пішіндері: s — пластиналар қалыңдығы; N, R, A,..., G — пластиналардың белгілену типтері (3.3-ші кестені қараңыз); б — у оң алдыңғы қырлы бұрыш, в — у теріс алдыңғы қырлы бұрыш, г — а оң артқы бұрышты пластина

(3.11, б суреті) жұмсақ материалдарды өндеу үшін қолданады; с $\gamma_f \leq 0$

пластиналары (3.11, всуреті) – қатты материалдар мен шойынға арналған.

Саңылаудың болуы пластинаны бұрандамен немесе басқа элементпен бекітуді пайдалануға мүмкіндік береді, яғни бекітудің барлық мүмкін болатын тәсілдерін таңдауды кеңейтеді.

Артқы бұрыш пластинаның қаптал (артқы) беттерінің еңкеюін сипаттайды. α артқы бұрышы – қаптал беті (3.11, гсуреті).

Пластиналарға арналған α бұрыштарының стандартты қатары: 3; 5; 7; 15; 20; 25; 30; 0 және 11° (тиісті белгіленулері – **A, B, C, D, E, F, G, N, P** (3.2-ші кестені қараңыз).

Артқы бұрыш құралдың конструкциясына ықпал етеді. **N** (нөлдік артқы бұрышты) пластинасын кескіштің артқы нақты оң бұрышын жасау үшін, кескіш корпусына қиғаштап орнатады.

Бір жақты пластинада α артқы бұрышы болады, бұл қуыстың (ұяшықтың) кескіш корпусындағы пластинаның астына еңкеюін міндетті емес істейді және оны ойықсыз және қырсыз және жоғары өңдеу сапасымен орындай отырып, пластинаның төменгі бетін тек тірек ретінде пайдалану мүмкіндігін береді.

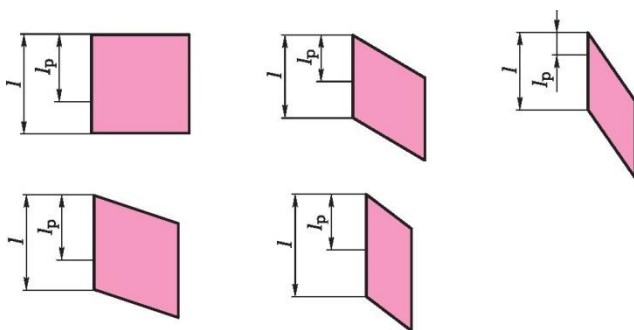
Екі жақты пластина, біржақтыға қарағанда екі есе көп болатын, алмастырмалы кескіш жиектері сандары тұрғысына, бір жақты пластинамен салыстырғанда артықшылықтарға ие.

Пластинаның дәлдігі сыныбы оның бұрылыстан кейінгі қалпының дәлдігі немесе пластинаның өзін алмастырғаннан кейінгі талаптарды ескере отырып таңдалады. Пластинаның жеткілікті дәл орындалуы, жиек тозғаннан және жиегін алмастырғаннан кейінгі өңделетін бөлшектің көлеміне қайта баптауды қажетсіз етеді. **G, S және E** дәлдіктері сыныптары пластиналары алдыңғы және артқы, сонымен қатар тірек беттерімен тегістеледі, бұл олардың орналасуларының дәлдігін кепілдендіреді.

I кескіш жиектің ұзындығы кесілетін қабаттың енінен немесе жиектің I_p жұмыс бөлігінен $1,5 - 4$ есеге артық болады. Жиектің жұмыс бөлігі жаңқаны тікелей сыдырады ($I_p = t/\sin\varphi$, бұл жерде t – кесу тереңдігі; φ – жоспардағы негізгі бұрыш). Пластинаның жоғарғы шегіндегі ε бұрышы қаншалықты кем болса, I/I_p қатынасы соншалықты үлкен болуы қажет (3.12-ші сурет), яғни кесілетін қабат пен кесу күші кем болады. Бұл ε бұрышының кемуімен жоғары шектің беріктігі төмендейді.

Пластинаның қалыңдығын s (3.11, а суретін қараңыз) қажетті беріктігіне байланысты, ұсынылған пішін мен типті пластиналарға арналған көлемдер мәндерінің стандартты қатарынан таңдалады. Пластиналар көп жағдайларда қайтадан қайралмайды, қалыңдығы бойынша қор қажет етілмейді. Сонымен бірге, минималды қалыңдық конструкциялық көріністерден бекіту элементтерін орналастырудың қажеттілігімен анықталуы мүмкін.

2.



3.12-ші сурет. Пластиналар жиектерінің жұмыс ұзындығы:

l – жиек ұзындығы; l_p – жиектің ұсынылатын максималды жұмыс ұзындығы

Кесілетін қабаттың берілісінің және қалыңдығының, сонымен қатар өңделетін материалдың қаттылығының ұлғаюында, яғни өңдеу тәртіптері қатайған жағдайда, пластинаның көлемдері (жиектің қалыңдығы мен ұзындығы) ұлғайтылуы қажет.

Ауыр станоктарда жұмыс істейтін кескіштер үшін, 25 мм дейінгі кесу тереңдігінде, корпустағы тігінен орналасқан немесе ұлғайтылған қалыңдатылған қайтадан қайралатын және қайтадан қайралмайтын қатты қоспаларды пайдаланады.

Стандартты пластиналарда **$r_{\text{жоғары жиегі радиусы}}$** 0,2-ден 2,4 мм-ге дейін өзгереді. Жоғары шектегі аз радиусты пластиналарды (жоғары шек үшкір), төмен берілісті таза өңдеу үшін пайдаланады. Алғашқы өңдеу және жиектің жоғары шегінің беріктігін ұлғайтуға арналған үлкен берілістерді пайдаланған жағдайда, жоғары шекте үлкен радиусты пластинаны орнату ұсынылады.

3.4-ші кесте. Кесу тәртіптеріне байланысты өңдеу сипаты

Өңдеу	Кесу тәртібі	
	Тереңдік, мм	Беріліс, мм/об
Ауыр	8...20	0,7 артық
Алғашқы	6... 15	0,5... 1,5
Жартылай алғашқы	3... 10	
Жартылай таза	1,5... 4	0,2... 0,5
Таза	0,5... 2,0	0,1...0,3
Жұқа	0,05... 1,0	0,02... 0,15

Сонымен бірге, φ және φ_1 бұрыштары төмендеуді кесу күші, әсіресе P_y радиалды күш ұлғаяды, дірілдеудің күшеюі мүмкін.

Осылайша, құралдың жұмыс бөлігі параметрлері өңдеу түріне тәуелді (алғашқы, таза). Өңдеу түрі сонымен қатар кескіштің корпусын (ұстағыштарын) анықтайды. Өңдеудің сипатын бағалау барысында, 3.4-ші кесте бағдарлаушы деректерін пайдалануға болады.

Кесу үдерісіне ықпал ететін фактор ретінде ескеру қажет:

- дайындамада құю қабығының немесе қақтың болуын;
- кесудің үздіктігін (жырашықтар мен ойықтардан) және пайда болатын соққы жүктемесін;
- салқындаудың жоқтығы («күрғақ» кесу);
- жоғары тәртіптерді пайдалану – кесу жылдамдығы (жылдамдықпен кесу) немесе беріліс (үлкен берілістермен өңдеу).

3.4. КЕСКІШТЕР

3.4.1. Жалпы мәліметтер

Кескіштер – бұл бір жүзді аспаптар. Олар өнімділіктері бойынша көп жүзділерден төмен болады (мысалы, фрездер, созғышлар). Бірақ бірқатар артықшылықтары кескіштердің кеңінен қолданылуын айқындайды–бұл кескіш құралдың неғұрлым кеңінен таралған түрі.

Ең алдымен, кескіштердің көмегімен әртүрлі операцияларды орындайды және күрделі беттерді өңдейді. Сондықтан кескіштер әртүрлі станоктарда (токарлық, қашаушы, сүргілеуші және т.б.), оның ішінде СББ бар станоктарда қолданылады.

Көптеген кескіштердің кескіш жиектері (мысалы, токарлық) қысқа, қарапайым пішінді, бұл қатты және неғұрлым қымбат құралдық материалдарды, мысалы қатты қоспаларды, АҚМ пайдалануды жеңілдетеді. Кескіштермен өңдеу барысындағы кесу үдерісі (қайрау, бұранда салу және т.б.), мысалы, фрезерлеуге қарағанда неғұрлым біркелкі, бұл жоғары қаттылықтағы материалдардан жасалған аспаптардың төзімділіктеріне жағымды ықпал етеді, өйткені құралдық материалдар жоғары сынғыштыққа ие (2-ші бөлімді қараңыз) және сондықта, соққылық жүктемелер жағдайларында нашар жұмыс жасайды.

Кескіштер өңдеу түрлеріне байланысты келесідей бөлінеді: **сүргілеу, қашағыш, токарлық, қашау, бұрандалық**. Фасондық беттерді өңдеу үшін сонымен қатар, **арнаулы фасондық** кескіштер пайдаланылады.

2. 3.4.2. Токарлық кескіштер. Конструкциялары.

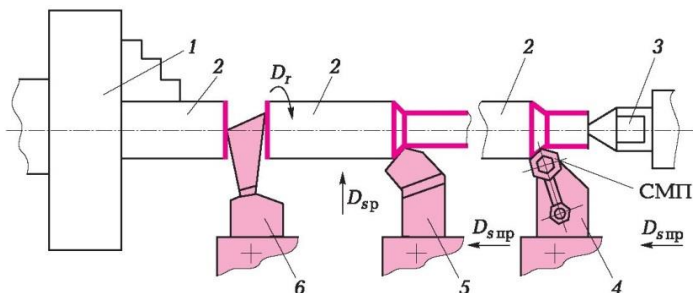
Токарлық кескіштер – кесудің D_r негізгі айналу қозғалысымен (1.3-ші суретті қараңыз) және бірнеше немесе бір беріліс D_s қозғалыстармен жұмыс істейтін бір жүзді аспаптар.

Кескіштің негізгі бөліктері – корпус (ұстағыш) және жүз бен кесуші жиектен тұратын жұмыс бөлігі. Кескіштердің жұмыс бөліктері жылдам кескіш болаттардан, қатты қоспалардан, кескіш керамикадан, АҚМ дайындалуы мүмкін. Корпустары мен бекіту элементтерін конструкциялық болаттардан дайындайды (2.10-ші қосымша бөлігін қараңыз).

Кескіштердің (ұстағыштардың) корпустары көлденең қиманың әртүрлі пішіндерінен тұрады: тік бұрышты, шаршылы, дөңгелек. Ұстағыштардың көлемдерін таңдаған жағдайда, беріктік сипаттамаларымен бірге, станоктардың конструктивтік ерекшеліктері де ескеріледі. Осылай, кескіштің жоғарғы шегі станок орталықтары сызықтарының биіктігінен аспауы қажет. Арнайы кескіш ұстағыштарды бекіткен жағдайда (мысалы, револьверлі станоктарда), ұстағыштардың көлемдер кескіш ұстағыштың рұқсат етілетін конструкцияларынан аспауы қажет.

Ұстағыштар пішіні бойынша тік (1.3-ші суретті қараңыз) және иілген кескіштерге 5 бөлінеді (3.13-ші сурет); соңғылары саңылаулардың бүйіржақтарды және қайрауларды кесу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Жылдам кескіш болаттан жасалынған жұмыс бөлігін корпусқа дәнекерлейді немесе пісіреді. Қатты қоспалы пластиналарды корпусқа пісіреді немесе механикалық бекітеді. Керамикадан және АҚМ жасалған кескіш пластиналарды механикалық бекітеді. Кескіш бөліктері пісірілген немесе дәнекерленген құрамдас құралды қайрайды. Бұдан әрі оны тозудың сипатына байланысты, артқы немесе алдыңғы беттерімен (немесе екі жағымен де) қайтадан қайрайды.



3.13-ші сурет. Токарлық кескіштер:

- 1 – токарлық станоктың патроны; 2 – дайындама; 3 – артқы орталық;
 4 – алмастырмалы көп қырлы пластиналы (АҚП) өтпелі кескіш;
 5 – өтпелі иілгіш кескіш; 6 – кесу кескіші; D_m – кесудің негізгі қозғалысы; $D_{сп}$ – бойлық беріліс қозғалысы; D_{sp} – радиалдық беріліс қозғалысы

Кескіш пластинаны корпусқа қайралған күйі орнатылады. Бір кескіш жиектің тозуында алмастырмалы көп қырлы пластинаны (АКП) бұрады және кесу кескіштің келесі кескіш жиегімен **4** жиегімен жүзеге асырылатын болады (3.13-ші суретті қараңыз). Барлық жиектері тозғаннан кейін, екі жақты пластинаны айналдырады, ал бір жақтыны – алады және жаңасымен алмастырады.

Токарлық кескіштерге келесі кескіштер жатады:

- өтпелі – сыртқы цилиндрлік беттерді қайрау үшін (**4** және 5 поз., 3.13-ші сурет);
- тілгіш – бүйіржақ беттерді өңдеуге арналған;
- қиып-кескіш – жырақшаларды қайрауға арналған;
- кескіш – дайындамаларды кесуге арналған (6 поз., 3.13-ші сурет).

Токарлық станоктарда сонымен қатар кеулеу жону және бұрандалы кескіштер пайдаланылады (3.5, 3.7-ші бөлімшелерді қараңыз).

Көп қырлы қатты қоспалы пластиналы кескіштің конструкциясы кескіш пластинаның пішінін (3.3-ші бөлімшені қараңыз) және оның кескіш корпусына (ұстағышқа) бекітілу тәсілін анықтайды.

АКП бекіту тәсілдерін қолдау. АКМ корпуса бекіту тәсілдері кодталады (таңбаланады): үстінен қысу – С; тербелмелі тұтқышпен бекіту (саңылау арқылы) – Р; саңылау конусы арқылы бұрандамен – S; қысқыш-сынамен (жоғарыдан қысу және саңылау арқылы сығымдау) – М.

С типті бекітуді (3.14, а суреті) дифференциалды бұрандамен (өртүрлі ұштарындағы сол және оң) **8** бұрандасымен жүзеге асырылады. Корпусқа **1** қысқыш **7** және қатты қоспалы жаңқа опырғыш **6** арқылы бұрағанда, кескіш пластина **4** (оны да қатты қоспадан дайындайды), корпусқа бекітілген **2** тірек пластинасына **3** сығымдалады. Кескіш пластинаның **4** алдыңғы бетінде **5** ойығы және жаңқа опырғышы **6** болуы мүмкін немесе олар болмайды.

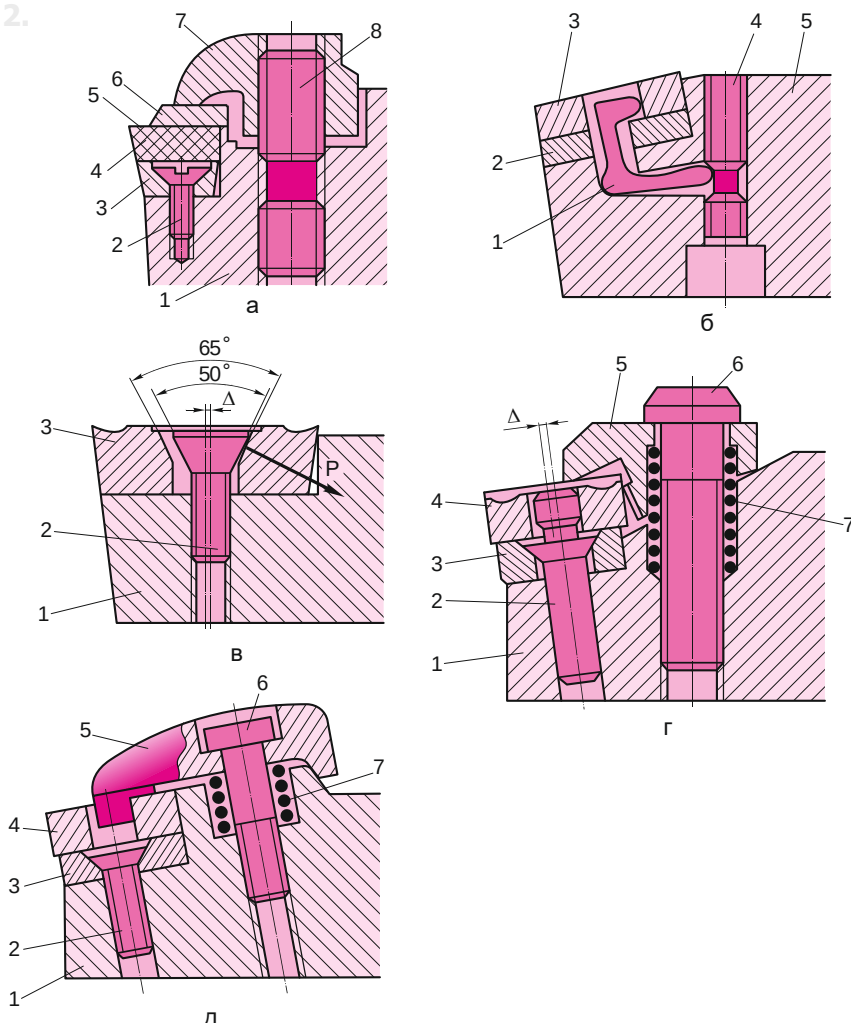
С бекітпесі бар бұрандаларды ірі сериялы және жаппай өндірісте қолданады, оның ішінде автоматты сызықтарда. Пластинаның кесуші бөлігінің материалы ретінде, қатты қоспа, кескіш керамика және АҚМ пайдаланылуы мүмкін.

Пластиналардың пайдаланылатын пішіні – шаршылы, үш қырлы және ромб тәрізді.

Шағын саңылауларды қайрағанда және жонғанда 12 x 12 және 16x 16 мм кескіш ұстағышының қимасының шағын көлеміне қатысты пайдаланғанда, 3 тірек пластинасынсыз **С** бекітпесін қолданады.

Р типті бекітпені (3.14, б суретін қараңыз) кескіш пластинаны **3** корпусқа **5** және сонымен бір мезетте **2** тірек пластинасына сығымдайтын, саңылауға кіріктірілген қысқа иықшамен және **4** бұранданы бұрау барысында, **1** L-тәрізді тұтқышымен жүзеге асырады.

2.



3.14-ші сурет. Әртүрлі типтердегі АКП бекітпелі кескіштер:

а — *С* типі: 1 — кескіш корпусы; 2 — бұранда; 3 — тірек пластинасы; 4 — кесуші пластина; 5 — кесуші пластинаның алдыңғы беті; 6 — жаңқа опырғыш; 7 — қысқыш; 8 — бұранда; *б* — *Р* типі: 1 — тұтқыш; 2 — тірек пластинасы; 3 — кескіш пластина; 4 — бұранда; 5 — корпус; *в* — *С* типі: 1 — корпус; 2 — бұранда; 3 — кескіш пластина; *Р* — пластинаны қысу күші; *г* — *М* типі: 1 — корпус; 2 — штифт; 3 — тірек пластинасы; 4 — кесуші пластина; 5 — қысқыш; 6 — бұранда; 7 — серіппе; *д* — пластина мен штифт біліктері арасындағы қашықтық; *д* — *М* типті бекітпе нұсқасы: 1 — корпус; 2 — бұранда; 3 — тірек пластинасы; 4 — кесуші пластина; 5 — қысқыш; 6 — бұранда; 7 — серіппе.

1 тұтқышы кесуші төлкесімен **5** корпусының саңылауына тіркеледі (3.14, *бс* уретінде көрсетілмеген). Сызбаның перпендикулярлы беті бағытындағы **3** пластинаның қалпы, **5** корпустың қуыстың қаптал беттерімен тіркеледі. Бұл бір кескіш жиек тозған жағдайда, ол бұрылғаннан кейінгі пластинаның нақты орналасуын қамтамасыз етеді және көлемге қайтадан бапталуын жоққа шығарады.

Р типті пластинаның бекітілуі бар құралды таза және жартылай таза қайрау үшін пайдалану ұсынылады, оның ішінде СББ станоктарында контурлық өңдеу үшін.

Пластинаның алдыңғы беті ашық (**С** типті бекіткішпен салыстырғанда жаңқа опырғышы жоқ), бұл оған кесу тәртіптерінің ауқымды диапазонында (кесу және беру тереңдігі) жаңқаны бөлшектеуге арналған әртүрлі пішіндерді беруге мүмкіндік береді (жалпақ болуы міндетті емес).

С типті бекіту (3.14, в суретін қара). **1** корпусқа бұралғанда, **3** кескіш пластинаға оған жасалынған фасондық саңылау (тороидальды) арқылы **Р** күшпен жабысатын **2** бұрандасымен жүзеге асырылады.

Пластинаның саңылауының және корпустың саңылаудың өзектері **А** шамасына орындарынан жылжыған. Бұл **Р** күштің бағыты **3** кескіш пластинаның тірек бетке және корпус қуысының **1** қапталдарына жабысуын кепілдендіреді.

С бекітпесін тірек пластинасының (3.14, в суретіндегідей) немесе оны пайдалана отырып орындайды. Тірек пластинасының бекітпені, негізінен диаметрі 10...30 мм болатын шағын көлемді саңылауларды өңдеу үшін, ұстағыштың қимасының шағын көлемдерін (8 x 8-ден 16 x 16 мм-ге дейін) пайдалану қажет болғандағы қашау кескіштері үшін пайдаланады.

С бекітпесінің артықшылығы – бекіту элементтерінің санының аздығы, шағындығы және бекітілу қарапайымдылығы. Пластинаның алдыңғы беті ашық, бұл фасонды алдыңғы беттерді пайдалану және жақсы жаңқаны ұшыру үшін мүмкіндік туғызады. Бекітудің мұндай типін, негізінен, жеңіл және орташа және СББ бар автомат-станоктарда саңылауларды жонғанда пайдаланады.

М типті бекітуді (3.14, г суретін қараңыз) кескіш пластинаны **4** тірек пластинаға **3** жабыстыратын, **5** қысқышпен бұранданы **6** бұрау барысында жүзеге асырады. **7** серіппе **6** бұранданы бұрау барысында **5** қысқышты жоғары көтерді, бұл пластинаның жиек тозғаннан кейін бұрылуын жеңілдетеді.

Қатты қоспалы пластиналардың **М** типті бекітілуін, қолмен басқарылатын станоктарда, алғашқы және жартылай таза операцияларда өңдеу барысында жүзеге асырады. Бекітудің бұл типін кескіш және бұрандалы кескіштер үшін пайдаланады.

3.5-ші кесте. Кесілетін қабат аумағына байланысты кескіш ұстағышы қимасы

Кесілетін қабат аумағы f , мм ²	Ұстағыш қимасы, мм ²	
	$B \times H$	$H \times H$
2,5	12 x 20	16 x 15
4	16 x 25	20 x 20
20	20 x 30	25 x 25
18	25 x 40	30 x 30

Ескерту. Кескіш қатты қоспалы, $\phi = 45^\circ$; болатты өңдеу 45, 190 НВ.

Пластинның кескіштің корпусына орналасуының неғұрлым жоғары дәлдігін және бекітілу қаттылығын M типті бекітілу нұсқасы қамтамасыз етеді (беті және саңылауы бойынша – 3.14, д сурет). Ол кескіш корпусының еңкейіп жасалғандығымен ерекшеленеді (3.14, және 3.14, д суреттерін салыстырыңыз). Сондықтан, 6 бұrandаны тартқанда, 5 қысқыш өзінің шетімен 1 корпусың қиғашына тіреле отырып, 4 кескіш пластинаны бір сәтте төмен тірек пластинасына 3 және 1 корпусың отырғызу ұяшығы қабырғаларына жабыстырады. Мұндай тәсіл 4 пластинаның кескіштің корпусына және бекітпенің қаттылығына қатысты орналасуының дәлдігін қамтамасыз етеді. Жоғары дәлдік және бекітілудің қаттылығы бұл конструкцияны, қатты қоспадалардан жасалынған пластиналарды, керамика мен АҚМ жасалған пластиналарды бекіту үшін пайдалануға мүмкіндік береді.

Кескіштердің ұстағыштарының (корпустарының) қималары көлемін, кесу күшіне және құлашқа (кескіш тірегінен жиектің жоғарғы шегіне дейінгі қашықтық) ықпал ететін беріктік пен қаттылық шарттарын ескере отырып тағайындайды. Оларды кесілетін қабаттың қимасының f аумағына байланысты бағдарлай отырып қабылдайды (3.5-ші кесте).

АҚП жабдықталған токарлық кескіштерді кодтау. Код корпусың (ұстағыштың) және пластинаның конструкциясын сипаттайтын тоғыз негізгі символдардан тұрады:

- бірінші символ – пластинаны бекіту тәсілі (C , P , S , M);
- екінші символ – АҚП пішіні (3.1-ші кестені қараңыз);
- үшінші символ – ұстағыш типі (ϕ бұрышы): $\phi = 75^\circ$ болғандағы B ; $\phi = 45^\circ$ болғандағы D ; $\phi = 90^\circ$ болғандағы F ;
- төртінші символ – АҚП артқы бұрышы (3.2-ші кестені қараңыз);
- бесінші символ – ұстағыштың орындалуы: R – оң, L – сол, N – оң және сол;
- алтыншы және жетінші символ – тиісінше ұстағыштың биіктігі және ені (миллиметрлерде);

■ сегізінші символ – кескіштің ұзындығы (миллиметрлерде):

A – 32	G —90	P – 170	U – 350
B – 40	H —100	Q – 180	V – 400
C – 50	K —125	R – 200	W —450
E – 70	M —150	S – 250	Y – 500
F – 80	N —160	T – 300	

■ тоғызыншы символ —пластинаның кескіш жиегінің ұзындығы.

Мысалы, **MSSNR20 16 G12**коддыкелесіні білдіреді: пластинаның бекітілуі — М типті; ұстағыш типі $S\varphi = 45^\circ$ бұрышты. Бұдан әрі пластинаның белгіленуі: **S** – шаршы пішініндегі пластина; **N** – пластинаның артқы бұрышы нөлдік; беріліс қозғалысы бағыты **R** – оң. Цифрлар ұстағыштың көлемдерін көрсетеді: биіктігі 20 мм; ені 16 мм; кескіштің ұзындығы **G** – 90 мм); жиектің ұзындығы 12 мм (шаршы пішініндегі пластина үшін – шаршының қапталдары 12 мм).

3.4.3. Ұлғайтылған берілістермен қайрау

Кескіш жиектердің арнаулы геометриялық параметрлері есебінен ұлғайтылған берілістермен қайрау – бұл өнімділікті арттыратын, кесу арқылы өңдеудің заманауи бағыттарының бірі.

Машина уақыты $T_{\text{маш}}$ берілістің ұлғаюына пропорционалды түрде қысқарады: $T_{\text{маш}} = L/(ns)$, бұл жерде **L** – өңделетін беттің ұзындығы (кірекесу мен асқыноту ескерілген), мм; **n** – дайындаманың айналу жиілігі, айн/мин; **s** – беріліс, мм/айн. Сонымен бірге, тиісінше жалпы өңдеудің өнімділігі ұлғаяды. Ұлғайтылған берілістермен қайрау (негізінен сыртқы беттерді) қатты қоспалы құралды пайдаланған жағдайда жүзеге асырылуы мүмкін. Кесу күштерінің айтарлықтай ұлғаюы (1.3-ші қосымша бөлімдерді қараңыз) төменгі беріктік қасиеттеріне байланысты не кескіш керамиканы, не АҚМ пайдалануға мүмкіндік бермейді.

Берілісті ұлғайту шектеу дірілдің пайда болуынан, станок пен Құралдың жеткіліксіз қаттылықтарынан немесе тіпті Құралдың беріктігінен пайда болуы мүмкін. Бұдан бөлек, берілістің ұлғаюы өңделген бет сапасының нашарлауына алып келеді (микротегіссіздіктердің биіктігі артады).

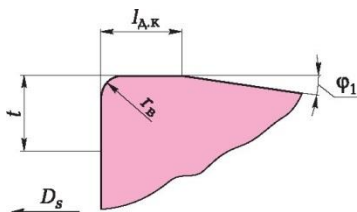
Егер, жабдықтың беріктігі мен қаттылығы шектеуші фактор болып табылмаған жағдайда, тек бір ғана міндетті шешу қажет болады – өңделген беттің сапасын жақсарту.

Бұдырларды азайту үшін кесу бөлігінде арнаулы геометриясы бар кескіштерді пайдаланады (3.15-ші сурет). Кескіште екі учаскеден тұратын бұзылған пішіндегі қосалқы кескіш жиегі болады: бірінші ұзындығы $1_{\text{дк}}$ болатын, нөлге тең қосалқы бұрышы бар (қосалқы жиек); екінші учаскенің бұрышы $\varphi = 3 \dots 10^\circ$ болады.

3.15-ші сурет. Қосалқы жиекті

кескіш жүзі:

$l_{д.к}$ – қосалқы жиектің ұзындығы; φ_1 – жоспардағы қосалқы бұрыш; r_n – жоғары шектегі радиус; t – кесу тереңдігі; D_s – беріліс қозғалысы



Бірінші учаскенің ұзындығы берілістің ұзындығынан шамалы артық болуы қажет ($l_{д.к} > s$).

Таза және жартылай таза қайрау барысындағы кескіштің геометриясын өзгерте отырып, өңделіп отырған беттің бұдырлығын азайтуға немесе өңделетін беттің бұдырлығын өзгертпестен, берілісті арттыруға болады.

Кескіштің жоғарғы шегіндегі r_n радиусын, жоспардағы бұрыштарды (оның ішінде φ_1) және ұзындықты $l_{д.к}$ пластина мен өңделетін материалдың кесу тереңдігіне, беріліс шамасына, пішініне байланысты белгілейді.

3.4.4. Аса қатты материалдардан және керамикадан жасалынған пластиналы кескіштер

Пісірілген элементтері бар АҚМ жасалған (3.16-шы сурет) көп қырлы немесе дөңгелек алмастырмалы пластиналар кеңінен пайдаланылады. АҚМ пісірілетін конструкциондық материал, қатты қоспа, бұл кесуші элементтің жоғары қаттылығын қамтамасыз етеді. Қатты қоспалы пластиналар әртүрлі пішіндерде болулары мүмкін: үш немесе төрт қырлы, дөңгелек, саңылаулы немесе саңылаусыз. Бір қатты қоспалы пластинаға бір немесе бірнеше (жұмыс жоғары шектерінің санына байланысты) АҚМ жасалған элемент жалғастырылып пісірілуі мүмкін. Сонымен қатар, жекелеген элементтері емес, бүкіл беткі қабаттары АҚМ жасалған жекелеген элементтер де пайдаланылады.

АҚМ жасалған поликристалдар металдан жасалған енгізбеге (дөңгелек немесе призматикалық өзекке) пісіріліп немесе сығымдалып бекітіледі. Енгізбелерді кескіштерді, фрездердің корпусына бекітеді. Мұндай енгізбелермен жабдықталған аспап – қайтадан қайралатын болып табылады.

Кескіш керамика тек тұтас пластиналар түрінде ғана пайдаланылады. Олардың пішіндері үш қырлы, шаршы, ромб тәрізді, дөңгелек болады.

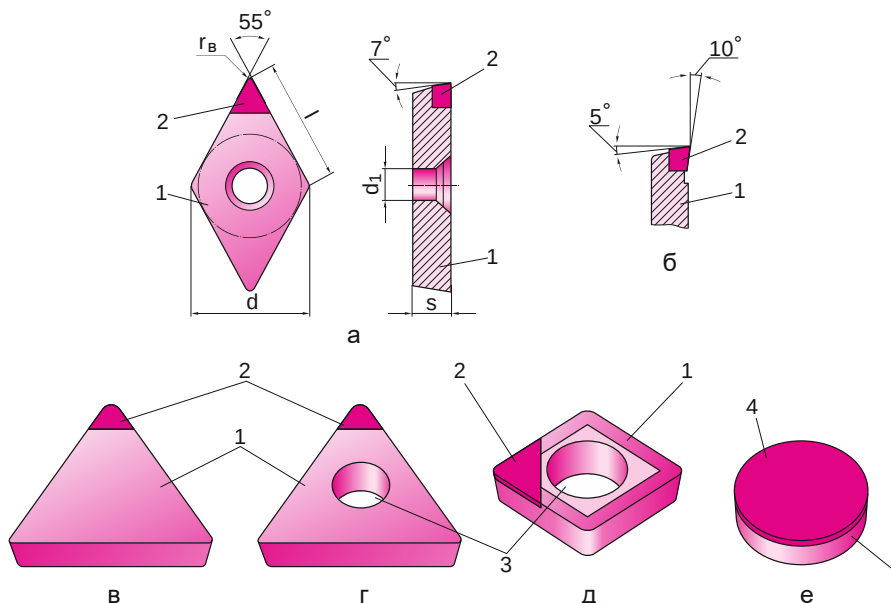
Кескіш керамикадан жасалынған және АҚМ жабдықталған *пластиналарды бекіту*, кескіштің міндетіне және пластинаның конструкциясына байланысты **C, P, S, M** типтері бойынша жасалынады (3.14-ші суретті қараңыз).

Кескіш керамикадан және АҚМ жасалынған пластиналы құралдың геометриялық параметрлері бұл материалдардың сынғыштықтарына тәуелді. Оның геометриялық параметрлерінің көмегімен аспап жүзінің жоғары беріктігі қамтамасыз етілуі қажет.

Бұған төмендегілер арқылы қол жеткізіледі (1.4-ші қосымша бөлімді қараңыз): β үшкірлеу бұрышының артуымен және γ алдыңғы бұрышының және артқы α бұрышының кемуімен (айта кетейік: $\beta = 90^\circ - (\alpha + \gamma)$); ε бұрышының ұлғаюымен (жоғары шектің салмағы мен беріктігін анықтайды); алдыңғы бетте беріктендіруші қырдың болуымен; кескіш жиектің p дөңгеленуінің жеткілікті үлкен радиусымен және жоғары шектегі радиуспен r_ε (1.6-шы суретті қараңыз). Бірқатар мысалдарды келтірейік.

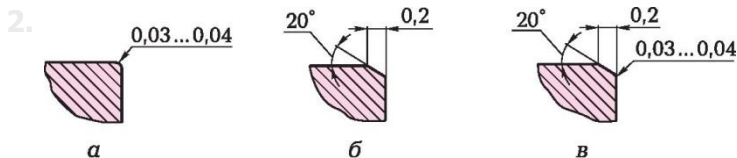
Силуминді өңдеу барысында (алюминий мен кремнийдің қоспасы жақсы өңделу қабілетін ие) алмас кескіш бөлікті аспабы пайдаланылады. Оның геометриялық параметрлері: жоғары шектегі ε бұрышы $\varepsilon = 80^\circ$; $\gamma = 10 \dots 15^\circ$ алдыңғы бұрышы, $\alpha = 5^\circ$ артқы бұрышы. Г және а бұрыштарының мұндай мәндері β үшкірлеу бұрышының жеткілікті үлкен мәнін, яғни жүздің беріктігін қамтамасыз етеді.

Қаттылығы 60 HRC артық шындалған болаттарды қайрау барысындағы бордың текше нитридінен жасалынған пластинаның геометриясы: алдыңғы бұрышы $\gamma = -5 \dots -10^\circ$; артқы бұрышы $\alpha = 6.12^\circ$ (β үшкірлеу бұрышының жеткілікті үлкен мәні, яғни берік жүз қамтамасыз етіледі); жоғары шектегі радиусы $r_\varepsilon = 0,4 \dots 0,8$ мм;



3.16-шы сурет. АКМ көп қырлы алмастырмалы кескіш пластиналар:

a – ромб пішініндегі пластина; $б$ – жиек геометриясы; $в$ – $г$ – $д$ – $е$ – үшбұрыш, шаршы және дөңгелек пішінді пластиналар; 1 – қатты қоспалы пластина; 2 – АКМ жасалған поликристалл; 3 – саңылау; 4 – АКМ жасалған қабат; l – жиек ұзындығы; d – енгізілген шеңбер диаметрі; d_1 – саңылау диаметрі; s – пластинаның қалыңдығы; r_ε – жоғары шектегі радиус



3.17-ші сурет. Кескіш пластина жиегі геометриясы:

a — 0,03...0,04 мм радиусы бойынша дөңгелектелген; $б$ — қырлы; $в$ — с 0,03.0,04 мм радиусы бойынша дөңгелектелген және қырлы

жоғары шектегі жүздің бұрышы $\varepsilon = 80.120^\circ$. ε бұрышының кемуі жүздің жоғарғы шегін әлсіретеді және берілістің кемуімен өтелуі мүмкін. Жиікті беріктендіру үшін -20° дейінгі теріс алдыңғы бұрышты және жиіктің дөңгеленуі $r = 0,03.0,05$ мм радиусына дейін болатын (3.17-ші сурет) қосымша беріктендіргіш қыр пайдаланылуы мүмкін.

Бұл ұсынылымдар жалпы сипатта болып табылады, пластиналар геометриясын өңдеудің нақты шарттарына байланысты таңдау қажет. Мұны өңдеу шарттарына байланысты кескіш керамикадан жасалынған пластиналардың геометриялық параметрлерін таңдау мысалында көрсетеміз: кесу күштерін арттырғанда геометрия кескіш жиіктің беріктігінің ұлғаюын қамтамасыз етеді.

Беттің жоғары сапасын қамтамасыз ету қажет болатын (төменгі бұдырлықты) жұқа таза қайрауда, шамалы тереңдіктегі және берілістегі өңдеу орындалады, яғни кесудің шамалы күштерімен. Мұндай өңдеу үшін, кескіш жиіктің дөңгелену радиусы $r = 0,03.0,04$ мм (3.17, а суреті) болатын өткірленіп қайралған пластина пайдаланылады. 0,2 мм/айн берілістеріндегі жартылай таза қайрауға арналған кескіш жиікті беріктендіруші қырмен орындайды (3.17, б суреті); беріліс 0,2 мм/айн асатын неғұрлым қатқыл өңдеуде, кескіш жиікті беріктендіруші қырмен және дөңгелектеумен орындайды (3.17, в суреті)

3.5. САҢЫЛАУЛАРДЫ ӨҢДЕУГЕ АРНАЛҒАН АСПАП

3.5.1. Жалпы мәліметтер

Бұрғылаушы, токарлық, жонушы және басқа да станоктарда бұрғыларды, зенкерлерді, қашауларды, жону кескішін, кесу бастиктерін, сонымен қатар абразивті құралдарды қолданады. СББ станоктарда саңылауларды фрезерлеу және бұрандалық беріліспен өңдеуді жүзеге асырады (3.23-ші суретті қараңыз).

3.5.2. Бұрғы

Бұрғыларды тұтас жұмыс бөлікті (тұтас), құрамдас, сонымен қатар алмастырмалы көп қырлы пластиналы етіп дайындайды.

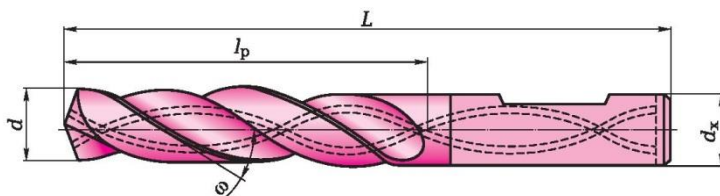
Бұрамалы бұрғылар. Конструкциясы және көлемдері. Бұрғылау үдерісінің ерекшеліктері төмендегілер болып табылады:

- әдіптің үлкен көлемін жою;
- тұтас материалда саңылауды бұрғылау барысындағы кесу тереңдігі бұрғының диаметрінің жартысына тең;
- жаңқаны сыртқа бұру қиындатылған;
- құрал консольмен орнатылады.

Сондықтан, құралдың өзінің және оның бекітпесінің қаттылығы, МСС жеткізілуі және саңылаудан жаңқалардың шығулары аталмыш жағдайда аса маңызды.

Өнеркәсіпте бұрамалы бұрғылар кеңінен пайдаланылады. Оларды жылдам кескіш болаттардан және қатты қоспалардан тұтас және құрамдас етіп дайындайды.

Бұрамалы бұрғылар ұзындығы I_p болатын жұмыс бөлігінен және d диаметрлі аспап материалынан, цилиндрлік немесе конустық пішіндегі ұзындығы I_x сағалықтан тұрады (3.18-ші сурет). Шамалы диаметрдегі бұрғыларды тұтас етіп жасайды (құралдық материалдан). Құрамдастырылған бұрғылардың диаметрі 8..10 мм артық бөлшектерін, әртүрлі материалдардан жасайды: сағалықты конструкциялық болаттан (40Х және т.б.); жұмыс бөлігін жылдам кескіш болаттан (дәнекерлеу арқылы) немесе қатты қоспадан (пісіру арқылы). Бұрамалы бұрғылардың жұмыс жұмыс бөлігінде, жаңқаларды саңылаудан шығаруға арналған бұрандалы жаңқалық жырашықтар болады (еңкею бұрышы $\omega = 20..30^\circ$). Жылдам кескіш болаттан жасалынған жалпы міндеттегі бұрамалы бұрғылардың конструкциясы мен көлемдері, оның ішінде диаметрі d және ұзындығы L , диаметрі $d = 1 \dots 80$ мм және $d = 0,25 \dots 1$ мм болатын бұрғыларға таралатын стандарттармен реттелген. Бірдей диаметрлі, бірақ әртүрлі көлемді L және I_p бұрғыларды шығарады – ұзы, орташа және қысқа сериялы.



3.18-ші сурет. Қатты қоспалы құрамдастырылған бұрандалы бұрғы:

d – диаметр; L – ұзындығы; I_p – жұмыс бөлігінің ұзындығы; d_x – артқы ілмегінің диаметрі; ω – тістерінің қисаю бұрышы; ----- – МСС жеткізуге арналған саңылау

Бұрғының диаметрін d тесілетін саңылаудың диаметріне байланысты және бұрғының тозуына қарай d кемуін және мүмкін болатын топтастыруды ескере отырып (саңылау диаметрінің бұрғы диаметрімен салыстырғандағы ұлғаюы) стандартты қатардан таңдайды. Қысқа сериялы бұрғыларды пайдалану бұрғының патроннан шығуын (немесе шпиндельден) және бұрғының деформациялануын кемітуге мүмкіндік береді. Осылайша, өңдеу дәлдігі ұлғаяды. Бұрғының жұмыс бөлігінің үлкен ұзындығында, қайтадан қайрау арналған үлкен қор болады, бұл бұрғыны неғұрлым әмбебап етеді. Саңылауды үлкенірек ұзындықта өңдеу мүмкіндігі туындайды.

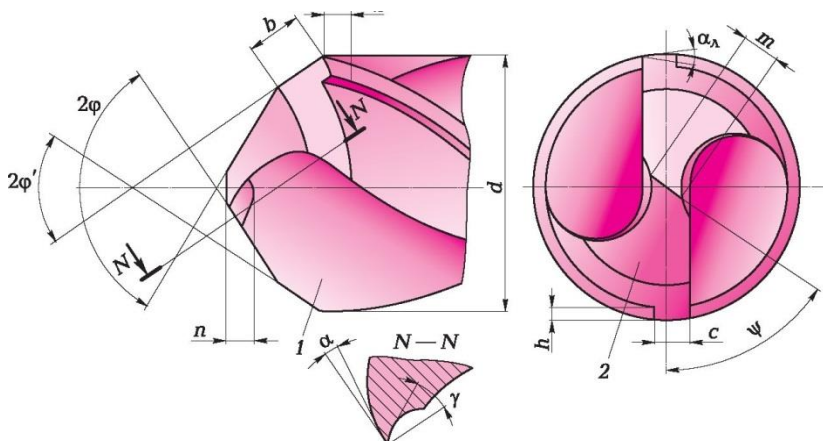
Бұрғының жұмыс бөлігінің ұзындығын таңдаған жағдайда, бұрғы ұзындығының қайтадан қайралған жағдайлардағы қысқаруын қарастыру қажет. Ұзындығы L болатын саңылауды өңдеу үшін, жұмыс бөлігінің ұзындығы шамамен келесіні құрайтын бұрғыны пайдаланған жөн: $I_p = L + 3d$.

Жылдам кескіш стандартты бұрғыларды пайдаланған жағдайда, 11 – 14-го квалитеттегі саңылаулардың дәлдігі алынады, беттің бұдырлығы $Ra10$ мкм.

Кескіш бөліктерінің геометриялық параметрлері әртүрлі стандартты бұрғыларды да шығарады: қосарланған қайрақты, көлденең жиегі қайралған, шүйделенген таспалы (3.19-шы сурет) және бұл геометриялық элементтерсіз (қалыпты геометриялы бұрғы).

3.19-шы суретте диаметрі $d = 24$ мм болатын жылдам кескіш болаттан жасалынған бұрғының кескіш бөлігінің геометриясы ұсынылған: $2\varphi = 118^\circ$; $2\varphi' = 70^\circ$; $\psi = 55^\circ$; $b = 4,5$ мм; $n = 5$ мм; $m = 2,2$ мм; $h = 0,7$ мм; $c = 1,0$ мм; $\alpha_L = 6^\circ$; $I_L = 2$ мм ($\omega = 30^\circ$ – суретте көрсетілмеген).

Көлденең жиекті қайрағыштау n енінде орындалған. Нәтижесінде теріс алдыңғы бұрышты көлденең жиектің ұзындығы кеміген, оның көлемі – m . Негізгі жиек учаскесінде ($N-N$ қимасында) ү оң алдыңғы бұрышы алынған. Бұрғының геометриялық параметрлерінің бұлай өзгеруі кесу күшін төмендетеді. Артқы бұрыш $\alpha \approx 20^\circ$ және бұрғыны қайрау тәсіліне тәуелді. Қосарланған қайрау b енінде $2\varphi'$ бұрышымен орындалған. Қосарланған қайрауды $d > 10$ мм жағдайындағы бұрғылар үшін орындау ұсынылады. Бұл бұрғының жиегінің жоғарғы шегін d сыртқы диаметрінде беріктендіруге және $b: a = 0,5s_o \sin \varphi'$ ұзындығындағы жиек учаскесіндегі кесілетін қабаттың a қалыңдығын кемітуге мүмкіндік береді, $\varphi' < \varphi$, s_o – бұрғы айналымына беріліс, мм/об. a_L бұрышы бойынша таспаны шүйделеу $I_L = 2$ мм ұзындығында орындалған. Шүйделеу болмаған жағдайда $a_L = 0$. Қосымша бұрыштың шамалы шамасы 100 мм ұзындыққа $0,02...0,1$ мм кері конустылығымен жасалынады (d байланысты), яғни d сағалықке қатысты жоғары шектің кемуімен. Геометриялық параметрлердің мұндай өзгерістері бұрғының төзімділігін арттыруға мүмкіндік береді.



3.19-шы сурет. Жылдам кескіш болаттан жасалынған бұрамалы бұрғының кескіш бөлігі: 1 – алдыңғы беті (бұрандалы); 2 – артқы беті; d – бұрғының диаметрі; γ – алдыңғы бұрышы; α – артқы бұрышы; ψ – көлденең жиектің еңкею бұрышы; h, c – таспалардың биіктіктері және ендері; 2ϕ – жоғары шектегі бұрыш; $2\phi'$ – қосарланған қайрауыштың жоғары шегіндегі бұрыш; b – қосарланған қайрауыш учаскесінің ені; n – көлденең жиекті қайрауыш учаскесінің ұзындығы; m – көлденең жиектің ені; α_n – таспадағы артқы бұрыш; l_s – шүйделенген таспадағы учаскенің ұзындығы

Жеңіл қоспаларды, қиын өңделетін болаттар мен қоспаларды өңдеуге арналған бұрғылардың, сонымен қатар ССБ жаалынған станоктарға арналған бұрғыларға арналған стандарттар бар. Бұрғылар міндеттеріне байланысты жиектерінің геометриялық параметрлерімен, жаңқа жырашығының көлемімен сипатталады, олар жоғары қаттылыққа немесе дәлдікке ие болулары мүмкін.

Неғұрлым дәлірек орындауға арналған бұрғылар, оның ішінде қатты қоспалы, қатты технологиялық жүйеде және саңылаудың шамалы ұзындығында ($2...3$) d дейінгі), 8—10-шы квалитетке дейінгі саңылау дәлдіктері **Ra** 1.3 мкм беттің бұдырлығын қамтамасыз етеді.

Қатты қоспалардан дайындалған бұрғыларды сериялық және әсіресе, жаппай өндірісте, СББ бар станоктармен жұмыс істеу барысында, сонымен қатар қиын өңделетін материалдарды өңдеу барысында пайдаланады. Кесу жылдамдығы, өнімділік немесе төзімділік артады.

«Тұтас бойынша» бұрғылау барысындағы үлкен жүктемелермен жұмыс істеу үшін, бұрғылардың бірқатар конструкцияларында МСС келтіруге арналған саңылаулар болады (3.18-ші суретте нүктелі-үзілме сызықпен көрсетілген).

Қатты қоспалардың жылдам кескіш болаттармен салыстырғандағы төмен беріктігі (2.2 – 2.5 кестелерді қараныз), қатты қоспалардан дайындалған бұрғылардың, станок шпинделіндегі құралдың аз тебуі және қатты технологиялық жүйедегі қолданылуының тиімділігін анықтайды.

Бұрғының сағалыққа қатысты тебуі 15 мкм аспауы қажет. Бұрғының қалыпты жұмыс істеуі үшін, саңылауды бір рет өндегендегі саңылаудың тереңдігі (2...4) d аспауы қажет.

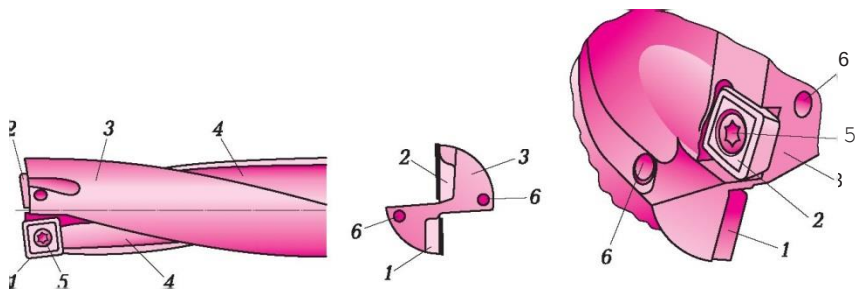
Егер бұрғы қозғалмаса, ал бөлшек айналып тұрған жағдайда (токарлық және револьверлік станоктарда өндеуге тән), бұрғы мен станок шпинделінің өзектерінің сәйкессіздігі 15..25 мкм аспауы қажет, қарама-қайшы жағдайда құралдың иілу кернеулерінің пайда болуынан сынуы мүмкін.

Қатты қоспалардан жасалынған жиналмалы бұрғылар. Қатты қоспалы пластиналардан жасалынған механикалық бекітпелі жиналмалы бұрғылардың диаметрлері $d > 7,5.12$ мм болуы мүмкін.

3.20-шы суретте диаметрі 12 мм артық бұрғының конструкциясы көрсетілген. 1және2кескіш пластиналар 5 бұрандалармен 3 корпусқа, олар бойынша жаңқалар шығарылатын 4 жырашықтармен бекітілген (3.20, а суреті). Бұрғының кескіш бөлігі 3.20, б суретінде көрсетілген. 1 пластинаның кескіш жиегі үлкен диаметрде жұмыс істейді, яғни 2 орталық пластинаға қарағанда үлкен кесу жылдамдығында жұмыс істейді. Сондықтан пластиналар қатты қоспалардың әртүрлі маркаларынан, әртүрлі геометриялық параметрлермен және жабындылармен орындалған.

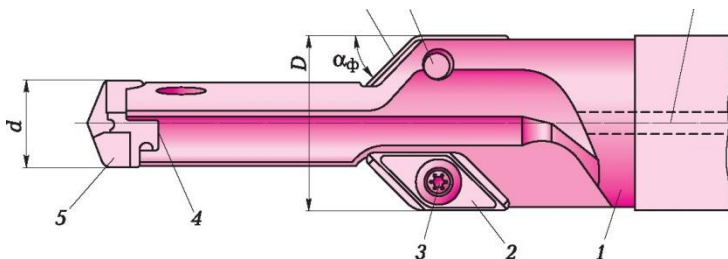
3корпуста 6 саңылаулар орындалулары мүмкін. Олар арқылы МСС жеткізу жүзеге асырылады. 6 саңылаулар болмаған жағдайда МСС сыртқы жеткізу 4 бұрандалы жырашықтар арқылы жүзеге асырылабын болады. МСС ішкі жеткізілуі жағдайында, оның кесу аймағына неғұрлым сенімді түсуі және неғұрлым тиімді салқындатылуы қамтамасыз етіледі.

Комбинацияланған құралды пайдалану – заманауи тенденциялардың бірі. Комбинацияланған құрал бір уақытта бірнеше әртүрлі беттерді өндеуге мүмкіндік береді, мысалы, саңылаудағы бұрғылау мен қырды алуды біріктіру. Мұндай құралды дайындау АҚМ пайдаланған жағдайда жеңілдетіледі.



3.20-шы сурет. Алмастырмалы көп қырлы пластиналы бұрғы:

1 – перифериялық пластина; 2 – орталық пластина; 3 – корпус; 4 – бұрама жырашықтар; 5 – бұранда; 6 – МСС арналған саңылау



3.21-ші сурет. Комбинацияланған жиынтықты бұрғы:

1 – корпус; 2 – қырларды алуға арналған пластина; 3 – бұрандалар; 4 – қуыс;
5 – орталық пластина; 6 – МСС арналған арна; d – бұрғы диаметрі; D – қырлау
учаскесі диаметрі; α_F – қырлар бұрышы

3.21-ші суретте диаметрі 7..16 мм болатын саңылауларды өндеуге арналған комбинацияланған аспап ұсынылған (**Iscark** конструкциялы). 5 тұтас қатты қоспалы қос жиекті пластина, бұрғының 1 корпусындағы 4 қуысқа бекітіледі. α_F бұрышты қырларды өндеу үшін на корпусе 1 винтами 3 бұрандалары бар 1 корпусында 2 қатты қоспалы пластиналары орнатылған.

Өртүрлі диаметрлердегі сатылы саңылауларды өндеу үшін, сонымен қатар екі және үш сатылы бұрғылар комбинацияланған аспабын қолданады.

Цилиндрлік сағалықтары бар бұрғыларды қысқышпен, мысалы цангалық, термиялық (HSK) немесе басқа да патронда орнатады (3,1-ші қосымша бөлімді қараңыз). Көп қырлы қатты қоспалы пластиналы бұрғыларды бекіту үшін, +1,4... - 0,4 мм диапазонында 0,05 мм қадаммен диаметрді реттеу мүмкіндігі бар, 13...40 мм диаметрлі саңылауларды бұрғылауға арналған арнайы патрондары (Coromant) жасалған.

Бұрғылау барысында дірілдерді және шуылды бәсеңдетуші, төмендетуші арнаулы міндеттегі патрондары бар. Оларды $l/d > 4$ саңылау ұзындығының диаметрге арақатынасы бар саңылауларды өндеу үшін қолдану ұсынылады.

Терең саңылауларды бұрғылауға арналған бұрғылар. Саңылаудың тереңдігі l ұлғайған жағдайда ($l/d > 4.5$), бұрғының қаттылығы төмендейді, оның иілуге деформациялануы артады, жаңқаның саңылаудан шығуы қиындайды, өңделген беттің бұдырлығы артады және көлемдердің дәлдігі төмендейді. Жаңқалар пакеттелген және бұрғының үлкен деформациялануы орын алған жағдайда, оның сынуы мүмкін.

Терең саңылауларды өңдеу барысында, бұрғыны бірнеше рет саңылаудан шығару және оны жаңқалардан тазартып отыру қажет. l/d ұлғайған сайын, жалпы міндеттегі құралдың көмегімен талап етілетін өңдеу сапасын алу мүмкін емес бола бастайды. Сондықтан, мұндай саңылауларды бұрғылау үшін: қауырсынды, шнектік, қарулық, БТА бұрғылау бастиектері (**Boring Trepanning Association**), эжекторлық, сакиналық арнайы бұрғылары қолданылады. Бұл бұрғылардың бірқатары арнаулы станоктарда жұмыс істеу барысында қолданылады.

Қауырсынды бұрғылар 3 корпусқа 2 бұрандамен бекітілген, екі жиектері бар 1 бір пластиналы пішіндегі кескіш бөлікке ие (3.22-ші сурет). Жоғары жиегіндегі бұрышы $2\phi = 120... 130^\circ$. Пластинаның қалыңдығы $B = 6.17$ мм, бұрғының диаметрі $d = 25.105$ мм. Шамалы d жылдам кескіш болаттардан жасалынған пластинаны пісіреді, ал қатты қоспалы материалдардан жасалынған пластинаны корпусқа дәнекерлейді.

$d < 100$ мм болатын бұрғыларда, АКМ орнатады, яғни I кескіш пластинаға қатты қоспадан жасалынған бірнеше қайралмайтын алмастырмалы пластиналарды бекітеді. Өзектің ішіндегі саңылаулар бойынша МСС қысыммен береді. Қауырсынды бұрғыларда бұрандалы жырашықтар болмайды, сондықтан бұл бұрғылардың қаттылықтары, бұрамалыларға қарағанда үлкенірек.

Қауырсынды бұрғылармен арақатынастары $l/d > 10$ болатын саңылауларды бұрғылауға болады. $Rz40.80$ мкм жағдайында саңылаудың дәлдігі – 12-го квалитет.

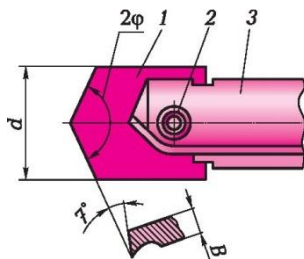
Шнектік бұрғылар $\omega 60^\circ$ -дейінгі еңкею бұрышы бар, жаңқалы бұрандалы жырашықты арнаулы шнектік пішінді бұрамалы бұрғылар болып табылады. Мұндай бұрғылармен, сынудың сусымалы жаңқасын беретін (шойынжәне т.б.) сынғыш материалдардағы $d > 5$ мм саңылауын өңдейді. Бұрғылар қауырсындықтар тәрізді дәлдікті және бұдырлықты қамтамасыз етеді.

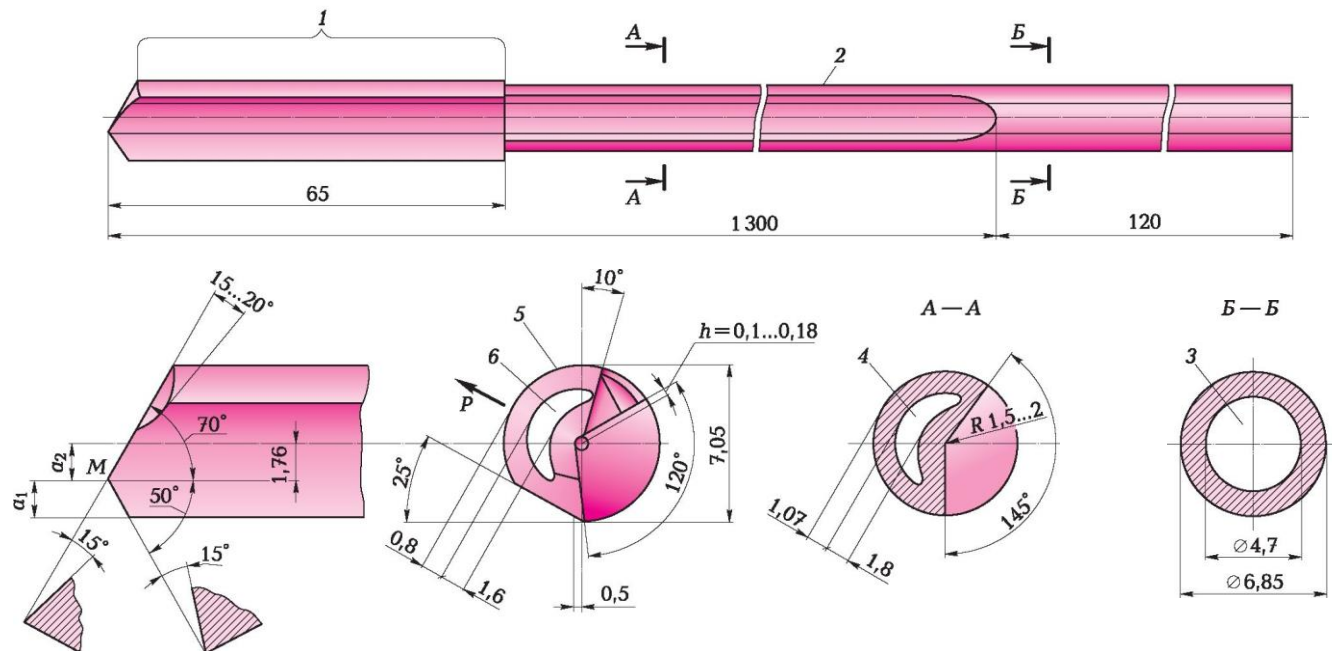
Қарулық бұрғылардың I жұмыс бөліктері $\nu = 120^\circ$ профилі бұрышымен тік V-тәрізді жаңқалы тұтас қатты қоспалы цилиндр пішінінде және қысым астында МСС әкелуге арналған 6 ішкі арналы болып табылады (3.23-ші сурет). Жұмыс бөлігі 2 болаттан жасалынған өзекке (құбыршаға), 3 цилиндрлік саңылауымен пісірілген (Б – Б қимасы). 2 өзекте 145° (А—А қимасы). Өзек (құбырша) көлденең қимада, пластикалық деформацияның ықпалымен алынған V-тәрізді пішінге ие.

3.22-ші сурет. Қауырсынды бұрғы:

1 — В қалыңдығындағы кескіш пластина;

2 — бұранда; 3 — корпус; d — бұрғы диаметрі; 2ϕ — жоғары шектегі бұрыш





3.23-ші сурет. Диаметр 7,05 мм болатын қарулық бұрғы:

1 – жұмыс бөлігі; 2 – өзек; 3 – цилиндрлік саңылау; 4 – орақ тәрізді саңылау; 5 – бұрғының цилиндрлік бөлігі; 6 – МСС арналған саңылау;
 a_1, a_2 – жиектіктің сызықты учаскелері көлемдері; P – кесудің сомалық күшінің бұрғының бүйіржақ бетіне проекциясы бағыты

I

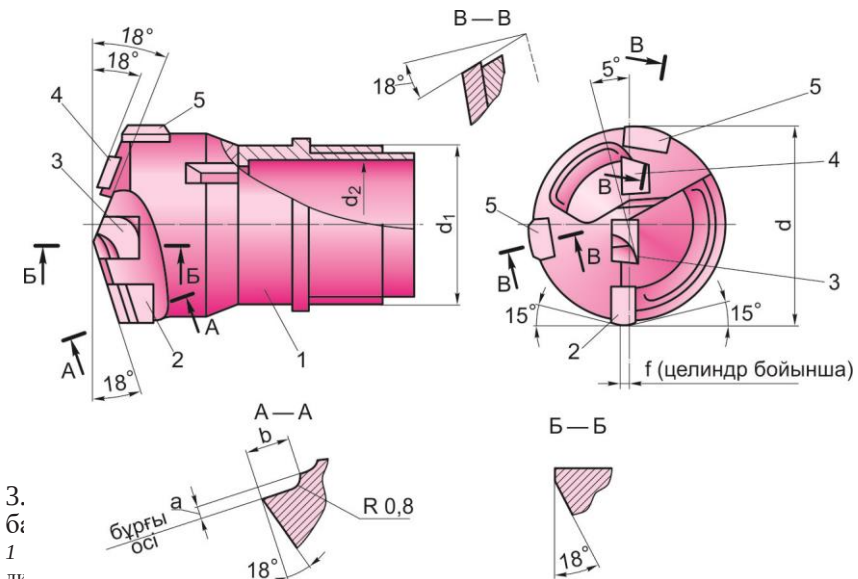
Бұрғының кескіш бөлігі, бұрғының өзегінен $h = 0,1 \dots 0,18$ мм қашықтыққа жылжыған, бетте орналасқан, a_1 және a_2 көлемді M нүктесінде қиылысатын учаскелерден тұрады. Бұрғының оның өзегінің бір жағында орналасқан бір кескіш жиегі болады.

P сомалық кесу күші әрқашан, бұрғыны саңылауға бағыттаушы және бұрғының майысуына жіне өзегінен тайып кетуіне кедергі келтіретін рөлді атқаратын 5 цилиндрлік бөлік бағытында әрекет етеді.

Ішкі арна бойынша құбылмалы пішінде саңылау арқылы (3, 4, 6) МССқысым арқылы бұрғы жиектеріне беріледі. Оның көмегімен жаңқа V-тәрізді сыртқы жырашық бойынша шығарылады.

Қарулық бір жиекті бұрғыларды $l/d < 50$ жағдайында $d = 4.30$ мм болатын саңылауларды бұрғылау үшін пайдаланады. Сонымен бірге, 7 – 9-шы квалитет бойынша саңылаудың дәлдігі және $Ra1. 0,32$ мкм бұдырлығы қамтамасыз етіледі. Диаметрі 1,4 мм болатын бұрғылардың конструкциялары да белгілі.

Бұрғылау бастиектері. БТА бұрғылау бастиектері бекітілетін бұрандалы бөлікті 1 корпустан және пісірілген қатты қоспалы пластиналардан 2 – 4тұрады (3.24-ші сурет). 1корпусқа 5 бағыттаушы екі қатты қоспалы, қабылдаушы және бастиектің саңылауға дәл орналасуын қамтамасыз етуші кесу күштері пісірілген.



3.
б:
1

Деталь 3.24-ші суретте көрсетілген. 1 – корпус, 2 – кесу күштері, 3 – бағыттаушы, 4 – қабылдаушы, 5 – бастиектің саңылауға дәл орналасуын қамтамасыз етуші кесу күштері пісірілген.

Қысыммен МСС диаметрі d және сыртқы цилиндрі 1 диаметрі d_1 болатын саңылаудың өңделетін бөлшегіндегі бұрғыланған қабырғалар арасына беріледі. Жаңқа сабақтың d_2 диаметрі бойынша ішкі саңылауға шығарылады. БТА бастиктерін $l/d < 100$ жағдайында 16... 184 мм диаметрлі саңылауларды бұрғылау үшін қолданады. Қатты қоспалы пластиналар БТА бастиктерінде механикалық түрде бекітілулері мүмкін.

Эжекторлы бұрғылар. Эжекторлық бұрғылардың кескіш бөліктерінің конструкциясы және көлемдері, бұған дейін сипатталған бұрғылаушы бастиктерге ұқсас. Негізгі айырмашылықтары, эжекторлық бұрғыларды корпус екі өзара шоғырлана отырып жалғанған құбырлардан тұратындығында. МСС қысыммен олардың арасындағы кесу аймағына беріледі. Ішкі құбырда саңылаулар (тесіктер) болады, МСС бір бөлігі (шамамен $1/3$) олар арқылы, жаңқалар шығарылатын, шағын диаметрлі құбырдың ішкі бетіне өткізіледі. Сонымен бірге жаңқаны шығаруды жеңілдететін, төмендетілген қысым және сору әсері пайда болады.

The technical drawing illustrates a shaft-hub assembly. The left portion is a cross-sectional view showing a shaft (5) with diameter d and a hub (6) with inner diameter d_1 . The right portion is a perspective view of the assembly, featuring a shaft (2) with a hub (1) and four clamping bolts (3, 4) securing the connection.

1 – бағыттаушы; 2 – корпус; 3 – кескіш пластиналар; 4 – жаңқа шығаруға арналған саңылау; 5 – қалдық өзек; 6 – дайындама; d – саңылау диаметрі; d_1 – өзек диаметрі

Сақиналық бұрғының қарапайым конструкциясы, оған 3 кескіш пластиналар мен 1 бағыттауыштар бекітілген 2 корпусан тұрады. МСС бөлшектің саңылаулары мен 2 корпусың сыртқы беті қабырғалары арасынан беріледі. Жаңқа корпусың ішіндегі 4 саңылау арқылы шығарылады. 3 кескіш пластиналар қатты қоспалардан немесе жылдам кескіш болаттардан дайындалулары мүмкін. Диаметрі 250 мм дейінгі сақиналық бұрғылар алмастырмалы қатты қоспалы кескіш пластиналарды пісірілген немесе механикалық бекітпесімен орындалады. Қол жеткізілетін дәлдік 10 қвалитетке, бұдырлық **Ra3** мкм дейін болады.

Сақиналық бұрғылау тұтаспен салыстырғанда шамалы қуаттылықты талап етеді.

Сақиналық алмастан жасалынған диаметрі 5...20 мм және одан да жоғары әртүрлі конструкциядағы бұрғыларды, оның ішінде ішкі МСС жеткізілімі бар құбырлы бұрғыларды жартылай өткізгіш және басқа да метал емес материалдарда саңылауларды алу үшін қолданады.

3.5.3. Зенкерлер және қашаулар

Бұрғылау, сонымен қатар құю немесе қалыптау арқылы алынған саңылауларды, саңылаулардың дәлдігін ұлғайту және (немесе) сапасын жақсарту үшін зенкермен өңдейді және сосын, егер, тағы да қажет болса, одан да дәл аспап – қашаумен өңдейді.

Зенкердің негізгі бөліктері (3.26, а суреті): I_p ұзындықты кескіш бөлік, 1_k деректі калибрлеу бөлігі, мойны, артқы ілмегі болып табылады. Стандартты қашау да тап осындай бөліктерден тұрады (3.26, б суреті).

Жылдам кескіш болаттардан немесе қатты қоспалардан тұратын стандартты зенкерлерді пайдалана отырып зенкерлеуді жүргізгенде (3.27-ші сурет) 10—9-го дәлдік қвалитетіндегі және **Ra** 5 мкм дейінгі бұдырлықтағы саңылаулар алынады.

$d = 5.80$ мм саңылаулар үшін зенкерлеу барысындағы кесу тереңдігіт = 0,4,5 мм құрауы мүмкін.

Конструкциялық болаттардан жасалынған бөлшектерлі саңылауларды өңдеу барысында, қашаудың γ алдыңғы бұрышын нөлге тең деп артқы бұрышын $\alpha = 6.8^\circ$ деп қабылдайды. Қашаудың калибрлеуші бөлігінде, саңылауды калибрлеуге арналған және дайындаудың дәлдігін арттыруға арналған, ені $c = 0,05.0,1$ мм болатын таспаша орындалуы мүмкін (3.26, б суретін қараңыз).

ТК (Т5К10 және т.б.) тобының қатты қоспаларынан алынған пісірілген пластиналары бар қондырмалы зенкерінің, конструкциялық болаттардағы өтпелі саңылауларды өңдеуге арналған геометриялық параметрлері 3.27-ші суретте көрсетілген. Жоспардағы негізгі бұрыш $\varphi = 60^\circ$, сыртқы диаметрдегі жиектердің бір бөлігі 15° бұрышымен орындалған. Ені ≈ 1 мм болатын калибрлеу бөлігінің таспашасы зенкерді саңылауға бағыттау қызметін атқарады. Жаңқалы жырашықтардың еңкею бұрышы $\omega = 10^\circ$, еңкіш жаңқалардың саңылаулардан шығуларына арналған оң бағытқа ие.

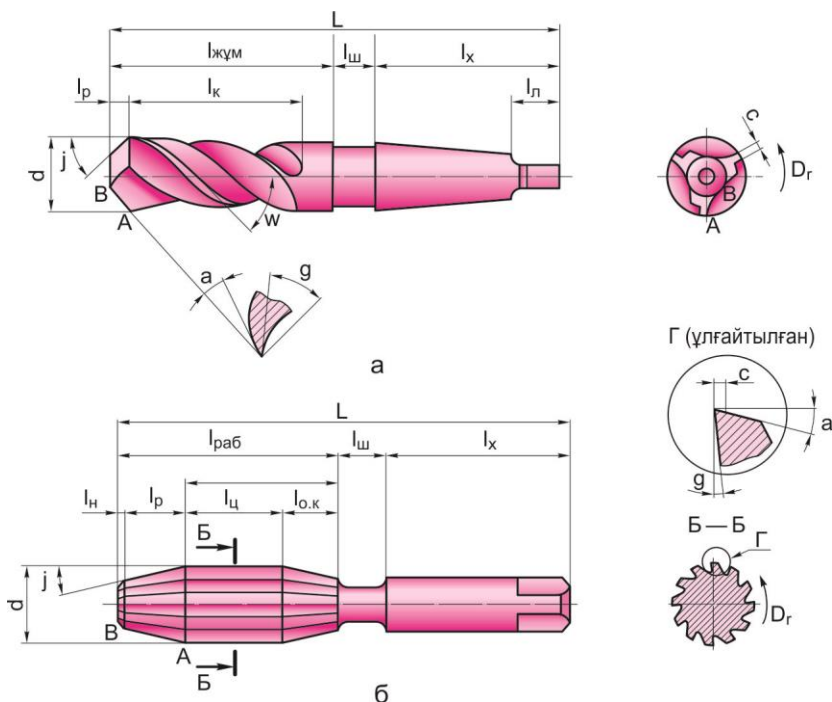
L – жалпы ұзындығы; $I_{роб}$ – жұмыс бөлігінің ұзындығы; I_m – мойнының

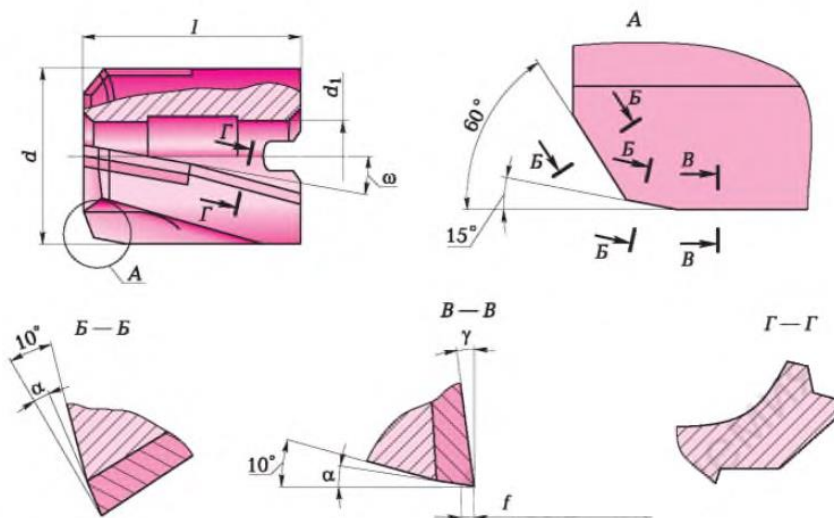
ұзындығы; l_x – сағалықтың ұзындығы; l_p – кескіш бөліктің ұзындығы; l_k – калибрлеу бөлігінің ұзындығы; l_n – табанының ұзындығы; $l_{ц}$ – цилиндрлік учаскесінің ұзындығы; $l_{о.к}$ – кері конустылығы бар учаскесінің ұзындығы; l_n – бағыттауыш қырының ұзындығы; D_r – негізгі қозғалыс; d – диаметрі; ϕ – жоспардағы негізгі және қосалқы бұрышы; α, γ – артқы және алдыңғы бұрышы; ω – тістің қисаю бұрышы; AB – кескіш жиек

Жаңқа алға қарай шығу үшін, өңделген беттің сырылуына жол бермей үшін, оң айналымдағы тазалаушы зенкер жаңқа жырашықтарының сол жаққа еңкеюімен орындалуы мүмкін.

Бітеу саңылаулы жазық түпті алу қажеттілігі туындағанда, зенкер $\phi = 90^\circ$ жоспарындағы негізгі бұрышты орындайды.

Саңылауларды өрістету дәлдігі 7-ші квалитетке дейін, **Ra0,6** мкм-ге дейінгі бұдырлықты құрайды. Саңылаудың диаметрі 5 ...80 мм болған жағдайда алынатын сыртқа кететін әдіп, яғни кесу тереңдігі 0,06.0,3 мм құрайды. Үлкен шамаларды үлкен диаметрлер үшін және үлкен алғашқы өрістету үшін қабылдайды.





3.27-ші сурет. Пісірілген қатты қоспалы пластиналарлы қондырма
зенкерінің кесуші бөлігі:

d – диаметрі; l – ұзындығы; d_1 – отырғызу саңылауының диаметрі (конустық); ω – алдыңғы беттің еңкею бұрышы; α – артқы бұрыш; γ – алдыңғы бұрыш; f – таспашаның ені

Зенкерлер мен қашауларды тозғаннан кейін қайрау, l_p ұзындығы бойынша кескіш бөліктегі негізгі артқы беттер бойынша жүзеге асырылады. Сонымен бірге, калибрлеу бөлігінің ұзындығы бірқатар қысқарады.

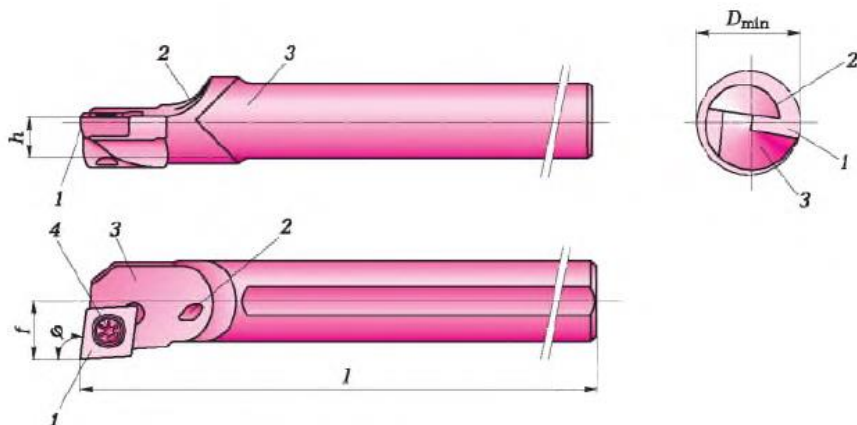
3.5.4. Кеулей жону кескіштері

Токарлық топ станоктарында, кеулей жону станоктарында және СББ бар фрезерлік-бұрғылаушы-кеулей жонушы топ станоктарында саңылауларды өңдеу үшін, кеулей жону кескіштеріне кеңінен пайдаланылады.

Кеулей жону кескіштері негізінен ішкі цилиндрлік беттерді қайрауға (қашауға) арналған. Тазалып қашау саңылауды $Ra 1...0,6$ мкм дейінгі бұдырлықта 6-7 қвалитетке дейінгі дәлдікте өңдеуге мүмкіндік береді.

Кеулей жону кескіштері жұмыстарының ерекшеліктері, олардың консольдық бекітілулері болады, сондықтан жеткілікті қаттылықты қамтамасыз ету қажет.

Неғұрлым кеңінен пайдаланылатыны қатты қоспалы кескіштер, оның ішінде алмастырмалы көп қырлы пластиналы. Мұндай типтердің сағалықтарында 1 кескіш қатты қоспалы пластинаны, 3 корпусқа 4 бұрандамен бекіте отырып орнатылады (3.28-ші сурет).



3.28-ші сурет. АКМ бар кеулей жону кескіші:

1 – кесуші пластина; 2 – МСС жеткізуге арналған саңылау; 3 – корпус; 4 – бұранда; l – кескіштің ұзындығы; h – сағалық бетінен жиектің жоғарғы шегіне дейінгі қашықтық; f – сағалық өзегінен жиектің жоғарғы шегіне дейінгі қашықтық; $D_{\min}$ – кеулей жонылатын саңылаудың минималды диаметрі

3 корпустағы 2 саңылау арқылы қысыммен МСС беріледі. F сағалық өзегінен жиектің жоғарғы шегіне дейінгі қашықтық, өңделетін саңылаудың $D_{\min}$ минималды диаметрінің жартысына тең деп алынады. Ұзындығы саңылауды оның бүкіл ұзына бойына өңдеу үшін жеткілікті болуы қажет. (Қатты қоспалы көп қырлы пластина сонымен қатар, тұтқамен немесе қысқышпен бекітілуі мүмкін (3.3-ші қосымша бөлімшені қараңыз)).

Бітеу саңылауларды өндегендегі бұрыш $\varphi = 90$ немесе 93° болады. Өтпелі саңылауларды өндеген жағдайда, бекітпенің жеткілікті қаттылығында және діріл болмаған жағдайдағы бұрыш $\varphi = 45... 60^\circ$ тең.

Бітеу саңылауларды өндегенде немесе корпустық бөлшектердің ішкі саңылауларын өндеуге арналған кеулей жону кескіштерінің үлкен шығып тұруларын қамтамасыз ету қажет болғанда, оларға кескіш пластиналары немесе кескіш бастиектері бар ұстағыштар бекітілетін кеулей жону жақтаулары пайдаланылады. Мысалы, ұзындығы 80 мм болатын 30Н8 диаметрлі саңылауды өңдеу үшін, 2 кескіш пластиналы 3 кескіш бастиегі пайдаланылады (3.29-шы сурет).

3 кескіш бастиегі диаметрі 20 мм болатын 7 жалғастырғыш пен 4 ұзартқыш арқылы 5 жалғастырғышпен жалғастырылған. Соңғысы диаметрі 20 мм болатын бекітпеден 6 жалғастырғышта диаметрі 40 мм болатын бекітпеге өту мүмкіндігін береді. 6 жалғастырғыш станоктың шпинделінде орнатылған 50 конусты ұстағышта бекітіледі.

Аталмыш жағдайда: ұстағыштар, жалғастырғыштар және ұзартқыштар тәрізді бірнеше бірегейлендірілген, бірін-бірлері алмастырғыш қосымша құралдардан тұратын жиналмалы кеулей жонушы жақтау пайдаланылған.

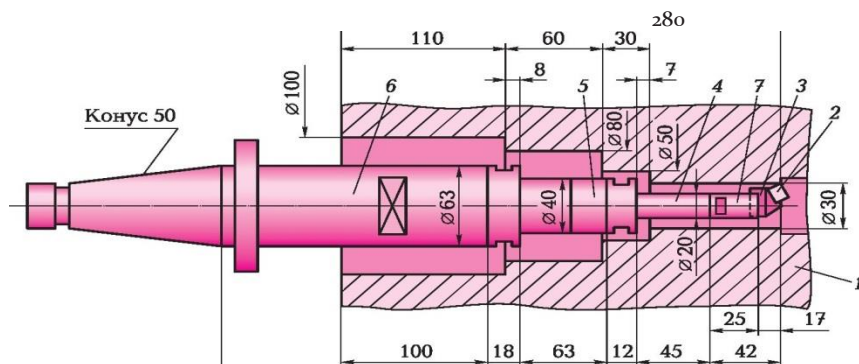
Кеулей жону аспаптарын (кескіш бастиектерді) кеулей жону станоктарында бекіту жүйесі 3.30-шы суретте ұсынылған. Пайдаланылатын конструкция құралдың нақты бапталуын жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

3-5 кескіш бастиектерді 9 немесе 10 ұстағыштарда (әртүрлі типті көлемдердегі) орналасқан «қарлығаштың құйрығы» типті 8 қуыстарға бекітеді. Бастиек корпусында 3, шықпасы және кеулей жонылатын саңылаудың Диаметріне бапталуы шәкілді 2 сомынымен және нониуспен реттелетін, 1 кескіші бекітілген. Кескіштердің саңылау көлеміне қалыптануларын баптаудың дискреттілігі 0,01 мм.

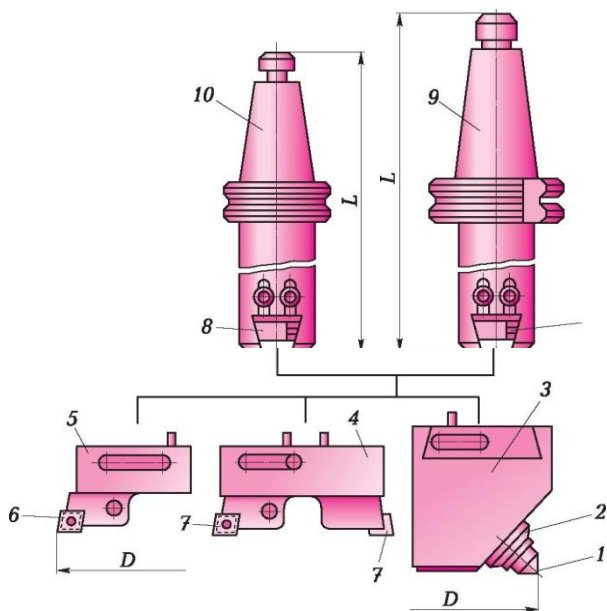
Бастиекте 4 екі кескіш пластина 7, бастиекте 5 – бір 6 пластина бекітілген. Көп кескішті бастиектерді алғашқы және жартылай таза жонуларға қолданады. Таза жонуларға бір кескішті бастиектерді пайдаланады.

6 және 7 кескіш пластиналарды бекітуді Г-тәрізді тұтқамен немесе бұрандамен немесе жоғарыдан ұстатумен жүзеге асыруға болады. Оңғы тәсілді үлкен диаметрдегі саңылауларды жону үшін пайдаланады.

Таза жонуға арналған «Микробор» типті бір кескішті бастиектердегі, реттеу сомынының шәкілінің бөлінуі құны 0,01 ммғ ал нониусының шәкілі 1...2 мкм арасындағы дәлдікті реттеуді жүзеге асыруға мүмкіндік береді.



3.29-шы сурет. Жиналмалы жонғыш жақтау: 1 – өңделетін дайындама; 2 – кескіш пластина; 3 – кескіш бастиек; 4 – ұзартқыш; 5 – 7 – жалғағыштар



3.30-шы сурет. Кеулей жону аспаптарын бекіту жүйесі:

1 – кеулей жону кескіші; 2 – реттеуші сомын; 3–5 өңделетін саңылаудың D көлеміне бапталған кескіш бастиктер; 6, 7 – кескіш пластиналар; 8 – бекітуге арналған қуыстар; 9, 10 — L габариттік ұзындықтары бар ұстағыштар

Түсті металдарда таза жону үшін, қатты қоспалардан бөлек, беріктіктің көп реттік артуын және беттің бұдырлығын $Ra0,2$ мкм және одан да төмен болуының жоғары сапасын қамтамасыз ететін алмастан жасалынған кескіштер пайдаланылады.

Саңылауларды таза және жартылай таза жону үшін, қаттылықтары 50...60 HRC болатын шыңдалған болаттарда, БТН жасалынған кескіш пластиналы кеулей жонғыш кескіштер пайдаланылады

3.6. ФРЕЗДЕР

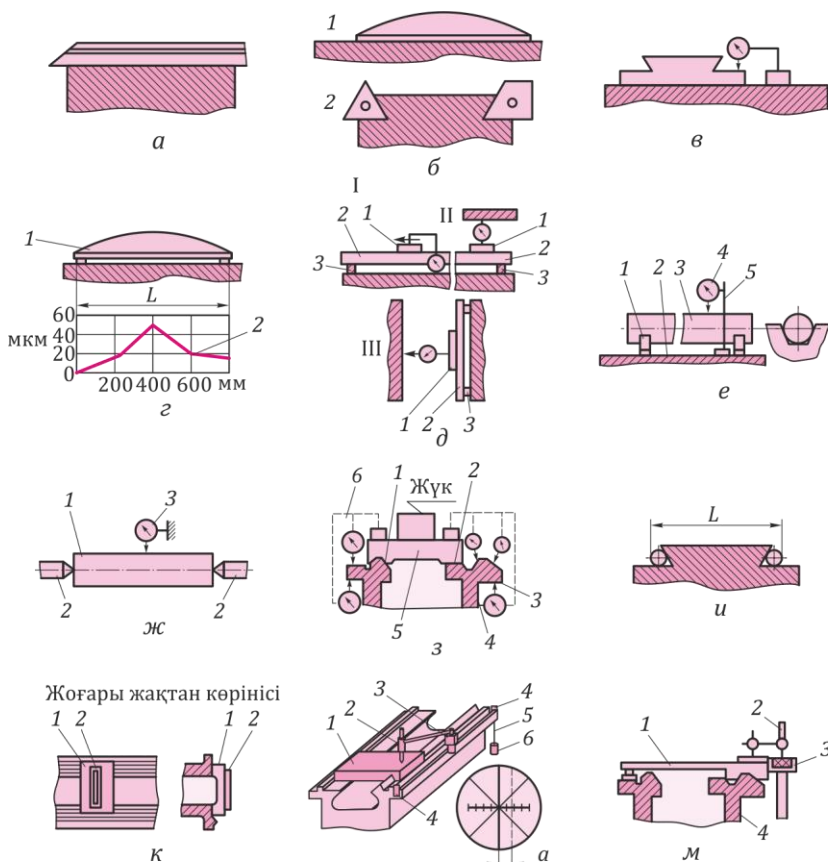
3.6.1. Фрездер типтері. Конструкция элементтері

Фрездер – бұл корпустан, бекіту-жалғау және жұмыс бөлігінен тұратын көп жүзді, айналмалы кескіш аспап.

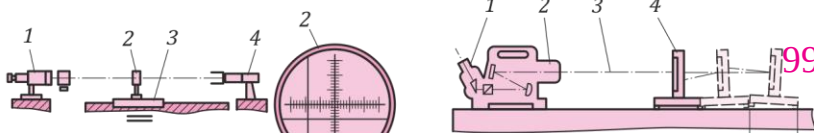
Фрезерлеу әртүрлі фрезерлік станоктарда (эмбебап, тік және көлденең), СББ бар фрезерлік-бұрғылаушы-кеудей жонушы топтың арнаулы көп мақсатты станоктарында орындалады.

Фрездер тұтас (барлық бөліктері бір дайындамадан орындалған), құрамдастырылған және жиналмалы болулары мүмкін.

Фрездерді беттерді, әртүрлі пішіндегі қуыстарды және жырашықтарды, ойықтарды, фасондық беттерді өңдеу үшін пайдаланады. Бұл операцияларды орындау үшін әртүрлі конструкциялардағы фрездер пайдаланылады: цилиндрлік, бүйіржақты-цилиндрлік және бүйіржақты; шеткілік; кілттектік; дискілік – қуыстық, қиып-кескіштік, кескіштік, Т-тәрізді, бұрыштық, фасондық (3.31-ші сурет).



a – бүйіржақты-цилиндрлік; D – сыртқы диаметр; L – фрездің ұзындығы; ω – тістердің қисаю бұрышы; δ_2 – шеткі; δ – кілтектік; e –

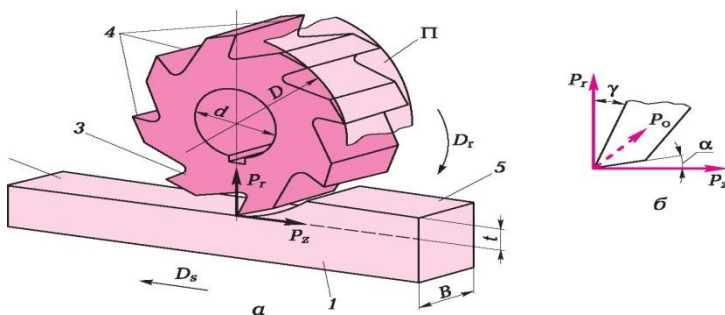


z – дискілік; u —Т-тәрізді қуыстарға арналған; κ – дискілік бұрыштық; l – дискілік фасондық; R – фасондық жиектің шеңбер радиусы; a – артқы бұрышы

Фрездің 4 кескіш жиектерінің Π айналуының цилиндрлік бетіндегі (3.32-ші сурет) немесе бүйіржағындағы (AB және AC жиектері, 3.33-ші сурет) орналасуларынан байланысты, фрезерлеуді на **цилиндрлік және бүйіржақтық** деп бөледі. Фрездердің көптеген типтері бірдей уақытта цилиндрлік және бүйіржақтық жиекті болады (3.31-ші суретті қараңыз).

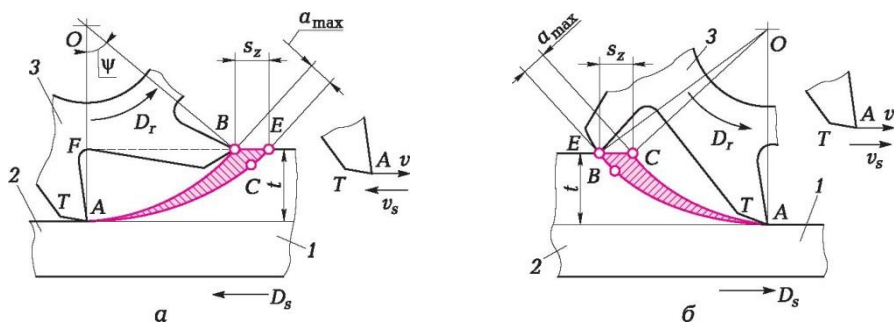
Фрездердің кескіш бөліктерінің (тістерінің) параметрлері кескіштердің кескіш бөліктерінің параметрлеріне ұқсас болады (1.6-шы суретті қараңыз). Бүйіржақ фрездердің жүздерінде α , γ , ϕ , λ бұрыштары бар AB негізгі кескіш жиектері және α_t , γ_t , ϕ_t бұрыштары бар AC қосымша кескіш жиектері (3.33-ші суретті қараңыз) болады. Цилиндрлік фрезде тек α және γ бұрышты негізгі кескіш жиектері ғана болады (3.32-ші суретті қараңыз).

Тістерінің пішіндері бойынша фрездер **өткір қайралған** және **шұйделенген** болып бөлінеді. Өткір қайралған фрездің тісінің артқы бетінің қимасының перпендикулярлық өзегінің беті, тік сызық болып табылады (АТ, 3.33-ші суретті қараңыз), шұйделенген фрездердің қисық сызықты болады (AM архимедтік бұрамасы — 3.31, л суретін қараңыз). Тозғаннан кейін өткір қайралған фрездерді артқы беттерімен қайрайды, ал шұйделенген фрездерді — алдыңғы беттерімен қайрайды. Соңғы тәсіл жиектің күрделі фасондық профилінде анағұрлым қарапайым болады.



3.32-ші сурет. Цилиндрлік фрезерлеу сызбасы (а) және кесу күштері әрекеті (б):

1 – дайындама; 2 – өңделген бет; 3 – фрез тістері; 4 – кескіш жиектер; 5 – өңделетін бет; B – фрезерлеу ені; t – фрезерлеу тереңдігі; D_r – негізгі қозғалыс; D_s – беріліс қозғалысы; Π – фрездің кесу беті; D – фрездің сыртқы диаметрі; d – жактауға арналған саңылау диаметрі; γ , α – алдыңғы және артқы бұрыштар; P_z – кесудің тангенциалды күші; P_r – радиалды күш; P_o – өзектік күш



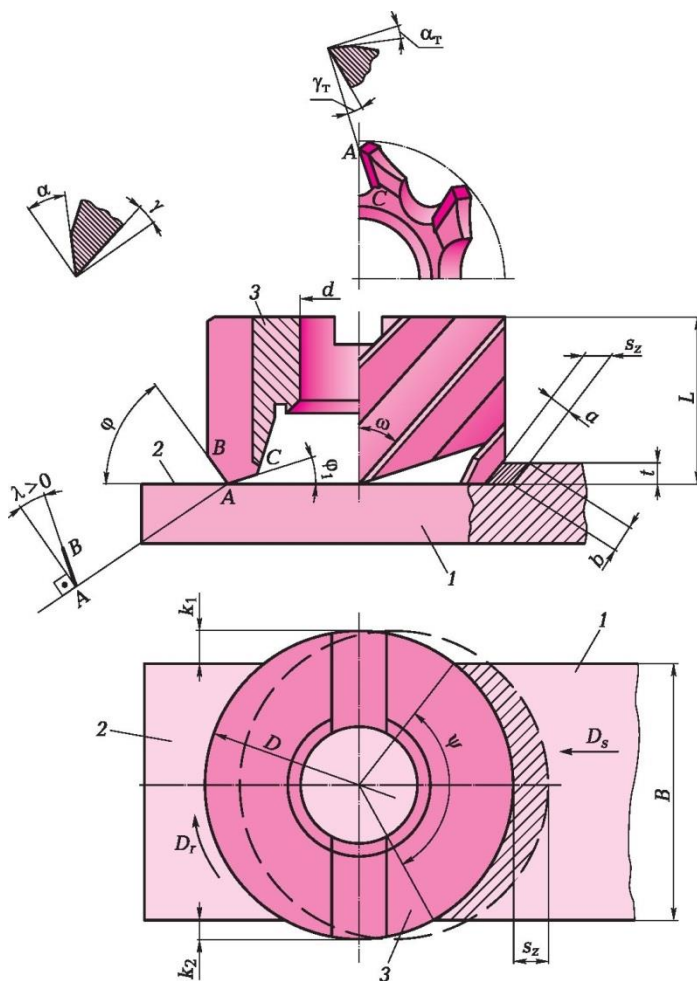
3.33-ші сурет. Цилиндрлік фрезерлеу барысындағы кесілетін қабаттың көлемдері:

a – қарсы фрезерлеу; $б$ – ілеспе фрезерлеу; 1 – дайындама; 2 – өңделген бет; 3 – фрез; D_r – негізгі қозғалыс; D_s – беріліс қозғалысы; t – фрезерлеу тереңдігі; v – кесу жылдамдығы; v_s – беріліс қозғалысы жылдамдығы; s_z – тіске беріліс; ψ – фрездің дайындамамен жанау бұрышы; $a_{\max}$ – кесілетін қабаттың максималды қалыңдығы.

Фрездер бекітілулері тәсілдері бойынша қондырмалы (3.32 – 3.34 суреттерді қараңыз) және сағалы болып бөлінеді (3.31, $б$ – $д$ суреттерін қараңыз). Айналмалы кезең қондырмалы фрездерде – кілткепен, сағалық фрездерде – өзін-өзі тежегіш конустармен немесе әртүрлі конструкциялар патрондарымен беріледі—3.2-ші қосымша бөлікті қараңыз).

Фрездердің жұмыс (кескіш) бөліктерін жылдам кескіш болаттардан, қатты қоспалардан, кескіш керамикадан, АҚМ дайындайды. Жылдам кескіш болаттарды тұтас цилиндрлік және шағын көлемді сағалық фрездерді, дәнекерленген диаметрі 8..12 мм артық бүйіржақ фрездерді және жиналмалы фрездерді дайындау үшін пайдаланады. Қатты қоспалардан тұтас фрездерді (шағын диаметрлі, 12...16 мм дейінгі), сонымен қатар құрамдас және жиналмалы фрездерді дайындайды. Кескіш керамика және АҚМ пластиналарымен (кескіш элементтерімен) жиналмалы фрездерді жабдықтайды. Кескіш элементтерді фрез тісі корпусында бекіту тәсілдері әртүрлі. Фрез корпустарын конструкциялық болаттардан дайындайды (2.7-ші қосымша бөлімді қараңыз).

Фрездердің негізгі көлемдері: диаметрі D , ұзындығы L , тістері саны z , сағалық фрездерге арналған сағалықтың диаметрі немесе жақтауға арналған отырғызу саңылауының диаметрі d (3.31—3.33 суреттерін қараңыз). Фрездер сонымен қатар негізгі қозғалыстың бағытымен сипатталады: оң (сағат тілі бойынша айналу D_r , 3.34-ші суретті қараңыз) және сол.



3.34-ші сурет. Бүйіржақтық фрезерлеу сызбасы және кесілетін қабат көлемдері:

1 – дайындама; 2 – өңделген бет; 3 – фрез; D – фрездің сыртқы диаметрі; d – жақтауға арналған саңылау диаметрі; L – фрездің ұзындығы; D_r – негізгі қозғалыс; D_s – беріліс қозғалысы; B – фрезерлеу ені; t – фрезерлеу тереңдігі; s_z – тіске беріліс; γ – алдыңғы бұрыш; α – артқы бұрыш; ϕ – жоспардағы негізгі бұрыш; ϕ_1 – жоспардағы қосымша бұрыш; λ – AB жиектерінің еңкею бұрыштары; γ_T , α_T – AC бүйіржақ жиегіндегі алдыңғы және артқы бұрыштар; ω – фрез тістерінің еңкею бұрышы; ψ – фрездің дайындамамен жанасу бұрышы; k_1 , k_2 – фрездің кесу аймағына кіргендегі және шыққанындағы тиісінше дайындаманың B енді фрезді жабу диаметрі; a , b – тиісінше кесілетін қабаттың қалыңдығы және ені.

3.6.2. Фрезерлеу сызбасы. Кесу күші

Цилиндрлік (3.32; 3.33 суреттерін қараңыз) және **бүйіржақтық** (3.34; 3.35 суреттерін қараңыз) фрезерлеу барысында негізгі D_r қозғалысы фрездің айналу қозғалысы болып табылады. Екі жағдайда да беріліс D_s қозғалысы дайындаманың алға қарай қозғалысы болып табылады (3.32 - 3.34 суреттерін қараңыз). V (м/мин) кесу жылдамдығы – фрездің ең үлкен диаметрінде: $v = \pi D_r n / l$ 000 кесу аймағында болатын кескіш жиектер нүктелерінің шеңберлі жылдамдығы бұл жерде D_p – ең үлкен (есептік) диаметр, мм; n – фрездің айналу жиілігі, айн/мин.

Диаметр D_p фрездің сыртқы D диаметрімен сәйкес келуі (3.32-ші суретті қараңыз), одан жоғары немесе төмен болуы (3.32 - 3.35 суреттерін қараңыз) мүмкін, бұл құрал корпусындағы жүздердің орналасуына тәуелді.

Фрезерлеу барысында тіске беріліс орын алады s_z (фрездің бір тіске бұрылуы уақытында берілістегі дайындаманың жылжуы, мм), айналымға беріліс s_0 (фрездің бір айналымы уақытындағы дайындаманың жылжуы, мм), минуттық беріліс $s_{\text{мин}} = s_z z$; $S_{\text{м}} = S_0 n = S_z z n$.

Фрезерлеу **қарсы** және **ілесне** болуы мүмкін.

Цилиндрлік **ілесне фрезерлеуде** беріліс қозғалысы жылдамдығы бағыты v_s және кесу жылдамдығы бағыты v сәйкес келеді (3.32, а және 3.33, б суреттерін қараңыз). Қарсы фрезерлеуде v_s және v бағыттары қарама-қарсы болады (3.33, а суретін қараңыз).

Қарсы фрезерлеуде кесілетін қабаттың a қалыңдығы тістің дайындамаға енген орнындағы 0-ден, шығу орнындағы a_{max} дейін өзгереді:

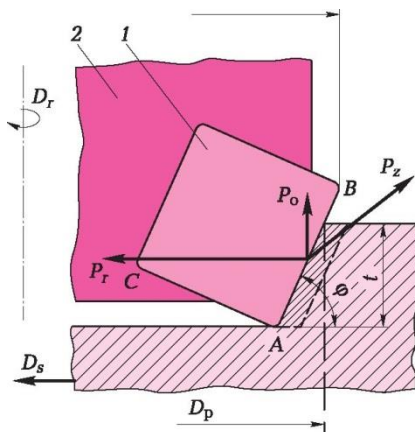
$$a_{\text{max}} = s_z \sin \psi,$$

бұл жерде s_z – тіске беріліс; ψ – фрездің дайындамамен жанасуы бұрышы (**ΔBCE**: $BC = a_{\text{max}}$; $BE = s_z$; **ΔBEC** және γ бұрыштары тең, өйткені олардың қапталдары өзара перпендикулярлы); **ΔAOF**: $\cos \psi = (r - t)/r$, бұл жерде r – фрездің сыртқы радиусы; t – кесу тереңдігі.

Енген кезде фрез тісі дайындаманы жонатын тәрізді. Дөңгелектеу радиусы бар жиек p (1.6-шы суретті қараңыз), теріс алдыңғы бұрышпен жұмыс істейді. Кесудің салыстырмалы күштері және құралдың тозуы артады. Ілесне фрезерлеуде a қалыңдығы қалыңдығы тістің дайындамаға енген орнындағы a_{max} , шығу орнындағы 0-ге дейін өзгереді (3.33, б суретін қараңыз). Ілесне фрезерлеу фрездің төзімділігінің артуына және өңделген беттің бұдырлықтарының төмендеуіне көмектеседі.

Ілесне фрезерлеу құйманы өңдеу барысында басым болуы мүмкін (кесу «сызықтық қабық астынан» жүргізіледі).

Цилиндрлік фрезерлеу барысындағы, тік (бұрандалы емес) тістермен кесілетін қабаттың b ені, дайындама еніне B тең (3.32-ші суретті қараңыз).



3.35-ші сурет. Бүйіржақты фрезерлеу барысындағы кесудің өзектік және радиалды күштері:

1 – кескіш пластина; 2 – фрез (немесе ұстағыш) корпусы; D_r – негізгі қозғалыс; D_s – беріліс қозғалысы; t – фрезерлеу тереңдігі; D – фрездің сыртқы диаметрі; D_F – фрездің ең үлкен есептік диаметрі; AB – негізгі жиек; AC – қосымша жиек; φ – жоспардағы негізгі бұрыш; P_r – кесудің радиалды күші; P_o – өзектік күш; P_z – тангенциалды күш (сызба бетіне перпендикулярлы)

Аталмыш сәтте фрез тісіне ықпал етуші кесу күшін, келесі ұсынылған формула бойынша шамалап есептеуге болады: $P = pf$, бұл жерде p – кесудің салыстырмалы күші, кН/мм^2 ; $f = ab$ – аталмыш сәттегі кесілетін қабат аумағы, мм^2 (1.1-ші қосымша бөлімді қараңыз). p мәні шамамен 1.5-ші суретте келтірілген графиктер бойынша болады.

Бүйіржақ, және де цилиндрлік фрезерлеуде фрез тісі дайындамаға кірген мәтінде жүзге соққылық жүктеме түседі.

Кесу күштерінің тербелісін төмендету үшін, яғни неғұрлым біркелкі фрезерлеу үшін, бір мезетте бірдей жұмыс істеуші тістер саны $z_p = \psi/\mu > 2$ (z_p есептеген жағдайда бөлшек бөлігі есепке алынбайды – алынып тасталынады), бұл жерде ψ – фрездің дайындамамен жанасуы бұрышы (3.33-ші суретті қараңыз); $z = 360^\circ/z$ – фрез тістерінің бұрыштық қадамы; z – фрез тістері саны.

Фрез тістеріне келесі күштер ықпал етеді (3.32, 6 суретін қараңыз) P_z , P_r және P_o .

Тангенциалды (шеңберлік) күш P_z фрездің тісіне, фрездің шеңберіне қатысты жанаспа бағытта ықпал етеді (яғни, кесу жылдамдығына қарсы), радиалды күш P_r – радиалды бағытта, өзектік күш P_o өзектік бағытта ықпал етеді. Шамалап $P_z = P$ қабылдауға болады.

Тіске ықпал ететін P күшін біле отырып, кесудің сомалық күшін, күштің кесуге қатысушы тістер санына ықпал етуі ретінде анықтаймыз. Сонда, фрезерлеу барысындағы қуаттылық:

$$N = P_2 z_p v / 60,$$

бұл жерде $P_z - a = a_{\max}$ жағдайындағы күш, кН; v – кесу жылдамдығы, м/мин.

Мұндай есептемеде кесу күштерінің және қуаттылықтың мәндері бірқатар жоғарылайды, өйткені барлық тістер бір мезетте максималды қабатты кеспейді $a_{\max}$.

Цилиндрлік фрезерлеудің жоғары біркелкілігі мен бірқалыптылығына, сонымен қатар фрездердің тұрақтылығын арттыруға, егер бұрандалы болғанда қол жеткізіледі. Олар фрездің білігіне $\omega = 20...50^\circ$ бұрышында орналасқан (3.31, a —г суреттерін қараңыз). Бұрандалы тісті фрездердің жұмыстары жағдайында, жаңқаның шығарылуы жақсартылады. Тік тісті фрездердің жұмыс істеуі барысында ($\omega = 0$) біліктік жүктеме болмайды ($P_0 = 0$ құрайтын) (3.32, б суретін қараңыз). Ол бұрандалы тісті фрезді пайдаланғанда пайда болады. Бұл күшті өтеу үшін, бір жақтауға орнатылған әртүрлі жаққа бағытталған тісті фрездер жиынтығы пайдаланады.

Бүйіржақ фрезерлеудің цилиндрлікке қарағанда артықшылығы болады: (3.34-ші суретті қараңыз): $BA-AC$ жиегі – қысқа, бұл қатты қоспаны, АҚМ, кескіш керамиканы пайдалануды жеңілдетеді, оның ішінде көп қырлы пластиналар үшін де; γ жанасу бұрышы, неғұрлым біркелкі фрезерлеуге арналған шарттарды жасайды.

Бүйіржақ фрездер үшін фрезерлеу сипаты, D диаметрімен B дайындама енін ($D > B$ жағдайында) тістің кесу аймағына енгендегі шамасына және k_2 – тістің кесу аймағынан шыққандағы шамасына жабылуына тәуелді (3.34-ші суретті қараңыз).

$k > k_2$ жағдайында (3.34-ші суреттен көрініп тұрғандай) фрезерлеу ілеспе (кесілетін қабаттың тіс енетін орнындағы қалыңдығы, тістің шығатын орнындағы қалыңдығына қарағанда үлкен). $k_2 > k$ жағдайында фрезерлеу қарама-қарсы (кесілетін қабаттың тістің шығатын орнындағы қалыңдығы үлкен). $k = k_2$ жағдайында фрезерлеу сызбасы симметриялық болып табылады.

D/B қатынасы $\approx 1,2,1,4$ ұсынылады. Ілеспе фрезерлеуде минималды мән $k_2 = (0,03...0,05)D$.

Кесуге арналған неғұрлым лайықты шарттар ілеспе фрезерлеуде пайда болады. Кесілетін қабаттың қалыңдығының тістің дайындамадан шыққанында төмен болғандықтан, жаңқа дайындамадан жеңіл бөлінеді және фрез тісінің алдыңғы бетіне жабыспайды.

Жабысқан жаңқа жиектердің боялуы мүмкіндігін арттырады, өйткені тіске соққылық жүктеме жаңқалар бөлшектері арқылы қабылданады (біркелкі емес). Қарсы фрезерлеуге тән тістен шығатын орында кесілетін қабаттың қалыңдығы үлкен болғанда, дайындамада қосымша операцияларды енгізе отырып, алып тастау қажет болатын қылаулар пайда болуы мүмкін.

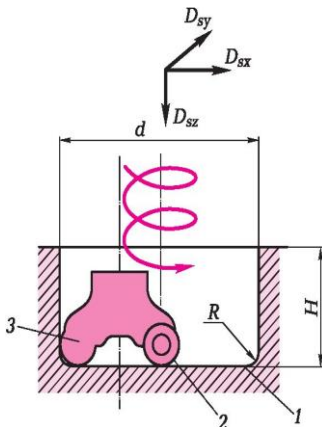
Бұл жағымсыз құбылыстар жабысқақ металдарды өңдеу барысында орын алуы мүмкін: (төмен көміртекті болаттар, хром-никельді коррозияға-төзімді болат және т.б.).

Бүйіржақтық фрезерлеу барысында кесу күштерінің тербелісін төмендету үшін, бүйіржақ фрездің z_p бір мезетте жұмыс істеуші тістері саны $z_p > 2$ тең. Аталмыш жағдайдағы тістері санын z_p цилиндрлік фрезерлегендегідей есептейді, ал ψ бұрышын 3.34-ші суретте көрсетілгендей басқалай есептейді.

Кесілетін қабаттың қалыңдығы мен $e_{ia_{max}} = s_z \sin \varphi$; $b = t / \sin \varphi$, бұл жерде φ – жоспардағы негізгі бұрыш.

Фрез тісіне ықпал ететін кесу күші, тангенциалдық (шеңберлі), радиалдық және біліктікке бөлінеді (3.35-ші суретті қараңыз). $\varphi = 90^\circ$ жағдайында біліктік күші $P_o = 0$; төменгі φ күш P_o ұлғаяды. Кесу күші мен қуаттылықты N , бұған дейін келтірілген шамалас цилиндрлік фрезерлеуге арналған формулалар бойынша есептеуге рұқсат етіледі.

Тіске берілісті ұлғайтқан жағдайда (фрезерлеу өнімділігін арттырған жағдайда) кесу күші ұлғаяды. Кесуші жиектің ұзындығы бірлігіне ықпал ететін күшті кеміту үшін, оның ұзындығын арттыру қажет. Бүйіржақтық фрезерлеуде, станок шпинделіне түсетін біліктік жүктемені арттыруға алып келетін, бұған жоспардағы негізгі бұрышты кеміту арқылы қол жеткізіледі (3.35-ші суретті қараңыз – жиектің белсенді бөлігінің ұзындығы $t / \sin \varphi$ тең). Сондықтан, жалпы станоктың қаттылығын арттырудың қажеттілігінен бөлек, шпиндельдік тораптың қаттылығы мен беріктігіне де айрықша талаптар қойылады.



3.36-шы сурет. Бұрандалы фрезерлеу сызбасы:

1 – дайындама; 2 – пластина; 3 – фрез корпусы; d, H – бөлшек ойығының диаметрі және тереңдігі; R – ойық түбінің дөңгелену радиусы; D_{sx}, D_{sy}, D_{sz} —тіісінше x, y, z біліктері бойымен берілістердің қозғалысы

Кесу күші мен қуаттылық өңделетін материалдың қаттылығының, кесу тәртіптерінің – кесу берілісі мен тереңдігінің ұлғаюымен ұлғаяды.

Өңдеу шарттарына байланысты фрезерлеу (3.4-ші кестеде көрсетілген қайрау тәрізді) келесі түрлерге бөлінеді:

- ауыр (құю қабығы немесе қабықшасы бойынша өңдеу, 10... 20 мм артық тереңдіктердегі кесу);
- алғашқы (көлемдердің дәлдігінің 14-ші квалитеті, бұдырлығы **Ra**20 мкм артық);
- жартылай таза (12 – 13-ші квалитеттер, **Ra**5.20 мкм);
- таза (11-ші квалитет және одан да төмен, **Ra**5 мкм);
- әрлеуші (жұқа) (7 – 9-ші квалитеттер, **Ra**3,5 мкм (СББ бар станоктарға арналған нормативтермен қарастырылған).

Қарастырылған өңдеу сызбалары берілістің бір бағытымен сипатталады. СББ бар станоктарда неғұрлым күрделі кинематикалы болуы мүмкін. Әртүрлі пішіндердегі күрделі беттерді бүйіржақ және сағалық фрездермен фрезерлегенде, берілістің беске дейінгі бір мезеттік қозғалыстарын пайдаланады.

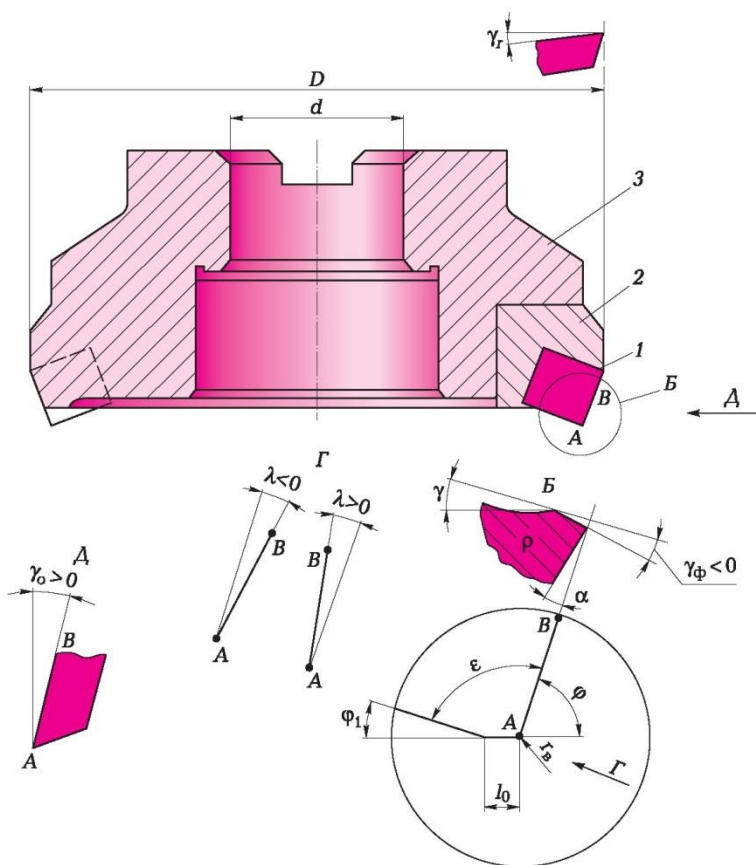
Күрделі пішіннің ішкі бетін үш қозғалыс жағдайында – цилиндрмен радиусы бойынша үлесетін ішкі бетте өңдеудің мысалы 3.36-шы суретті көрсетілген. Фрезердеуді диаметрі 2R болатын 2 дөңгелек пластиналары бекітілген 3 корпусқа бүйіржақ фрезбен орындалады. Саңылаудың түбі d диаметрлі шеңбер пішініне, ал өтпелі бет – R радиусты тор пішініне ие. Олар D_{sx} , D_{sy} беріліс қозғалысында өңделетін болады. Фрездің біліктік берілісі D_{sz} цилиндрдің H бүкіл биіктігі бойынша өңдеуді қамтамасыз етеді.

3.6.3. Бүйіржақ фрездер

Өнеркәсіпте қатты қоспалы пластиналар ($D = 80.630$ мм; $L = 34.70$ мм; $z = 10 - 40$), және қатты қоспадан, кескіш керамикадан, АҚМ жасалынған СМП механикалық бекітпелі фрездер пайдаланылады. Пісірілген құралдың орнына алмастырмалы көп қырлы пластиналарды пайдаланудың артықшылығы бұған дейін көрсетілген (3.3.1-ші қосымша бөлімді қараңыз): тәзімділіктің артуы; өнімділіктің ұлғаюы; пластинаның бұрылуымен кескіш жиекті жылдам ауыстыру есебінен қосымша уақытты кеміту. Жұмыс барысында құралдың үлкен тұрақтылығы және жұмыстың сенімділігі қамтамасыз етіледі, бұл СББ бар аспаптармен, оның ішінде көп мақсатты станоктармен жұмыс істеу барысында аса маңызды.

Фрездің *негізгі элементтері* 3.37-ші суретте көрсетілген. Көп қырлы пластинасы 1 фрездің корпусында 3 бекітілетін (пластина да корпусқа тікелей бекітілуі мүмкін), ұстағышта (кассетада, енгізбеде) 2 бекітіледі.

3.37-ші суретте d диаметрлі қондырмалы фрез көрсетілген (жақтауға арналған қондырмалы диаметр). Айналмалы кезең бүйіржақ кілтегімен беріледі.



1 – алмастырмалы кескіш пластина; 2 – ұстағыш (кассета); 3 – фрездің корпусы; D – фрездің сыртқы диаметрі; d – жақтауға арналған саңылаудың диаметрі; AB – негізгі кескіш жиек; l_0 – қосымша жиектің ұзындығы; ϕ – жоспардағы негізгі бұрыш; ϕ_1 – жоспардағы қосымша бұрыш; ϵ – жоғары шектегі бұрыш; α – артқы бұрыш; γ – алдыңғы бұрыш; γ_ϕ – қырлы алдыңғы бет; λ – жиектің еңкею бұрышы; γ_0 – біліктік алдыңғы бұрышы; γ_r – радиалды алдыңғы бұрыш; r_b – жоғары шектегі радиус

Бүйіржақ фрездердің бекітпе-жалғастырғыш бөліктері ретінде, сонымен қатар конустық немесе цилиндрлік сағалықтар пайдаланылады.

СМП бар неғұрлым кеңінен таралған бүйіржақты фрездер келесі диаметрге $D = 50...315$ мм; ұзындыққа $L = 40...80$ мм ие. Отырғызу диаметрін d стандартты қатардан алады (ISO сәйкес): 16; 19; 22; 27; 32; 40; 50 мм және т.б.). Фрездер тістері саны $z = 4—23$ диаметрге D , тістерді (пластиналарды) бекіту тәсіліне тәуелдіжәне жаңқаларды орналастыруға арналған тістер арасындағы жеткілікті кеңістіктің қажеттілігін ескере отырып анықталады.

Фрездерді таңдағанда (немесе жобалағанда) өңдеу шартын ескеру қажет. Егер, станоктың қуаттылығы және технологиялық жүйенің қаттылығы, дайындаманы оның бүкіл ені B бойынша өңдеу үшін жеткілікті, сонда $D = (1,2.1,6)B$ қабылдайды.

Тістер санын z таңдау барысында, олардың минималды сандарының келесі талаптарды қанағаттандырулары қажет екенін ескері қажет: $z_p > 2$, бұл жерде z_p – бір мезетте жұмыс істеуші тістер саны. z көп мөлшерінің бірдей берілісінде, және белгіленген D жағдайында минуттық берілісті ұлғайтады ($s_m = s_z n$) және машина уақытын қысқартады, бірақ кесу күші мен қуаттылығы қысқарады.

Бір конструкцияның және бір (немесе жақын) D диаметрлі бүйіржақ фрездері, әдетте екі-үш типтік көлеммен шығарылады: тістердің аз санымен (үлкен шеңберлік қадамымен), тістердің орташа санымен (орташа қадаммен) және тістердің үлкен санымен (кіші қадаммен). Орташа қадамды фрездер неғұрлым әмбебап болып табылады. Кіші қадамды фрездерді өнімділікті арттыру үшін пайдалану қажет – жеткілікті қуаттылықты, қатты технологиялық жүйелі және қағанаттандырарлық жаңқа шығарғышты станоктарда. Ірі қадамды фрездердің, тістерінің арасындағы жаңқаларды орналастыруға арналған неғұрлым үлкен кеңістікке ие, бұл өңдеуді үлкен терең кесумен орындауға мүмкіндік береді.

Пластиналардың пішіні мен көлемдері, негізінен ISO белгіленген стандартты қатардан алынады. Оларды қолдану бойынша ұсынылымдар және нақты өңдеу шарттары есепке алынады. Сонымен қатар, арнаулы пішіндегі және геометриялы пластиналар пайдаланылады.

Пластина пішіні, яғни оның қырлары саны n және тістің жоғарғы шегіндегі бұрыш ε жоғары шектің беріктігін анықтайды. Дұрыс пішіндегі пластиналар үшін $\varepsilon = (180...360^\circ)/n$. ε бұрышы негізгі φ және қосымша φ_1 бұрыштарының жоспардағы мәнін шарттайды: $\varepsilon = 180^\circ - (\varphi + \varphi_1)$. Жоспардағы бұрыштар көлемдеріне кесу шарты тәуелді, сондықтан пластинаның пішінін таңдаған жағдайда, бұл бұрыштардың қажетті беріктіктерін және оңтайлы мәндерін қамтамасыз ету қажет, бұған мысалы, бұрыс пішіндегі пластиналарды таңдау есебінен қол жеткізілуі мүмкін (мысалы, үш қырлы – жоғарғы шегіндегі бұрышы 60° емес, 80° болатын). Осылайша, пластинаның пішіні фрезерлеу шарттарына сәйкес келуі қажет.

Өңдеудің орташа шарттарында (мысалы, жартылай таза өңдеу) φ бұрышын 45 немесе 60° тең деп қабылданады. Тіске жоғары берілістермен жұмыс істеген кезде (тіске 1 мм дейін), кемітілген $\varphi \approx 10^\circ$ бұрышы пайдаланылады. Φ шамалы мәндері s_z берілген берілісте кесілетін қабаттың a қалыңдығын және жиек ұзындығына түсетін жүктемені кемітуге мүмкіндік береді, бірақ кесудің сомалық күшін және оның біліктік құрамдас бөлігін P_o арттырады, сондықтан шпиндельдік топтың жоғары қаттылығын талап етеді. Еңістерді өңдеу барысындағы бұрыш $\varphi = 90^\circ$.

Дөңгелек пластиналар бұрылыстардың үлкен көлемдерін, яғни төзімділік кезеңдерін (шамамен сегіз) қамтамасыз етеді, үлкен массивтілікке және жиектің жоғары шегінің беріктігіне ие, бірақ $\varphi = \varphi_1 = 0$. Кесілетін қабатта ауыспалы қимасы бар. Өңдеу барысында кесу күші ұлғаяды. Дөңгелек пластиналарды алғашқы немесе жартылай таза өңдеу үшін қолданады. Пластиналардың артқы беті – конустық, яғни олардың пішіні жеткілікті артқы бұрышты айқындайды, сондықтан оларды корпусқа еңкейтпестен орнатады. Дөңгелек пластинкалы фрездер, кірекесуге немесе бұрандалы беріліспен өңдеуге біліктік беріліске рұқсат етеді (3.36-шы суретті қараңыз).

Жеткілікті үлкен s_z сақтаған жағдайда өңделген беттің бұдырлығын төмендету үшін, қосымша кескіш жиекті сынған пішінде жасайды. Онда ұзындығы I_0 учаскебар, ол жердегі $\varphi_1 = 0$ (см. рис. 3.37). I_0 ұзындығы s_o айналымға берілістің шамасынан артық болуы қажет. Егер, бұл шарт сақталамаса, яғни, $I_0 < s_o$ болса, онда фрездің тістерінің біріндебасқа тістерге қарағанда 0,04...0,06 мм біліктің бағытында шығып тұратын, ұзындығы $I_0 < 10$ мм болатын кескіш жиек учаскесін орындайды. Кескіш жиектің мұндай учаскесі басқа тістерге қарағанда шамалы үлкен қабатты сыдырып тастайды. Мұндай тіс микротегіссіздіктерді тазалайды және өңделген бетті қорытынды қалыптастырады.

Пластина көлемі (ұзындығы, диаметрі) кесу тереңдігін және φ бұрышын есепке ала отырып таңдалады: пластинаның кескіш жиегінің ұзындығы кесілетін қабаттың енінен артық болуы қажет.

Егер, пластинада қаптал беттерінің қиғаштығы болмаса, яғни олар беттің жоғарғы және төменгі тіректеріне перпендикулярлы болса, онда оң артқы бұрышқа қол жеткізу үшін, пластинаның корпусындағы белгілі бір еңкіштікпен орналастыру қажет. Пластинаның қалыңдығын, фрездің конструкциясы есептелінген кесудің неғұрлым үлкен күштеріне байланысты қабылдайды. Конструкциялық болаттарды және шойындарды өңдеу барысындағы пластинаның қалыңдығын шамамен, кесілетін қабаттың a ең үлкен қалыңдығына байланысты тағайындайды:

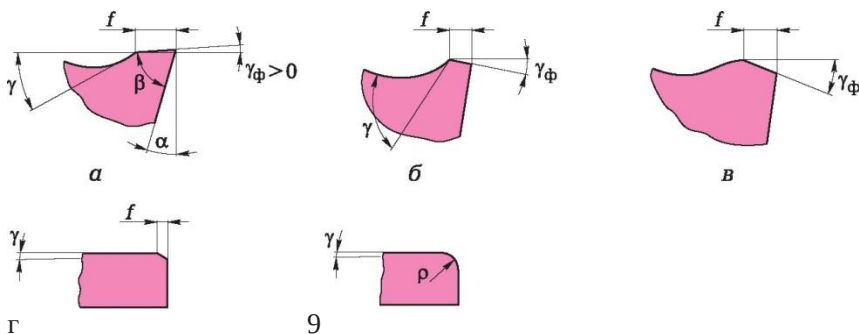
Пластина қалыңдығы, мм .. 3	4	5,5	6,35
Кесілетін қабаттың			
максималды қалыңдығы, мм 0,15-ке	0,2-ге	0,3-ке	0,6-ға дейін

СМП бар фрездер жүздерінің геометриялық параметрлері пластинаның пішініне және корпустағы орналасуына тәуелді. Жүздің параметрлері бұрыштармен: α , γ , ϕ , ϕ_1 , λ , β , ε және жоғары шектегі радиустармен r_ϕ және ρ жиектің дөңгеленуімен сипатталады (3.37-ші суретті қараңыз).

Сонымен қатар, қосымша геометриялық параметрлер де пайдаланылады, мысалы: фрез радиусына қалыпты, бетке **AB** кескіш жиегі проекциясы мен фрез білігі арасындағы γ_0 біліктік алдыңғы бұрышы (**М** түрі, 3.37-ші суретті қараңыз); **AB** кескіш жиегінің бүйіржақ бетіне және фрез радиусына проекциясы арасындағы γ_r радиалды алдыңғы бұрышы. (Бұл бұрыштар шынайы фрезде, бұл бұрыштардың оң немесе теріс екендіктері көрініп тұратындығымен ыңғайлы). Жүздің параметрлерін өңдеуге арналған шарттарға байланысты таңдайды: өңделетін материалы, кесу тәртіптері және т.б.

Өңдеудің әртүрлі шарттары үшін пайдаланылатын кескіш пластиналардың геометриялық параметрлерін қарастырайық. **Күйдірілген конструкциялық болаттарды өңдеген жағдайда** (қаттылықтары шамамен 200 HB) оң алдыңғы бұрышты γ және теріс қырлы бұрышты $\gamma_\phi = 0 \dots -5^\circ$ қатты қоспалы пластиналарды пайдаланады. Беріктендіруші қырдың ұзындығы $f = 0,05 \dots 0,15$ мм (3.38, **a**—суреттері). Бұл топтың неғұрлым жабысқақ және төмен қаттылықтағы материалдары үшін, алдыңғы γ бұрышын $\gamma_\phi > 0$ жағдайымен салыстырғанда үлкен шамада орындайды (3.38, **a** суретін қараңыз).

Жоғары қаттылықтағы материалдарды өңдеу үшін, сонымен қатар ауыр және алғашқы өңдеу барысында γ бұрышын кемітеді және кескіш жиекті беріктендіру үшін $\gamma_\phi < 0$ бұрышын орындайды (3.38, **б**, в суреттерін қараңыз).



3.38-ші сурет. Кескіш пластинаның алдыңғы қырының пішіні:

a — оң қырлы алдыңғы бұрышты γ_ϕ ; **б** — теріс қырлы алдыңғы бұрышты γ_ϕ ; **в** — теріс қырлы алдыңғы бұрышты γ_ϕ және жиектің күшейтілген жоғарғы шегімен; **г** — жалпақ қырмен; **д** — жалпақ ρ жиекті дөңгелектеу радиусымен; γ — алдыңғы бұрыш; α — артқы бұрыш; β — өткірлеу бұрышы; f — қырдың ені

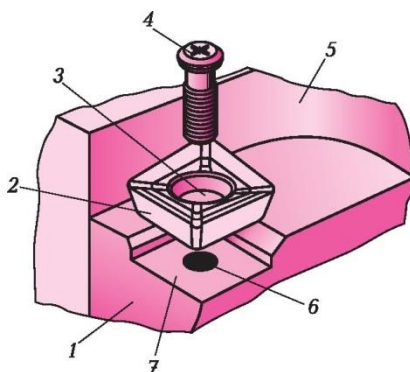
Сынғыш құралдық материалдар үшін (АҚМ және кескіш керамика) γ теріс алдыңғы бұрышты, γ_{ϕ} теріс кырлы бұрышты немесе дөңгелектелген жиекті (ρ радиусы) пластинаның «беріктендіруші» геометриялық параметрлері қолданылады (3.38, д суреті). Композиттерге арналған пластиналардың радиусы $\rho = 40...50$ мкм.

Пластиналардың алдыңғы беті жаңқаларды орауды немесе сындыруды және оны сыртқа шығаруды жақсартуға арналған әртүрлі пішінде болуы мүмкін.

Жүздің бұрыштарының тек пластинаның геометриялық параметрлерімен ғана емес, сонымен қатар оның корпустағы орналасуымен де анықталатынын ескертеміз. Жүздің параметрлерін таңдау барысында, бұған дейінгі қалыптасқан, қатты және берік материалдарды өңдеу барысындағы ережелерді басшылыққа алады, алдыңғы бұрыш төмендейді және жүз беріктенеді.

Бүйіржақ фрезерлеуде пластиналар параметрлеріне және орнату ұяшығының корпуста орнатылуына тәуелді, λ кескіш жиектің еңкею бұрышын есепке алу қажет (3.39-шы сурет). $\phi = 90^\circ$ жағдайында бұрыш λ абсолюттік шама бойынша тең және γ_0 бұрышы белгісі бойынша қарама-қайшы.

Жоғары механикалық қасиеттерге ие (беріктік, қаттылық шегі) **берік және қатты материалдарды өңдеу барысында**, кескіш жиектің жоғары беріктігі талап етіледі. Бұған **АВ** жиегінің еңкеюінің **лоң бұрышында** (3.37-ші суретті қараңыз), сонымен қатар нөлдік немесе теріс алдыңғы бұрышты беріктендіргіш қырдың болуымен қол жеткізіледі. Мұндай геометрияда тістің өңделетін дайындамаға кіруінің бастапқы сәтінде, жүктемені **А** өткір емес және беріктігі төмен шегі емес, оның орнына кескіш жиектің берік учаскесі қабылдайтын болады (3.33-ші суретті қараңыз).



3.39-шы сурет. Алмастырмалы пластинаны бұрандамен бекіту:
1 – корпус; 2 – қатты қоспалы кескіш пластина; 3 – саңылау;
4 – бұранда; 5 – корпустағы ойық; 6 – бұрандаға арналған ойық; 7 – пластинаға арналған ұяшық

Алдыңғы бұрыш төмендейді және кесу күші ұлғаяды. Сондықтан, салыстырмалы жоғары емес қаттылықтағы материалдарды өңдеу барысында (күйдірілген болаттар, түсті металдар) кесудің ең жақсы шарттары (фрездердің жоғары беріктіктері) **λ бұрышының теріс мәңдерінде** қамтамасыз етіледі (γ бұрышы жоғары, кескіш жиек өткірірек, кесу күштері төмен).

Бүйіржақ фрездердегі пластиналардың бекітілуі тікелей корпусқа (3.39-шы суретті қараңыз) немесе корпусқа бекітілетін ұстағышқа (кассетаға) жүзеге асырылады (3.37, 3.40, 3.41 суреттерін қараңыз). Кассеталарға орнату әртүрлі пішіндердегі пластиналы кассеталарды пайдалану мүмкіндігін береді, бұл Құралдың технологиялық қолданылуын кеңейтеді. Пластиналар сынып қалған жағдайда, мұндай конструкция фрез корпусын ақаулардан сақтайды.

Орнату **1** корпусың тікелей **7**ұяшығына (3.39-шы суретті қараңыз) немесе кассетаға, немесе **6** тірек пластинасына (3.40-шы суретті қараңыз) жүзеге асырылады. Мұндай аралық элементтерді пайдалану тірек бетін неғұрлым сапалы өңдеуге мүмкіндік береді (корпусағы күрделі бетті емес, қарапайым пішіндегі пластинаны жеке өңдейді), бұл кескіш пластинаның тірек бетіне қатты, тығыз жатуын қамтамасыз етеді.

Корпусағы пластиналардың орналасуы қатаң тіркелуі қажет; басқа конструкцияларда олар реттеуге болады – біліктікте (3.41-ші суретті қараңыз), радиалды бағытта немесе қос бағытта.

Бекіту бұрандамен (3.39-шы суретті қараңыз), сынамен (3.40 -шы суретті қараңыз), жоғарыдан ұстаумен (3.41-ші суретті қараңыз) немесе бекітудің әртүрлі элементтерінің үйлесімімен жүзеге асырылады. Бүйіржақ және дискілік фрездердегі бекіту элементі ретінде, жеткілікті қаттылықты және сенімділікті қамтамасыз етуші тұтқырландыру да пайдаланылады.

Бұрандамен бекіту – неғұрлым қарапайым тәсілдердің бірі (3.39-шы суретті қараңыз). 2пластина **1** корпусың **7** ұяшығында **4** бұрандамен тірек бетке бекітіледі. **4** бұранда **3** конустықсаңылау арқылы пластинаға өтеді және пластинаны бетке және **7** ұяшықтың қаптал беттеріне жабыстыра отырып, корпусың **6** бұрандалық саңылауына бұралады. Корпусағы ойық (ұяшық), пластинаның иілуінің немесе тіпті, сынуының алдын-алу үшін, пластинаға тірелетін, мұқият өңделген бетке ие болуы қажет. **1** корпусағы **5** ойық та фрезерлеу барысында жаңқаларды орналастыруға арналған. Бұрандамен бекіту тәсілі бөлшектердің көп санын талап етпейді, сенімді және жеткілікті кеңінен таралған. Тарту барысындағы дәл тіркеу кезеңі үшін (бұранданың әртүрлі диаметрлері үшін 0,6... 6Н•м), бұранданы бұрауды динамометриялық кілтпен жасайды.

АҚМ жасалынған пластиналармен жабдықталған фрездерді, таза және жұқа фрезерлеу барысында пайдаланады, оның ішінде $Ra \leq 3...5$ мкм бұдырлығын алуға арналған тегістеудің орнына. Өңдеу кесудің жоғарғы жылдамдықтарымен жүргізіледі. Беттің мұндай сапасын алу үшін, кескіш жиектердің соққылары $0,005...001$ мм аспауы қажет. Бұған пластиналардың орналасу қалыптарын реттеу есебінен қол жеткізуге болады (3.41-ші суретті қараңыз). Сонымен бірге, жоғары талаптар станоктың шпинделінің және жабдыкталудың қаттылығына және дәлдіктеріне де қойылады.

Реттеусіз мұндай дәлдікке қол жеткізілмейді. Тіпті корпусты, пластиналарды және бекіту элементтерін дәл дайындаған жағдайда да, $0,02...03$ мм төмен фрездің жиектерінің соққыларын алу мүмкін емес (бұған фрездердің әдеттегі жұмыс істеу барысында қол жеткізу әбден мүмкін).

БТН жабдықталған 4кескіш пластинаның бекітілуін (поликристал қатты қоспалы пластинаға пісірілген), 3конустық бастиекті бұранданы 2ұстағышқа (кассетаға) бұрау барысындағы 5ұстаумен жүзеге асырады (3.41-ші суретті қараңыз). 2ұстағыш1 корпус қуысына орналастырылады. Екі шетінде әртүрлі қадамдары бар 8 бұранданы бұрағанда, 7сына радиалды бағытта жылжиды және осылайша, 4кескіш пластиналы 2 ұстағыштың 1 құлашын реттейді. Мұндай реттеу жеткілікті дәл болып табылады. Ол фрез жиектерінің біліктік соғылуларын іс жүзінде жоюға мүмкіндік береді. 2 ұстағышты 1 корпусқа қорытынды орнатуды 6 бұрандамен жүзеге асырады.

3.6.4. Цилиндрлік фрездер

Цилиндрлік фрездерді тұтас (жылдам кескіш болаттардан) немесе жиналмалы (жылдам кескіш болаттардан жасалынған немесе қатты қоспалы пластиналармен пісірілген енгізілген пышақтармен) етіп дайындайды.

Тік тісті фрездер (3.32-ші суретті қараңыз) немесе бұрандалы (еңкіш) тісті фрездер шығарылады. Тістердің еңкеюі фрездердің беріктіктерін ұлғайтуға, жұмыстың бірқалыптылығын кесу күштерінің тербелісін азайту есебінен арттыруға мүмкіндік береді. Тістердің еңкею бұрышы $\omega = 20.50^\circ$ (3.31, а суретін қараңыз). Цилиндрлік фрезерлеу сызбасымен, жиектері цилиндрлік беттерде орналасқан көптеген фрездер типтері жұмыс істейді: бүйіржақтық-цилиндрлік, сағалық, кілтектік және т.б. (3.31-ші суретті қараңыз). Осындай сызба бойынша жұмыс істеуші сағалығы бар фрездер үшін, еңкею бағыты оң (3.31, а—в суретін қараңыз) немесе сол (3.31, г сурет) болуы мүмкін. Оны ω бұрышының P_ω кесу күшінің құрамдас бөліктерінің білігі бағытына және жаңқаның шығу бағытына ықпалын ескере отырып тандайды.

Жылдам кескіш болаттан жасалынған цилиндрлік фрездерді, беттерді өңдегенде жалғыз немесе ұсақ сериялы өндірісте қолданады.

Стандартты фрездер ұсақ немесе ірі тістермен орындалады. Ұсақ тісті фрездерде $D = 40... 100$ мм диаметрінде 10 -нан 18-ге дейінгі тістері болады. Оларды таза немесе жартылай таза өңдеу үшін қолданады. Олардың диаметрі $D = 50...100$ мм, тістері саны —6-дан 12-ге дейін болады. $D = 40.100$ мм жағдайындағы стандартты тұтас фрездердің ұзындығы 40 -тан 160 мм-ге дейін өзгеріп отыруы мүмкін.

Жиналмалы жылдам кескіш болаттан жасалынған енгізбелі пышақтары бар цилиндрлік фрездердің диаметрлері 100.250 мм, ұзындықтары 80...390 мм, тістерінің саны 8 -ден 12-ге дейін болады.

3.6.5. Сағалық фрездер

Сағалық фрездерді әртүрлі фрезерлік станоктарда, оның ішінде СББ бар станоктарда қуыстарды, ойықтарды (3.31, **б** – **д** суретін қараңыз), кең емес беттерді өңдеу үшін қолданады. Сағалық фрездердің кескіш жиектері тек цилиндрлік бөлікте (3.31, **г** суретін қараңыз) немесе цилиндрлік және бүйіржақтық бөліктерде (3.31, **б**, **в** суреттерін қараңыз) орналасулары мүмкін.

Цилиндріндегі және бүйіржағындағы жиектері бар сағалық фрездер, цилиндрлік (3.32-ші суретті қараңыз) және бүйіржақтық (3.34-ші суретті қараңыз) фрезерлеуге сәйкес сызбалар бойынша жұмыс жасайды. Сондықтан, кескіш жиектердің геометриялық параметрлері, кесілетін қабаттың көлемдері, бұған дейінгі қарастырылған цилиндрлік және бүйіржақтық фрезерлеуге сәйкес келеді (3.6.2-ші қосымша бөлімді қараңыз).

Фрездерді конструктивтік белгілері бойынша тұтас және құрамдас етіп бөлуге болады – кескіш жиектері корпуспен тұтас тәрізді орындалған (3.31, **б**, **в**, **г** суреттерін қараңыз) және құрамдас – алмастырмалы көп қырлы пластинкалармен.

Тұтас сағалық фрездерді жылдам кескіш болаттардан немесе қатты қоспалардан тұтастай орындайды. **Құрамдас** фрездердің корпусы мен сағалық бөлігін конструкциялық болаттан дайындайды (2.10-шы қосымша бөлімді қараңыз). Олардың жылдам кескіш болаттардан жасалынған жұмыс бөлігін корпусқа дәнекерлейді, ал қатты қоспалардан дайындалған жұмыс бөлігін корпуспен пісіру арқылы жабыстырады. Мұндай конструкция шамалы диаметрдегі фрездер үшін пайдаланылады (50 мм-ге дейінгі). Мұндай фрездердің ұзындықтары 36... 225 мм диапазонында ; ал тістерінің саны 2—10 құрайды.

Сағалық қатты қоспалы шағын диаметрлі фрездерді қалыңдатылған цилиндрлік сағалықтармен жасайды. Жұмыс бөлігінің диаметрі 0,4...2 мм болатын фрездердің сағалықтарының диаметрі 3...4 мм, жұмыс бөлігінің ұзындығы $l_p = 1.6$ мм және габариттік ұзындығы 50 мм болады.

Фрездердің цилиндрлік бөлігіндегі тістері тік немесе бұрандалы, о еңкею бұрышты болады.

Бүйіржақ кескіш жиектер бетте (3.33-ші суретті қараңыз), немесе фасондық бетте, мысалы сфералық бетте орналасады.

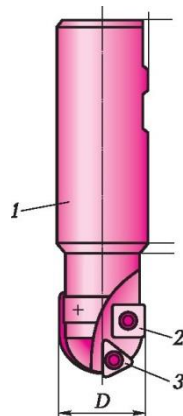
Сериялық және жаппай өндірісте ең көп қолданылатындары сағалық қатты қоспалы алмастырмалы көп қырлы пластиналы фрездер (**жиынтық фрездер**). Пластинаның пішіні мен көлемдерін, талап етілетін өңдеу бетінің пішіні мен кесу енін есепке ала отырып, стандартты қатардан немесе арнаулы пішіннен таңдайды. Пластиналарды бекітудің неғұрлым кеңінен таралған тәсілі – бұрандамен корпустың ұяшығына болып табылады (3.39-шы суретті қараңыз).

Шағындиаметрлі фрездерді $D = 8.12$ мм бір тіспен (пластинамен) орындайды. Фрездердің габариттік ұзындығы 70...140 мм құрайды. Фрездің станок шпинделінен үлкен құлашы талап етілетін, корпустық бөлшектердің ішкі бетін өңдеу үшін, габариттік ұзындықтары 250 мм дейін болатын ұзартылған фрездер пайдаланылады. Құралдың құлашының ұлғаюымен, оның бекітілуінің қаттылығы төмендейді және берілісті немесе кесу тереңдігін төмендетуге тура келеді.

Одан үлкенірек диаметрдегі фрездер ($D = 10.25$ мм), екі жиекті болулары мүмкін. Екі радиустық жиектері бар бір пластина, корпус ойығына енгізіледі және бұрандамен бекітіледі.

Фрездер әртүрлі пішіндегі пластиналармен жабдықталулары мүмкін, бұл күрделі беттерді өңдеуге мүмкіндік береді (3.42-ші сурет). Мысалы, 1 фрез корпусында, фрез айналғанда дайындаманың тиісінше цилиндрлік және сфералық (немесе тор түріндегі) беттерін түзетін 2 және 3 пластиналары бекітіледі. Әртүрлі пішіндердегі пластиналардың кескіш бөліктерінің болуы, фрезді ойықтың тік қабырғасын және түбінің дөңгеленген учаскесін бір мезетте ала отырып, ойықтардың ішкі беттері типтерін өңдеу үшін пайдалануға мүмкіндік береді (3.36-шы суретті қараңыз).

СМП бұрандалы орналасқан фрездерді бір өтпеде жоғары еңкіштерді және терең қуыстарды өңдеу үшін пайдаланады (25...40 мм және одан да жоғары). Фрездің кескіш бөлігінің қажетті ұзындығына l_p , фрездің цилиндрлік бөлігінде бірінің үстінде бірі орналасқан бірнеше пластиналарды пайдалана отырып қол жеткізіледі.

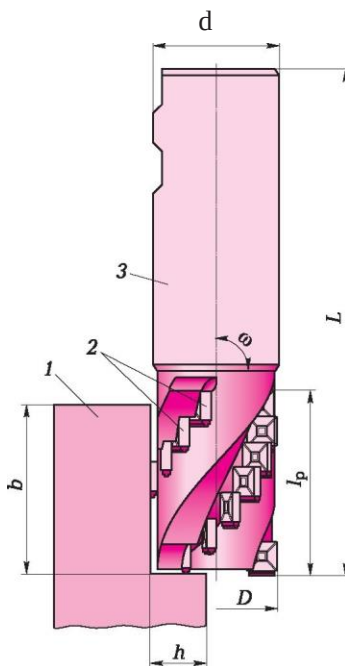


3.42-ші сурет. Сфералық кескіш бөлігі сағалық фрез:
1 – корпус; 2, 3 – пластиналар; D – фрез диаметрі.

Фрезерлеудің біркелкілігі, кесу күшінің тербелістерін төмендету үшін пластиналарды бұрандалы сызық бойынша орналастырады.

3.43-ші суретте 1 дайындамадағы ойықты пластиналардың бұрандалы орналасуымен өңдеу көрсетілген. 2 қатты қоспалы пластиналарды бұрандалы сызық бойынша, фрездің өзегіне ω қисаю бұрышымен орналастырады. Бұрандалы жаңқалы жырашықтары, пластиналарды бекітуге арналған кеңістікті ұлғайтады (тік сызықтыларға қарағанда): ω бұрышы болғандағы жырашықтың ұзындығы $l_p / \cos \omega$ құрайды, яғни ω бұрышының артуымен бірге ұлғаяды.

Жекелеген пластиналардың кескіш жиектері үздіксіз бұрандалы сызықты түзбейді және қатаң цилиндрлік кесуші бетте жатпайды, сондықтан өңделген бетте макротегіссіздіктер пайда болады. Олардың биіктіктері пластиналардың пішініне, тістердің санына, пластиналар жиектері мен берілістің орналасуының өзара дәлсіздіктеріне тәуелді.



3.43-ші сурет. Пластиналары бұрандалы орналасқан сағалық фрез:

1 – дайындама; 2 – қатты қоспалы пластиналар; 3 – корпус; D – фрез диаметрі; L – фрездің ұзындығы; d – артқы ілмек диаметрі; ω – бұрандалы жырашықтардың еңкею бұрышы; l_p – фрездің жұмыс бөлігі ұзындығы; b , h – бөлшек ойығы көлемдері

Бөлшек ойығы биіктігі $b = 30 \dots 40$ мм болғанда (3.43-ші суретті қараңыз)

тегіссіздіктердің биіктігі 0,07...0,12 мм құрауы мүмкін.

Бұрандалы тісті жиналмалы фрездерде тұтастарға қарағанда айтарлықтай айырмашылықтар болады. Оларда тозған пластиналарды алмастаруға болады (СМП бар барлық аспаптарға тән); пластиналардың геометриялық параметрлерін, оның ішінде ω бұрышына тәуелсіз, алдыңғы өзектік бұрыш көлемдерін өзгертуге; бір бұрандалы сызықта әртүрлі пішіндегі пластиналарды пайдалануға болады. Бұл өз кезегінде, өңделетін беттің пішініне (қуыс, ойық, бір жақты, екі жақты, үш жақты кесу), дайындаманың бекітілу қаттылығына және т.б. байланысты кесу күшінің өзектік құрамдас бөліктерінің бағыттарын және шамасын реттеуге мүмкіндік береді. Мысалы, жырашықтардың оң жақтық бұрандалық сызықтарына қарамастан, кесудің сомалық өзектік күші (бұрандалы тісті тұтас фрезден айырмашылығы) сағалықпен жіберілуі мүмкін және дайындаманы жабдыққа немесе станок үстеліне жабыстыруы мүмкін, бұл егер, дайындаманың бекітілу қаттылығы қандай да бір себептермен (жұқа қабырғалы бөлшек, спутниктегі бекітпе және т.б.) жеткіліксіз болғанда тиімді. Фрездердің әртүрлі орындалымдары алғашқы және таза өңдеуге және өңделетін материалдардың әртүрлі топтарына арналулары мүмкін.

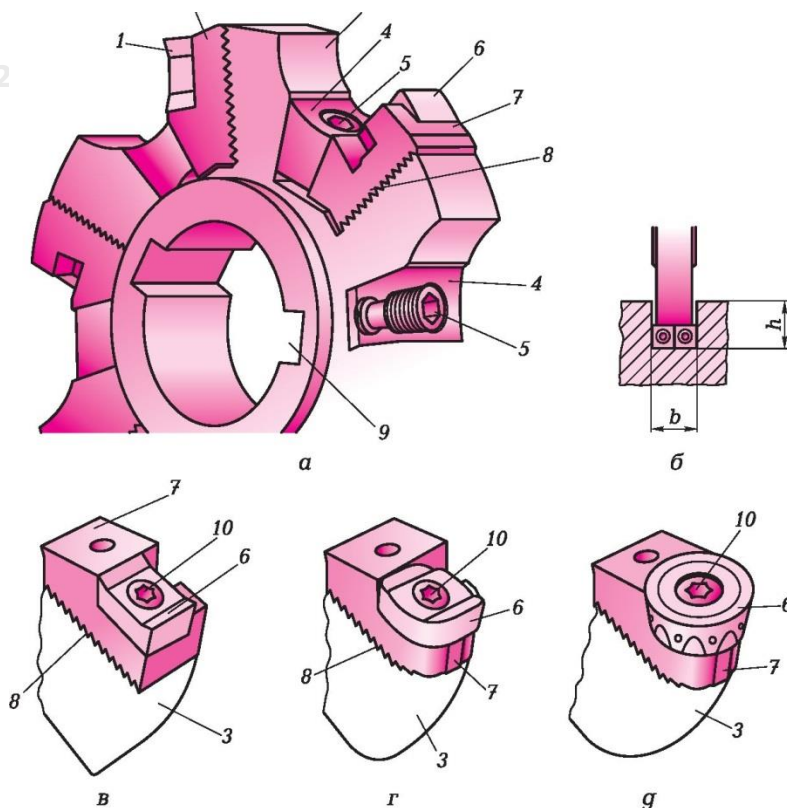
Пластиналардың бұрандалы орналасулары бар сағалық фрездердің сипаттамалары: диаметрі $D = 25... 100$ мм, ұзындығы $L < 180$ мм, жұмыс бөлігінің ұзындығы $l_p = 115$ мм, жырашықтар саны 2-ден 6-ға дейін, алмастырмалы пластиналары саны 8-ден 40-қа дейін; пластиналары пішіні – шаршы немесе арнайы; цилиндрлік сағалықтың диаметрі $d = 16.40$ мм; диаметрі $D > 50$ мм болатын фрездерді де конустық сағалықпен жасайды.

Үлкен көлемдегі ойықтар мен қуыстарды өңдеу үшін диаметрі $D = 63.200$ мм болатын пластиналары бұрандалы орналасқан, жұмыс бөлігінің ұзындығы — 85 мм дейінгі, отырғызу саңылауының диаметрі $d = 27.60$ мм болатын бүйіржақтық-цилиндрлік фрездерді пайдаланады. Мұндай фрездердегі жырашықтар саны – 4-ден 9-ға дейін, пластиналары саны 8-ден 27-ге дейін. Конструкцияларда әртүрлі пластиналар пайдаланылулары мүмкін (**SOMT**, **XPMT**, **XOMT** және т.б. типті).

Кескіш бөліктерінің пішіндерінің және берілістері қозғалыстарының өзгерістерінің көмегімен, жалпақ, сонымен бірге күрделі фасондық беттерді сағалық фрездермен өңдейді. СББ бар станоктарда сағалық фрездер екі және одан да көп берілістер жасайды (мысалы, бұрандалы беріліспен, **яғни**, **у** және z_1 өзектері бойымен берілістердің үш қозғалысымен 3.36-шы суретті қараңыз).

3.6.6. Дискілік фрездер

Дискілік фрездерді ойықтарды, қуыстарды, жырашықтар тесіктерін және тіліктерді өңдеу үшін қолданады (3.31, **e** – **з**, **к**, л суреттерін қараңыз).



3.44-ші сурет. СМП бар дискілік фрез:

a – жиынтықтағы фрез; *б* – бөлшек қуысындағы b, h көлемдері; *в* – Тік бұрышты пластиналы кассета; *г* – радиусты пластиналы кассета; *д* – дөңгелек пластиналы кассета; 1 – оң жақ қатты қоспалы пластина; 2, 7 – кассеталар; 3 – фрездің корпусы; 4 – сына; 5, 10 – бұрандалар; 6 – сол жақ қатты қоспалы пластина; 8 – тұтқырландыру; 9 – кілтектік қуыс

Жалғыз және ұсақ сериялы өндірісте, жылдам кескіш болаттардан жасалынған тұтас немесе жиналмалы дискілік фрездерде пайдаланады. Ірі сериялы және жаппай өндірісте, сонымен қатар СББ бар станоктарда өндегенде қатты қоспалы дискілік фрездер пайдаланылады.

Дискілік фрездерді (3.44 –ші сурет) және фасондық бетті өңдеу (3.45–ші сурет).

Жиналмалы қатты қоспалы дискілік **қуыстарды өндеуге арналған фрездің** конструкциясы 3.44, а суретінде ұсынылған. $b \times h$ (3.44, б суреті) көлемді қуысты өндеуге арналған фрездің 3 корпусында, 9 екі кілтектік қуыстары бар жақтауға арналған саңылау бар.

6қатты қоспалы пластиналарды бекіту, 8тұтқырландырудың көмегімен фрездің 3 корпусында орнатылған 2және 7 кассеталар қуыстарында жүзеге асырылады. Тұтқырландыру 3 корпусының және 2және 7 кассеталардың қуыстарында орындалады. Кассеталар 5бұрандалардың көмегімен, корпус қуыстарында 4сыналармен қысылады.

6кескіш пластиналары кассеталар қуыстарында 10бұрандамен бекітіледі (3.44, в – д суреттерін қараңыз). Кассеталарды пайдалану фрез корпусын ақаулардан қорғайды және әртүрлі пішіндегі пластиналарды орнату мүмкіндігін береді: шаршы, дөңгелек, бөлшек пішініне тәуелді арнаулы.

Дискілік фасондық фрездер фасонды профильді бөлшектерді өңдеуге арналған (3.6.1-ші қосымша бөлімді қараңыз). Фрездердің төзімділіктерін арттыру және кесу күштерін төмендету үшін, фасондық фрездер γ оң алдыңғы бұрышымен қамтамасыз етілуі мүмкін (3.45-ші сурет). Нөлге тең емес алдыңғы γ бұрышы болған жағдайда, фрездің жиегінің профилі $B_{\phi}M_{\phi}$, бөлшектің профилінен BM ерекшеленеді.

Есеп фрез өзінің O өзегі бойымен айналғанда, жиектің кез-келген M_{ϕ} нүктесі, M_{ϕ} нүктесін, фрездің өзектік бетін (OB_{ϕ} сызығы) кесіп өту кезеңіндегі бөлшек профилінің i тиісті нүктесін түзеді. Сондықтан, i арқылы **О** орталықтан r_i радиусымен шеңбердің кесіп өтуі, фрездің алдыңғы қырындағы $B_{\phi}C$ сызықпен бірге жиектің M_{ϕ} нүктесін қалыптастырады.

Осыдан фрез жиегінің $M_{\phi i}$ кез-келген нүктесіндегі $H_{\phi i}$ биіктіктің келесі есептемесі шығарылады:

ΔOCB_{ϕ} қолымызда бар:

$$b = r_a \sin \gamma,$$

бұл жерде b — фрездің O өзегінен оның алдыңғы қыры сызығына дейінгі нормалдың қиындысы; r_a — фрездің сыртқы радиусы; γ — алдыңғы бұрыш.

Одан әрі ΔOCM_{ϕ} және ΔOCB_{ϕ} -тан:

$$r_1 = r_a - H_1; \sin \gamma_i = b/r_1; H_{\phi i} = CB_{\phi} - CM_{\phi} = r_a \cos \gamma - r_i \cos \gamma_i.$$

Жиектің кез-келген нүктесіндегі M_{ϕ} профилінің ені $B_{\phi i}$, i нүктесіне сәйкес келетін бөлшек профилінің B_i еніндей болады:

$$B_{\phi i} = B_i.$$

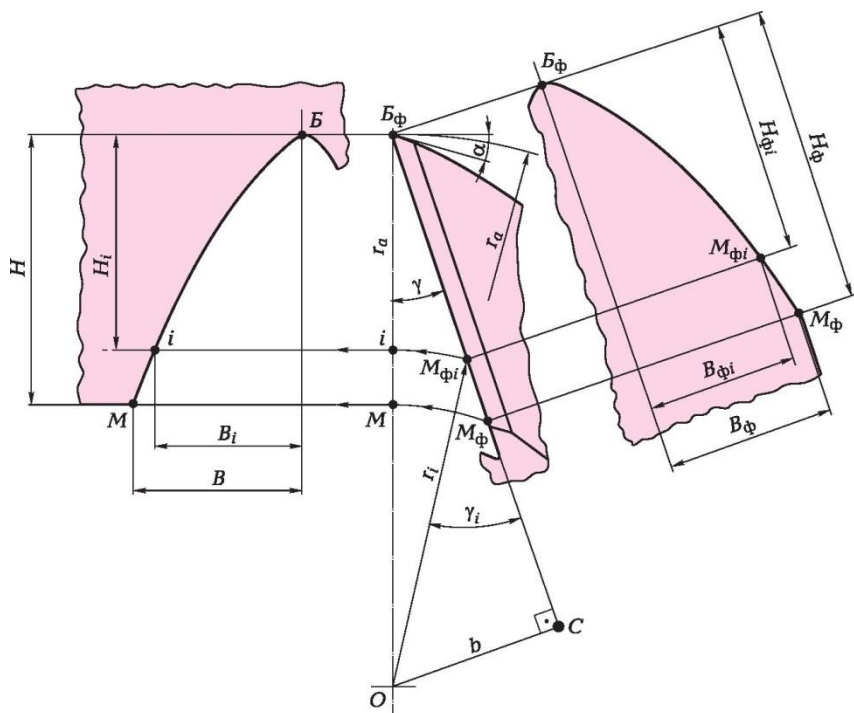
M_{ϕ} нүктесі үшін:

$$B_{\phi} = B.$$

Есептеулер мысалын келтіреміз:

1) бөлшектер профилі көлемдері (3.45-ші суретті қараңыз): $H = 20$ мм; $B = 14$ мм; $H_i = 15$ мм; $B_i = 12,5$ мм.

2) фрездер көлемдері: $r_a = 50$ мм; $\gamma = 10^\circ$.



3.45-ші сурет. Дискілік фрездің фасондық жиегі көлемдерін есептеу сызбасы: BM – бөлшектің профилі сызығы; H , B – бөлшектің профилі биіктігі (толық) және ені; H_i , B_i – нүктесіндегі профилінің ені мен биіктігі; r_a – фрездің сыртқы радиусы; γ және α – фрездің алдыңғы және артқы бұрыштары; H_ϕ , B_ϕ – фрез жиегінің биіктігі (толық) және ені; r_i – фрездің M_ϕ нүктесіндегі, фрез жиегіндегі радиусы; γ_i – M_ϕ нүктесіндегі алдыңғы бұрыш; $H_{\phi i}$, $B_{\phi i}$ – M_ϕ нүктесіндегі фрез профилінің биіктігі мен ені

3) есептеме: $b = r_a \sin \gamma = 50 \sin 10^\circ = 8,6824$ мм.

$r_i = r_a - H_i = 35$ мм;

$\sin \gamma = b/r_a = 0,24807$; $\gamma_i = 14,3633^\circ$;

$H_{\phi i} = r_a \cos \gamma - r_i \cos \gamma_i = 50 \cos 10^\circ - 35 \cos 14,3633^\circ = 15,334$ мм;

$B_{\phi i} = B_i = 12,5$ мм.

Осы формулалар бойынша, бірақ басқа жағдайда алынған профилінің нүктесіне арналған: $H_i = H = 20$ мм, получаем: $r_i = 30$ мм; $\gamma_i = 16,8229^\circ$; $H_{\phi i} = 20,524$ мм; $B_{\phi i} = B = 14$ мм.

$H_{\phi i}$, $B_{\phi i}$ координаттары бойынша бірқатар нүктелерге фрез жиегі профилін беруге болады. Көбіне табылған нүктелер арқылы тік немесе шеңберліктер өткізіледі, бұл фрездерді дайындауды және бақылауды жеңілдетеді. Мұндай фрездің нақты профилін неғұрлым қарапайымға, ұқсасқа алмастыруға, егер алмастырудан келген дәлсіздіктер шамамен бөлшек профилінің рұқсатының шамамен жартысынан аспаған жағдайда рұқсат етіледі.

3.7| БҰРАНДА ҚИҒЫШ АСПАП

Жалпы мәліметтер. Әртүрлі аспаптарды пайдалана отырып, әртүрлі технологияларды қолдану арқылы алынуы мүмкін бөлшектердегі бұрандалар: кескіштер мен тарақшалар (көп профильді кескіштер), фрездер, бұранда кескіштер, бұрандас кескіш бастиектер, таңбалауыштар, сонымен қатар пластикалық деформациялау әдістері (илеу арқылы).

Кескіштер құралдың неғұрлым кеңінен таралған түрі болып табылады, оларды пайдалану сыртқы, сонымен бірге ішкі әртүрлі профильдегі және көлемдегі бұрандаларды кесуге мүмкіндік береді.

Бұрандаларды кескіштермен кескен кезде, бұранданың дәлдігі 6 – 5-ші квалитетке дейін қамтамасыз етіледі және қадамы бойынша станок кинематикасының дәлдігіне тәуелді.

Кескіштердің конструктивті элементтері. Бекітпе бөліктері пішіндері бойынша кескіштерді, басқа да аспаптар тәрізді сағалықтарға(3.46, *a—г, ж* суреттерін қараңыз)және қондырмалыға – дөңгелек (3.46, *д* және *е* суреттерін қараңыз) бөлуге болады.

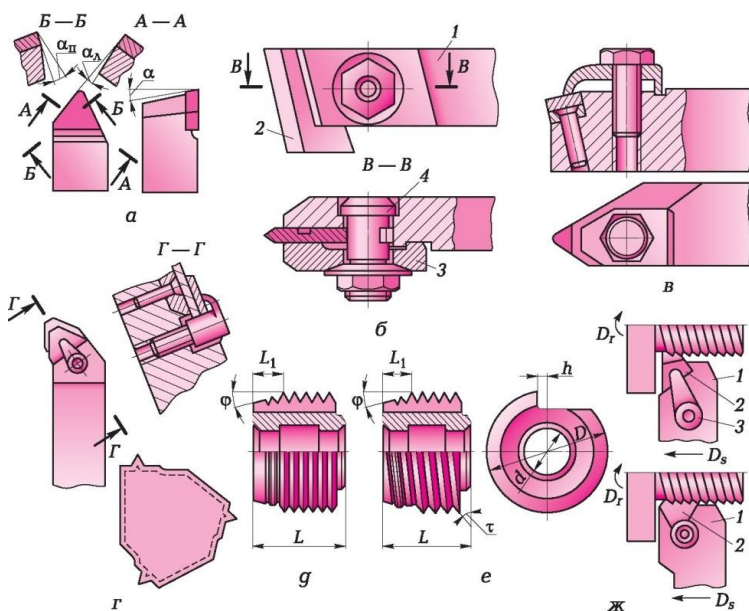
Сағалықтың пішіні шаршы, тік бұрышты және т.б. болуы мүмкін. Қондырмалы аспаптарда ішкі отырғызу саңылаулары болады және цилиндрлік немесе конустық жақтауларға бекітіледі.

Кескіш бөліктерінің бекітілулері тәсілдері бойынша *сағалық кескіштер* тұтас, құрамдас – жиналмалы алмастырмалы пластиналы, құралды материалдан жасалынған пісірілген пластиналы болып бөлінеді. Бұрандалы кескіштердің кесу бөліктерінің бекітілу тәсілдерінің, бұған дейінгі қарастырылған токарлық кескіштерден айырмашылықтары жоқ (3.13 – 3.14 суреттерді қараңыз). 3.46, *асуретте* кескіш бөлігі корпусқа пісірілетін, жылдам кескіш болаттан немесе қатты қоспадан жасалынған кескіш көрсетілген. Мұндай конструкциядағы кескіш тұтас та болып жасалынуы мүмкін - жылдам кескіш болаттан.

Призматикалық кескіште 2ендірмесін не жылдам кескіш болаттан тұтас етіп, немесе дәнекерленген, немесе пісірілген қатты қоспалы кескіш бөлікті етіп жасайды (3.46, *бсуретін* қараңыз).Мұндай конструкция қайраудың көп мөлшерін жүзеге асыруға мүмкіндік береді, яғни Құралдың жұмыс істеуінің үлкен ресурсына ие. Ендірмені 1 корпусқа 3 қысқыштың көмегімен 4 бұрандамен бекітеді. Тозғаннан және алдыңғы бетімен қайралғаннан кейін, 2 ендірмені қайтадан 2 корпусқа орнатады.

3.46, *вжәнегсуреттерінде Сжәне М* (3.14 суретін қараңыз) типті бекітпелі кескіштер көрсетілген, олар бұған дейінгі қарастырылған токарлық кескіштерден пластиналарының пішінімен ерекшеленеді. Бұл жердегі пластиналар арнаулы – бөлшектерге бұрандалы профильді қалыптастыруға арналған.

Дөңгелек кескіштер (немесе бұрандалы тарақтар) көп профильді аспап болып табылады.



3.46-шы сурет. Бұрандалы кескіштер:

а – құрамдас, пісірілген қатты қоспалы пластиналы; **а** – артқы бұрыш; α_n , α_s – оң және сол жақтарындағы артқы қаптал бұрышы; **б** – жиналмалы, жылдам кескіш болаттан жасалынған призматикалық ендірімелі; **1** – кескіш корпусы; **2** – ендіріс; **3** – қысқыш; **4** – бұранда; **в** – жиналмалы, үш қырлы алмастырмалы қатты қоспалы пластиналы; **г** – жиналмалы алмастырмалы қатты қоспалы пластиналы; **г** – дөңгелек, сақиналық қималы; **е** – дөңгелек, бұрандалы; **D** – диаметрі; **L** – кескіштің ұзындығы; **d** – жақтауға арналған саңылау диаметрі; **L₁** – кескіш бөліктің ұзындығы; ϕ – кескіш бөліктің конусы бұрышы; τ – бұрандалы бұраманың көтерілу бұрышы; **h** – кескіштің өзегінен қырдың алдыңғы бетіне дейінгі қашықтық; **ж** – жиналмалы, көп профильді енгізбелі; **1** – кескіш корпусы; **2** – пластина; **3** – қысқыш; **D_r** – негізгі қозғалысы; **D_s** – беріліс қозғалысы

Өңделуші бөлшектің бұрандалы профілі, көтерілу бұрышы τ болатын (3.46, е суретін қараңыз) бұрандалы ораммен немесе сақиналы ораммен (3.46, д суретін қараңыз) қалыптастырылады. Бұрандалы орамды кескіште, кескіш жиектердің оң және сол жақтарында бірдей жақтау артқы бұрыштары болады. Кескіштер ϕ бұрышты және **L₁** ұзындықты шарбақтық конуспен жабдықталған.

Призматикалық және дөңгелек кескіштерді алдыңғы беттері бойынша; дөңгелектерді – кескіш өзегінен **h** қашықтыққа артта қалып тұрған жазық алдыңғы бетпен қайтадан кайрайды (3.46, д, е уреттерін қараңыз).

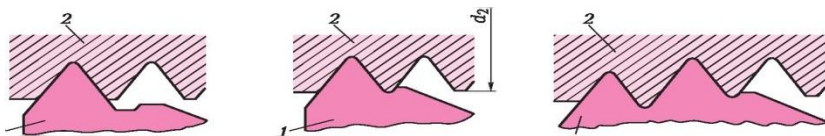
Артқы беттің ұзындығы үлкен болғандығы салдарынан, қайраулардың көптігі орын алуы мүмкін, яғни аспап төзімділіктің үлкен сомалық кезеңіне ие.

Кесу сызбасы. Кескіштерді өңдеу сызбасы (немесе кесу сызбасы) бойынша бір профильді (3.46, *a*—г суреттерін қараңыз); және көп профильді (3.46, *д*—ж суреттерін қараңыз) деп бөлінеді.

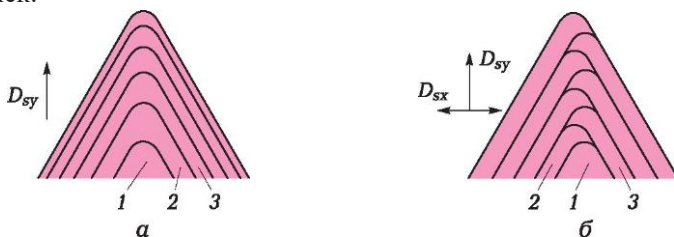
Кескіш жиектер бір профильді өңдеу барысында, олардың пішіндеріне байланысты, толық емес (3.47, *a* суреті) немесе толық профиль (3.47, *б* суреті) бойынша жұмыс істейді. Өңдеудің толық емес өңдеу сызбасында, бұrandаның қаптал профилі және ішкі диаметрі өңделеді (3.47, *a* суреті). Сонымен бірге, бұrandаның сыртқы көлемінің бастапқы операциялар барысында дәл орындалғаны қажет. Толық профильді өңдеу барысында (3.47, *б* суретін қараңыз) кескіштің жиегі бұrandаның бүкіл профилін,оның ішінде сыртқы диаметрін d_2 (диаметрге деген әдіп 0,07...0,15 мм) өңдейді. Сонымен бірге, d_2 диаметрі бойынша дайындаманы алын-ала дәл өңдеу талап етілмейді, бірақ пластина профильдің биіктігі бойынша неғұрлым дәл орындауды талап ететін, неғұрлым күрделі жиекке ие.

Бір профильді сызбада сыртқы және ішкі бұrandаны кескішпен кескенде, кесуді бірнеше рет өту арқылы жүзеге асырады: бірінші рет өткенде 1-ші қабат, екіншісінде – 2-ші қабат сыдырылады және т.б. (3.48, *a* суреті). СББ бар станоктарда өңдеу барысында, әрбір өткеннен кейін тек, D_s бұrandаның өзегіне перпендикулярлы беруді жүзеге асырып ғана қоймай (3.48, *a* суреті), сонымен қатар D_{sx} (3.48, *б* суреті) беруді де жүзеге асыруға болады, яғни, әрбір өту барысында кесілетін қабаттың қалыңдығы мен енін реттей отырып, әрбір өткеннен кейін әртүрлі бұрыштарда.

Қадамдары 1...5 мм болатын сыртқы метрикалық бұrandаларға арналған өтулер санын, көп қырлы пластинамен кесу барысында тиісінше, 5-тен 12-ге дейін қабылдайды. Бірінші рет өткендегі кесу тереңдігі 0,1...0,4 мм, соңғы тазалау өтуінде 0,07...0,1 мм болады.



3.47-ші суреті: *a* – бір профильді сыртқы диаметрді өңдеусіз; *б* —бір профильді сыртқы диаметрді d_2 өңдеумен; *в* – көп профильді; *1* – кескіш; *2* – бөлшек.



3.48-ші сурет. Кескішпен кесу сызбасы:

a – профильді; b – генераторлы; $1 - 3$ – жүйелі түрде кесілетін қабаттар;

D_{sx} , D_{sy} – тиісінше берілістердің, үзектері бойымен қозғалысы. Аралық өтулерді біртіндеп кесу тереңдігін қысқарта отырып орындайды. Дөңгелек кескіштер (3.46, d , e суреттерін қараңыз) жиналмалы кескіштердегі бұрандалы көп профильді пластиналары (3.46, $ж$ суретін қараңыз) көп профильді сызба бойынша жұмыс істейді, яғни бір сәтте бұранданың екі (немесе одан да көп) ойықтарын өңдейді (3.47, $в$ суретін қараңыз). Құралдың мұндай конструкциясы өтулер санын 2-3 есеге төмендетуге мүмкіндік береді, бірақ технологиялық жүйеде және пластинаның бекітілуінде үлкен қаттылықты талап етеді.

Көп профильді өңдеуде, бір профильдіктегі тәрізді, кескіш бөлшектің айналымы ішінде, бұранда қадамына бөлшектің өзегі бойымен жылжиды. Дөңгелек кескіштерде қоршаулық конустардың болуынан (3.46, d , $е$ суреттерін қараңыз) кескіштің жылжуына қарай, бұранда профилін біртіндеп кесу орын алады.

Бұрандалы кескіштерді қайтадан қайрау алдыңғы беті бойынша жүзеге асырылады, бұл артқы жағымен орындағанға қарағанда неғұрлым қарапайым. Сонымен бірге, жиектің пішіні өзгермейді.

Кескіш жиектің профилін есептеу. Бұранданы кесу барысында кескіштің кесу жиегі пішіні, тек $\gamma = 0$ алдыңғы бұрышында және бөлшектің өзектік жазықтығындағы кескіштің алдыңғы қырын орнатуда ғана сәйкес келеді. Барлық басқа жағдайларда (солар шынайы болып келеді) кескіш жиектің пішіні беттің пішінін көшірмейді, яғни оны жобалау қажет (фасондық фрездегілер тәрізді).

Кескішті дайындау үшін профильдің, артқы бетке қалыпты $N—N$ қимасындағы көлемдері мен профильдерінің бұрыштарын анықтай қажет (3.49 –шы сурет).

Мейлі, келесі ұсынылған параметрлермен (3.49, $а$ суретін қараңыз) бұранданы кесу қажет болса да (есептеу үшін арнайы бұранданың симметриялы емес профилі алынған): r – бұранданың сыртқы радиусы; h – профильдің биіктігі; η_l , η_p – тиісінше оң жақ және сол жақ профиль бұрыштары; b – жырашықтың цилиндрлік бөлігі ені; P – бұранданың өзектік қадамы.

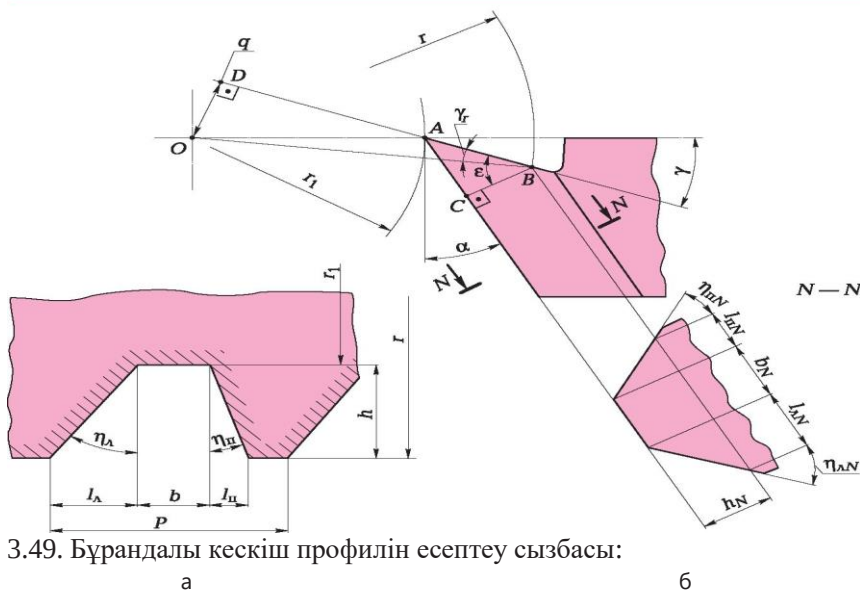
Кескішті дайындау үшін (алдыңғы γ және артқы α бұрыштарымен) артқы бетке қалыпты, қимадағы келесі көлемдерді білу қажет: h_N , I_{lN} , I_{pN} , b_N , η_{lN} , η_{pN} .

Келесі есептеуді орындаймыз:

1) бұранда профилінің I_d және I_n есептеу шамаларын анықтаймыз: $I_d = ht\eta_n$; $I_n = ht\eta_n$;

2) бұранданың ішкі диаметрінің радиусын r_x анықтаймыз: $r_1 = r - h$;

3) қосымша шаманы анықтаймыз – өңделетін бөлшектің орталығынан кескіштің жалпақ алдыңғы бетіне дейінгі қашықтық: $q = r_1 \sin \gamma$ (из $\triangle AOD$);



3.49. Бұрандалы кескіш профилін есептеу сызбасы:

а

б

a – бұранда көлемдері; r – бұранданың сыртқы радиусы; h – профильдің биіктігі; d – бұранданың ішкі диаметрінің радиусы; η_n, η_n – тиісінше оң және сол жаққа арналған профиль бұрыштары; b – жырашықтың цилиндрлік бөлігі ені; I_n, I_n – бұранда профилінің есептік көлемдері; b – кескіш профилінің геометриялық параметрлері; α, γ – кескіштің алдыңғы және артқы бұрыштары; ϵ – есептік бұрыш; γ_r – жиектің B нүктесіндегі алдыңғы бұрыш; h_N, I_{dN}, I_{nN}, b_N – қалыпты қимадағы кескіш профилі көлемдері; η_{dN}, η_{nN} – тиісінше оң және сол жаққа арналған қалыпты қимадағы кескіш профилі бұрыштары; q – бөлшектің орталығынан кескіштің жалпақ алдыңғы бетіне дейінгі қашықтық

4) γ_r бұрышын анықтаймыз – профильдің кез-келген бұрышындағы алдыңғы радиус (біздің жағдайымызда, бұранданың сыртқы радиусын қалыптастыратын, кескіш жиектегі нүктеге арналған) және есептеуге арналған ϵ бұрышы —: $\sin \gamma_r = q/r$ (ODB үшбұрышынан); $\epsilon = \gamma + \alpha$ ($\gamma + \alpha +$

2.

$\angle CAB = 90^\circ$ және $\angle CAB = 90^\circ$, $\triangle ABC$ – тік бұрышты болғандықтан, сондықтан $\varepsilon = \gamma + \alpha$).

Өткізілген қосымша есептеулерден кейін, кескіштің қажетті параметрлерін анықтаймыз:

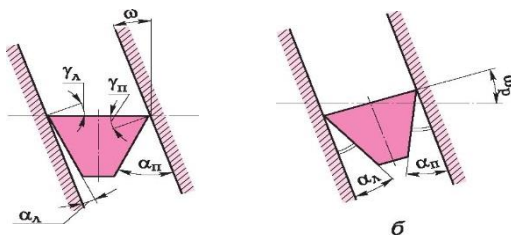
1) $h_N = (r \cos \gamma_r - r_1 \cos \gamma) \cos \varepsilon$ ($h_N = CB$; $CB = AB \cdot \cos \varepsilon$ — $\triangle ABC$ -дан; $AB = DB - DA$; $DB = r \cos \gamma_r$ — $\triangle DOB$ және DA -дан; $r_1 \cos \gamma$ — $\triangle DOA$ -дан);

2) $I_{LN} = I_L$; $I_{NN} = I_N$; $b_N = b$ (бұранаданың сыртқы және ішкі диаметрлеріндегі орамдардың көтерілу бұрыштарын есепке алусыз, бұған бұранда профилінің дәлдігіне жоғары талаптар болмаған жағдайда жол беріледі);

3) $\operatorname{tg} \eta_{LN} = I_L / h_N$; $\operatorname{tg} \eta_{NN} = I_{NN} / h_N$ (3.49, б суретін қараңыз).

Орамдар көтерілу бұрыштарына түзетулерді енгіземіз: ω_n бұрышы 2γ : $\operatorname{tg} \omega_n = P / (2\pi r)$ сыртқы диаметрдегі бұранданың орамдары көтерілуіне; ω_i бұрышы $2\gamma_i$: $\operatorname{tg} \omega_i = P / (2\pi r_i)$ ішкі диаметрдегі бұранданың орамдары көтерілуіне. $2 \dots 3^\circ$ және одан да жоғары қатты рұқсаттарда ($5 \dots 15^\circ$) η_L және η_N профилі бұрыштарына, оларды есептеп шығару үшін I_{LN} және I_{NN} түзетілген мәндерін пайдалану қажет; оң жақ бұранда үшін олар келесі мәндерге ие $I_{LN} = I_L - \delta$; $I_{NN} = I_N + \delta$; бұл жерде $\delta = P(\gamma - \gamma_r) / 360$; γ және γ_r — градустарда.

Кескіштерді кері бұру есебінен кесу шарттарын жақсарту. Кескіштердің қапталдық артқы бұрыштары, ω көтерілу бұрыштарының болуынан, кесілетін бұрандалар үшін әртүрлі: кескіштің сол жағындағы α_L қапталдық артқы бұрышы, оң жақтағы α_n бұрышымен салыстырғанда аз. Қос қапталында да алдыңғы бұрыштар әртүрлі, сонымен бірге оң қапталында $\gamma_n < 0$ (3.50, а суреті). кескіш жиектің геометриясын жақсарту үшін, оң және сол жақтары үшін кескіштің алдыңғы және артқы қапталдық бұрыштарын теңестіріп, кескішті бұранданың көтерілу ω бұрышына тең, ω_p бұрышына айналдырады (3.50, б суреті).



3.50. Бұрандалы кескіштің алдыңғы және артқы қаптал бұрыштары:

a – кескішті кері бұрусыз; b – ω_p ; γ_L, γ_n кескішті жоғарыдағы бұрыштарға кері бұрумен – жиектің оң және сол жақтарындағы алдыңғы бұрыштар; α_L, α_n – жиектің оң және сол қаптал жақтарындағы артқы бұрыштары; ω – бұранданың көтерілу бұрышы

Бұранданың үлкен көлемдерінде және көп кіретін бұрандаларда, ω_p бұрышын, оның орта диаметріндегі бұранда орамдары көлемінің ω

бұрышына тең деп қабылдау қажет.

Кескішті кері бұрғанда келесі түзетулерді енгізу қажет ($\gamma = 0$ жағдайында):

- кескіш жиегі профилінің $\eta_{л\cdot пер}$ бұрыштары (яғни, алдыңғы қыр бойынша профиль бұрыштары):
сол жақ үшін: $\text{tg } \eta_{л\cdot пер} = \text{tg } \eta_{л} \cos \omega_p$;
оң жақ үшін: $\text{tg } \eta_{ппер} = \text{tg } \eta_{п} \cos \omega_p$;
- профильдің қалыпты қимадағы бұрыштары $N - N$:
- $\text{tg } \eta_{лN} = \text{tg } \eta_{л\cdot пер} / \cos \alpha$; $\text{tg } \eta_{пN} = \text{tg } \eta_{ппер} / \cos \alpha$

3.8. ТІС ҚАШАУШЫҚҰРАЛ

3.8.1. Жалпы мәліметтер

Тіс қашаушықұралды тісті және ирмекті доңғалақтардың тістерін, тізбекті берілістер жұлдызшаларын, шлицтік қосылыстар бөлшектерін және т.б. кесу және өңдеу үшін пайдаланады.

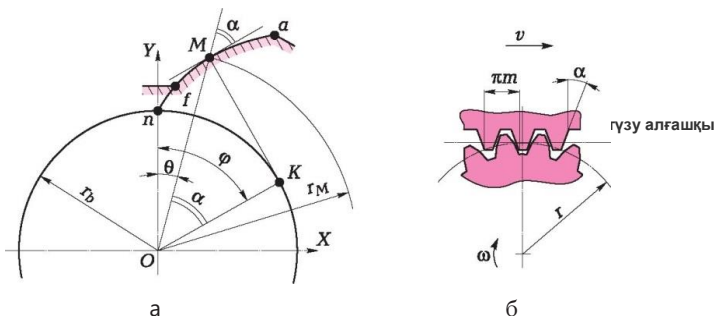
Неғұрлым кеңінен таралған бөлшектер, машина құрастырудың барлық салаларында пайдаланылатын тісті доңғалақтар болып табылады. Тісті доңғалақтардың көлемдері диапазоны ауқымды: шағын диаметрлерден – аспап құрастырудағы бірнеше миллиметрден ауыр машина құрастырудағы бірнеше метрге дейін. Неғұрлым кеңінен таралғаны тістің эвольвентті профилі бар тісті доңғалақтар болып табылады.

Тіпті нақты дәлдіктегі доңғалақтар да шығарылады – дәлдік деңгейлері 3 – 4, және долбарлы – дәлдік деңгейі 10–12 болады. Тісті доңғалақтардың дәлдік деңгейлері бірқатар параметрлермен анықталады: дәлдік деңгейі 3 – 4 – өлшеу құралдарына арналған ерекше дәл аспаптар; 5 – 8 – жоғары дәлдіктегі, авиация, станок құрастыру тәрізді өндірістің көптеген түрлеріне арналған; 9–11 – дәлдігі жоғары емес, қолдану саласы – ауыл шаруашылығы механизмі; 12 – өте долбарлы, мысалы, құйылған доңғалақтар.

Эвольвента – бұл r_b радиусы бойынша шеңберде сырғанаусыз айналатын, тік **КМ**-ге **М** нүктесін сипаттайтын **nfa** сызығы (3.51, а суреті). бұл шеңбер негізгі деп аталады.

2.

r_M радиусы эвольвентаның кез-келген M нүктесі арқылы өткізілген шеңбердің радиусы болып табылады.



3.51-ші сурет. Эвольвентное соединение: a – кесілетін доңғалақтың эвольвенттік профилі; nfa – эвольвент; fa – доңғалақ тісінің эвольвент учаскесі; r_M – негізгі шеңбер радиусы; θ, φ, α — эвольвенттің r_M радиусындағы M нүктесіндегі бұрыштық сипаттамалары; b – тақтайдың доңғалақпен ілінісу сызбасы; α – тақтай профилі бұрышы; πm – тақтай қадамы; r – доңғалақтың бастапқы шеңбері радиусы; v, ω – тиісінше тақтайдың алға қарай қозғалысы жылдамдығы және доңғалақтың бұрыштық жылдамдығы.

α бұрышы оның M нүктесінде және келесі радиуспен эвольвентаға жанаспа түзілген: $r_M \cos \alpha = r_b / r_M$ ($\triangle OKM$ -нан); α бұрышы эвольвентаның әртүрлі нүктелерінде әралуан.

θ бұрышы эвольвентаның n шеткі нүктесі арқылы өткізілген r_M радиусы және Y өзегі арқылы түзілген: $\theta = \text{tg} \alpha - \alpha$; $\theta = \varphi - \alpha$; $MK = r_b \text{tg} \alpha$ — $\triangle OKM$ -нан; доғаның ұзындығы $nK = r_b \varphi$ және $nK = MK$, өйткені тік сызық шеңбер бойынша сырғанаусыз жылжиды. Тиісінше, $r_b \varphi = r_b \text{tg} \alpha$. Бұл жерде $\varphi = \text{tg} \alpha$, сондықтан $\theta = \varphi - \alpha = \text{tg} \alpha - \alpha$. Барлық бұрыштардың шамалары радиандармен беріледі.

Эвольвентаның келесі ұсынылған радиустағы кез-келген нүктесінің M координаттары (x, y) : r_M : $x = r_M \sin \theta$; $y = r_M \cos \theta$.

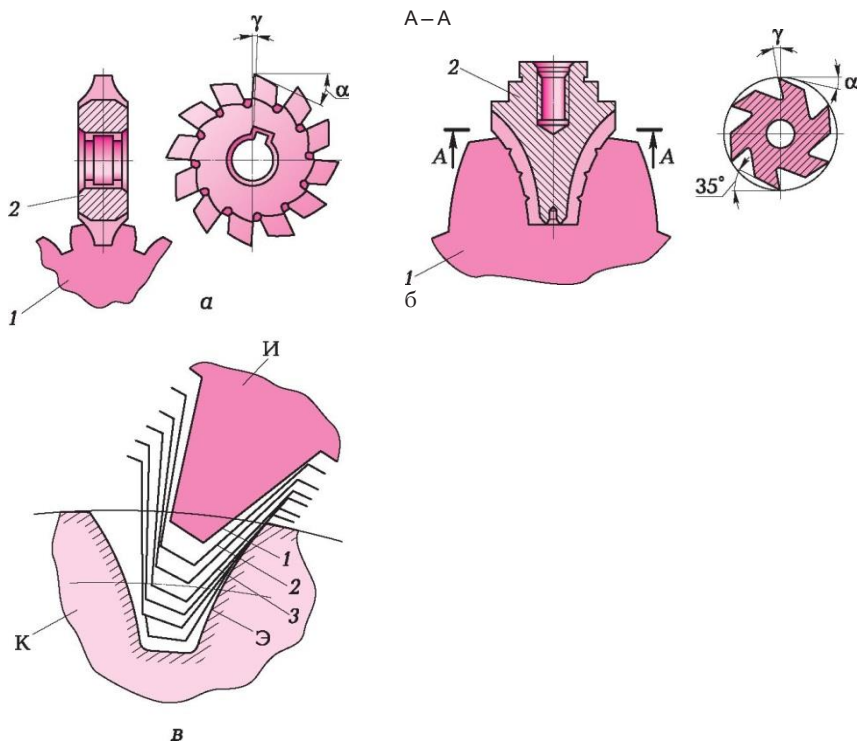
Тісті доңғалақтың тісінің капталдық профилі эвольвентаның бір бөлігі болып табылады – мысалы, fa учаскесі.

Эвольвентті профильді доңғалақтың артықшылықтарының бірі, олардың стандартты доңғалақтар үшін 20° қабылданатын, α профилі бұрышты тік сызықты профильге ие, тақтаймен дұрыс ілінісетіндігінде (үйлесетіндігінде) (3.51, б суреті). Ілінісудің дұрыстығы, одоңғалақ айналғанда және v тақтайша алға қарай қозғалғанда, тақтайдың тік сызықты профилі тістері, доңғалақ тістерінің эвольвентті профиліне

үздіксіз жанасып отыратын болады (яғни, тақтайша тістерімен ілінісудегі профильдер мен доңғалақтардың қозғалыстың кез-келген кезеңінде ортақ жанаспалары болады). Осындай қозғалыста тақтайдың бастапқы тік сызығы, доңғалақтың r радиусымен бастапқы шеңбер бойынша сырғанаусыз жылжитын болады.

Тақтайдың қадамы πm тең деп алынады, бұл жерде m – доңғалақ модулі, мм. Доңғалақтың бір айналымында, тақтай доңғалақтың тістері z санына тең қадамға, яғни $\pi m z$ шамасына орнынан жылжитыны көзге көрініп тұр. Тиісінше, r радиусты шеңбер ұзындығы $\pi m z$ тең, яғни $2\pi r = \pi m z$. Тиісінше, $r = mz/2$. r радиусты шеңберді бөлгіш шеңбер деп атайды. тақтаймен ілініскен жағдайда, доңғалақтың бастапқы шеңбері әрқашан бөлгішпен сәйкес келеді. Стандартты доңғалақтар үшін $r_M = r$; $a_M = a = 20^\circ$, яғни, доңғалақ профілі бұрышы $= 20^\circ$.

Стандартты доңғалақ m модулімен, z тістер санымен, a профілі бұрышымен, r_b негізгі шеңбер радиусымен сипатталады. Бұл параметрлері арасындағы өзара қатынас: $r_b = r \cos a$, бұл жерде $r = mz/2$.



3.52-ші сурет. Тісті доңғалақтардың эвольвенттік профилін алу үшін көшіру және сыннан өткізу әдістері:

а, б – тиісінше дискілік және саусақтық фрезбен көшіру: **1** – доңғалақ дайындамасы; **2** – аспап; **а, уу** – фрездің алдыңғы және артқы бұрышы; **в** —эвольвенттің Э доңғалақтың К Құралдың И сыннан өткізу әдісімен пайда болуы сызбасы: 1, 2, 3, ... —Құралдың И тістерінің доңғалаққа қатысты орналасулары

Өңдеу технологиясы және олардың көмектерімен тісті доңғалақтың тісінің профилін алуға болатын аспаптар әралуан болып келеді. Оларды таңдау, негізінен доңғалақтардың дәлдігімен және көлемімен анықталады, өңделетін материалдың қаттылығына, өндіріс типіне тәуелді. Сонымен бірге, эвольвентті профильді тісті доңғалақтың тісін алуға арналған барлық технологиялар мен аспап көшіру және сыннан өткізу әдістеріне негізделеді.

Көшіру әдісі бойынша дискілік және саусақтық фрездер (3.52, а, б суреттері), тіс қашау бастиектері, созғыштар, фасондық тегістеу шенберлері көшіру әдісі бойынша жұмыс істейді. Көшіру әдісі бойынша жұмыс істейтін, 2 құралдың тістерінің жиектері орналасқан кескіш беттің профилі, кесілетін доңғалақтың тістерінің профилімен сәйкес келеді (дайындамамен) 1. Эвольвентті доңғалақтар үшінмұндай профиль эвольвент бойынша сызылған.

Сыннан өткізу әдісі бойынша өңдеу барысында, К доңғалақтарының эвольвентті профилі, өңдеу (сыннан өткізу) үдерісінде, дайындамаға (кесілетін доңғалаққа) қатысты әртүрлі қалыптарды алатын, И Құралдың1, 2, 3,... профильдерінің (жiekтерінің) айналып өтуші сызықтары ретінде түзіледі.

3.8.2. Көшіру әдісі бойынша жұмыс істейтін құралдар

Дискілік фасондық фрездерді (3.52, а суретін қараңыз) дәлдіктің салыстырмалы жоғары емес дәлдік деңгейіне қатысты (9 және төмен), доңғалақтар тістерін қашау үшін қолданады. Тістерді өңдеу жүйелі түрде жүргізіледі. Бір ойықты кескеннен кейін бөлу, яғни доңғалақты келесі ойықты кесу үшін айналдыру жүргізіледі. Бұл өнімділікті төмендетеді және доңғалақтар тістерінің шеңберлік қадамдарының дәлсіздіктерін ұлғайтады. **т** бір модульді және **а** бір профиль бұрышына арналған, бірақ тістердің әртүрлі сандары бар доңғалақтар үшін өзінің фрездік профилі талап етіледі. Бірақ, әдетте бір фрезді бір ғана доңғалақты кесу үшін емес, оның орнына мысалы, 26-дан 34-ке дейінгі тістердің әртүрлі сандары бар доңғалақтар диапазоны үшін пайдаланады. Сонымен бірге, қосымша профильдің дәлсіздігі пайда

болады.

Сыртқы диаметрі 50..180 мм болатын және тістерінің саны 14-тен 10 –ға дейінгі, 1,125-тен 16-ға дейінгі модульді доңғалақтарды дайындауға арналған, жылдам кескіш болаттардан стандартты тұтас фрездер жасалынады. Фрездердің шүйделенген тістері жазық алдыңғы беттерімен қайтадан қайралады. Сонымен қатар, жылдам кескіш болаттар немесе қатты қоспалардан енгізбелі пластиналары бар жиналмалы дискілік фрездері қолданылады, негізінен ірі модульді доңғалақтар (8-ден 40 мм-ге дейінгі) және алғашқы кесуге арналған. Тістерді өткір қайралған пішінде орындайды, қайрауды артқы беті бойынша немесе бүкіл профилі бойынша жүзеге асырады.

Саусақтық фрездерді (3.52, бсуретін қараңыз)үлкен модульді (50 мм артық) доңғалақтар тістерін қашау үшін қолданады. Оларды бастапқы және қорытынды өңдеу үшін пайдаланады. Консольдық бекітілуі үшін өңдеменің қаттылығы мен өнімділігі жоғары емес. Кейбір өндірістерде саусақтық фрездерді, мысалы, дискілік немесе бұрамдық фрездерлер тәрізді, үлкен көлемдегі доңғалақтарды өңдеуге арналған станоктардың жоқтығынан құралдың басқа түрін мүмкін болмағанда пайдаланады. Жылдам кескіш және қатты қоспалы фрездер пайдаланылады.

Созғыштардытіс қашауға арналған аспап ретінде, көбіне тісті доңғалақтардың ішкі тістерін қашау, сонымен қатар саңылаулардағы шлицтер үшін қолданады. Созғыштар эвольвенттік профильдер үшін жоғары өнімділікті және дәлдікті (7-ші дәлдік деңгейіне дейінгі) қамтамасыз етеді. Көбіне, комбинацияланған созғыштар пайдаланылады, мысалы, бір мезетте кескіш ішкі шлицтік тістер және өңдеуші цилиндрлік саңылау. Тіс қашаушы созғыштар қымбат және күрделі элемент, сондықтан оларды тиімді қолдану – көлемді сериялы және жаппай өндіріс.

3.8.3. Сыннан өткізу әдісімен жұмыс істейтін аспаптар

Сыннан өткізу әдісі, кескіш жиектермен жабдықталған және тісті қашау үдерісінде кескіш доңғалақпен ілінетін тісті доңғалақ немесе тақтайды имитациялайтын кескіш құрал екендігі белгілі (3.5.2, в суретін қараңыз). Сыннан өткізу әдісімен жұмыс істеуші құралдар, кесу үдерісінің үздіксіздігі мен тіске бөлудің жоқтығынан (көшіру әдісіне қарағанда), жоғары өнімділікті және әлдікті қамтамасыз етеді.

Бұл топқа тіс қашаушы тарақтар, бұрамдық фрездер, қашауыштар, шеверлер, бұрамдық және дискілік тегістеу шеңберлері кіреді. Конустық доңғалақтарды кесу үшін, сонымен қатар тісті сүргілеуші кескіштерді және кескіш бастиектерді қолданады.

2.

Сыннан өткізу әдісімен жұмыс жасайтын, эвольвенттік доңғалақтар тістерін қашауға және өңдеуге арналған құралдар қатары: тіс қашаушы тарақтар, бұрамдық фрездер, бұрамдық және дискілік тегістеу шеңберлері – профильдері тік сызықты пішінде болады, бұл фасондыққа қарағанда мұндай аспаптарды дайындау технологиясын айтарлықтай жеңілдетеді және доңғалақ профилінің жоғары дәлдігін алуға көмектеседі.

Жүздік құралдардың көмегімен (бұрамдық фрездер, қашауыштар) доңғалақтар тістерін 6-5 дәлдік деңгейіне дейін өңдеу қамтамасыз етіледі.

Абразивті құралдар (бұрамдық және дискілік шеңберлер) шындалған доңғалақтарды 4-3 дәлдік деңгейіне дейін өңдеуге қол жеткізе алады.

Бұрамдық фрез саннан өткізетін жүздік аспаптар арасында, шағын және көлемді өндірісте неғұрлым кең қолданылады (3.53-ші сурет).

Конструктивті түрде бұрамдық фрез, оның орташа есеппік диаметріндегі γ_{m0} орамдардың көтерілу бұрышы бар бұрам болып табылады. Бұрамда жырашық бұрышы $\theta = 22...45^\circ$ болатын жаңқа жырашықтарын теседі. Нәтижесінде, тістің алдыңғы бетінің бұраммен кездескен орнында жиектер пайда болады. Артқы бұрыштарды алу үшін, тістер бүкіл профиль бойынша шұйделенеді (тістердің жоғарғы шектерінде α_b артқы бұрышының қалыптасуымен).

Жаңқа жырашықтары γ_{m0} бұрышына тең деп қабылданатын, λ_{m0} еңкею бұрышы бар бұрандалы пішінде болады. Жиналмалы фрездерде, фрездің өзегіне параллельді болатын тік жаңқа жырашықтарын жасайды.

Стандартты эвольвенттіцилиндрлік доңғалақтарға арналған, N – N қалыпты қимасы орамдарындағы фрез профилінің көлемдері : $h_{a0} = 1,25m$; $h_0 = 2,5 m$; $\alpha_{n0} = \alpha$ (стандартті мән $\alpha = 20^\circ$); қалыпты қадам $P_{n0} = \pi m$; қалыңдығы $S_{n0} = (\pi m / 2) + 5$, бұл жерде 5 – кесілетін доңғалақтар ілінісіндегі қаптал саңылауының ені. Фрез орамдарының өзектік қадамы $P_{x0} = P_{n0} / \cos \gamma_{m0}$.

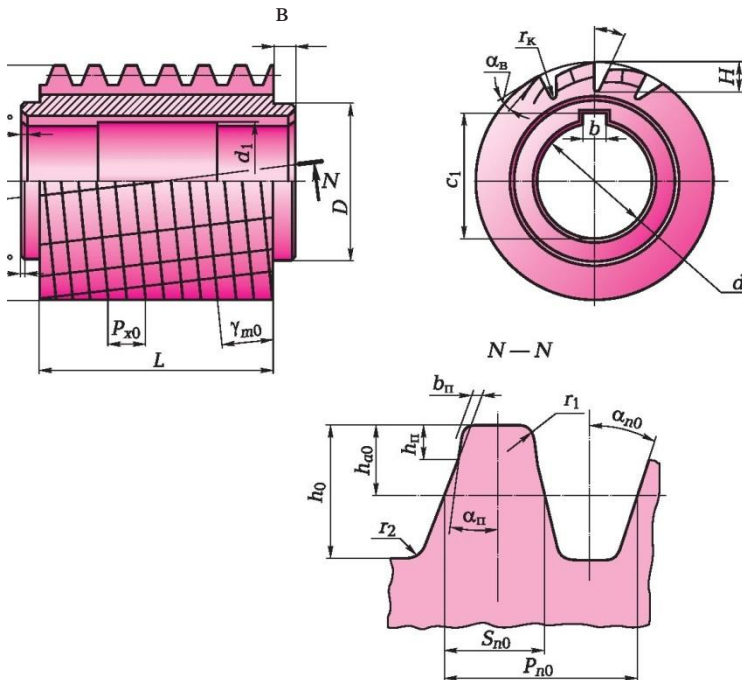
Кейбір фрездер үшін профильдің жоғарғы шегінде, көлемдері h_n, α_n болатын қалыңдатылуы (протуберанец) жасалынады. Протуберанецтері бар фрездер, доңғалақтарды тегістеу немесе шевингтеу тәрізді профильді тісті фрезерлегеннен кейін өңдеуді жеңілдету үшін, доңғалақтардың түбінде шағын ернеуді кесіп алады.

Фрездің профилінің түбінде де, жұмыс барысындағы шуылды төмендету және неғұрлым біркелкі ілінісуге арналған, доңғалақтар тістерінің жоғарғы шегінде қырлардың (фланктардың) жасалуына арналған қалыңдатулар жасалуы мүмкін.

Шамамен фрездің N — N қимасындағы профилі, кесілетін доңғалақты және бір уақытта доңғалақтар тістерін қашаушы тактайдың профиліне сәйкес келеді.

Стандартты тұтас $m = 1.20$ мм модульді эвольвенттік доңғалақты тістерді қашауға арналған жылдам кескіш болаттан жасалынған бұрамдық фрездердің сыртқы диаметрі $d_{a0} = 40.250$ мм, ұзындығы $L = 30.300$ мм, тістері саны $z = 8—16$ болады. Тістердің аз саны неғұрлым ірі модульдер үшін, тістердің үлкен биіктігінде оларды қабылданған d_{a0} диаметрлерде орналастырудың мүмкін еместігінен қабылданады. Фрездер қондырмалы болып алынады және жақтауға арналған отырғызу саңылауларының d диаметрлері 16 мм-ден ($m = 1$ мм үшін) 60 мм-гі дейін болады. d шамасы жеткілікті беріктік пен қаттылықта қамтамасыз етуі қажет.

Фрездердің оның L ұзындығы бойындағы тістері біркелкі емес болып тозады, өйткені доңғалақтардың тістерін қашау барысында қалыңдықтары мен пішіндері бойынша әртүрлі қабаттарды кеседі. Сондықтан, тіс қашау станоктарында, фрездерді автоматты біліктік жылжыту механизмдері қарастырылған, бұл олардың төзімділіктерін біркелкі арттырады.



3.53-ші сурет. Эвольвентті цилиндрлік доңғалақтарға арналған бұрамдық фрез:

d_{a0} – сыртқы диаметрі; L – ұзындық; P_{x0} – орамдардың өзектік қадамы; γ_{m0} – орамдардың көтерілу бұрышы; λ_{m0} – бұрандалы жаңқа жырашықтарының еңкею бұрышы; D – белдемелер диаметрі; B – белдемелер ұзындығы; d – жақтауға арналған саңылау диаметрі; d_1 – кырнау диаметрі; f – кыр көлемі; b – кілтектік жырашықтың ені; c_1 – кілтектік жырашықтың биіктік көлемі; θ – жаңқалық жырашықтың бұрышы; r_k – ырашық түбі радиусы; H – жырашықтың биіктігі; a_v – тістердің жоғарғы шегіндегі артқы бұрыш; γ – алдыңғы бұрыш; P_{n0} – қалыпты кадам; S_{n0} – h_{a0} биіктігіндегі бастиек профілі қалыңдығы; h_0 – профилінің биіктігі; a_{n0} – қалыпты қимадағы профиль бұрышы; a_n, b_n, h_n – протуберанц көлемдері; r_1 – профилінің жоғарғы шегіндегі радиусы; r_2 – профилінің түбіндегі радиусы

Олардың орындарынан жылжуларымен жұмыс істеуге есептелінген фрездер, ұзартылған L ұзындығына ие. d_{a0} диаметрін фрездер жақтау диаметрін, тіс профілі биіктігін h_0 және фрездердің дәлдіктерін есепке ала отырып таңдайды.

Стандартты бұрамдық фрездер МемСт 9324—80 бойынша **ААА, АА, А, В, С және D** дәлдік сыныптары бойынша орындалады. ААА және АА сыныпты фрездері дәл және қатты станоктарда пайдаланған жағдайда, кесілетін доңғалақтардың 5-6 дәлдіктері деңгейін; А – сыныпты фрездері 7 дәлдік деңгейін; В, С және D сыныпты фрездері – тиісінше 8—10 дәлдіктері деңгейін қамтамасыз етеді.

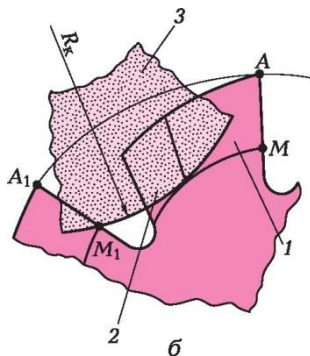
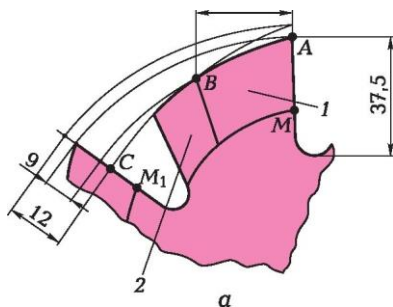
d_{a0} сыртқы диаметрі ұлғайған жағдайда, фрездің орамдарын көтеру γ_{m0} бұрышы төмендейді, бұл фрездің кескіш жиегінің жоғары дәлдігін алуды жеңілдетеді. Үлкен d_{a0} сонымен қатар, тістердің үлкен санын және жақтаудың үлкен диаметрін пайдалануға мүмкіндік береді. Сондықтан, жоғары дәлдіктегі бұрамдық фрездерді (АА сыныпты) ұлғайтылған диаметрмен d_{a0} және төмен ($2...2,5^\circ$ дейінгі) γ_m орамдарды көтеру бұрышымен дайындайды.

Стандартты фрездердің алдыңғы бұрыштары $\gamma = 0$ және артқы жоғары шекті бұрышы $a_v = 10...12^\circ$ болады. Шүйделенгеннен кейінгі тістердің жоғарғы шектері бойынша және тіс профілінің қаптал жақтары бойынша, **АВ** (3.54, а суреті) архимед спиралі бойынша сызылған. Шүйделеу шамасы, яғни фрез радиусының тітің шеңберлік қадамындағы архимед спиралі бойындағы төмендеуі, $k = \pi d_{a0} \tan a_v / z$.

Шеңбердің келесі тіске соғылуына байланысты, оның бүкіл ені бойынша тегістеу шеңберімен шүйделеу мүмкін болмайды. Сондықтан, **АВ** сызылған қисық сызығының жоғарғы шегі бойынша, 1 учаске ғана тегістеледі. Тістің тегістелмеген 2 учаскесі 1 учаскеден қалың болмауы үшін (жоғары), оның радиусын: $k_1 = (1,2,1,3)k$ шамасына шеңберлік кадамда төмендете отырып, **ВС** шұғыл спиралі бойынша шүйделейді. Жаңқа жырашығының биіктігі $H = h_0 + 0,5(k + k_1) + r_k$, бұл

жерде h_0 – профильдің биіктігі; r_k – жырашық түбінің радиусы.

3.54, а суретінде $m = 10$ мм модулінің тісті доңғалағын кесуге арналған тіс ферзі көрсетілген. Оның көлемдері: $h_{a0} = 12,5$ мм; $h_0 = 25$ мм; $r_k = 2$ мм; $H = 37,5$ мм; $k = 9$ мм; $k_1 = 12$ мм. Тістің тегістелген учаскесінің 1 ені 17 мм; тістің 2 учаскесі тегістелмеген (тек кескішпен шұйделенген).



3.54-ші сурет. $m = 10$ мм модульді бұрамалы фрездің шұйделенген тісінің көлемдері және фрез тісін шұйделегендегі сыртқы радиусы R_k тегістеу шеңберінің қалпы (б):

1 — тістің тегістелген бөлігі; 2 — тегістелмеген бөлігі.

Шеңбердің келесі тістің жиегіне соғылуына байланысты, оның бүкіл ені бойынша фрез тістерін R_k радиусымен 3 дискілік шеңберімен тегістеу (шұйделеу) мүмкін болмайды (R_k радиусті шеңбері $A_1 M_1$ жиегінің M_1 нүктесін кеседі, 3.54, б суретін қараңыз). Сондықтан, 2 учаске тегістелмеген болып қалады. Оны неғұрлым шұғыл спираль бойынша шұйделейді (3.54, а суретіндегі 12 мм төмендеумен). Тісті алдыңғы беті бойынша қайтадан қайрайды. Сонымен бірге, AM жиегінің пішіні мен көлемдері сақталып қалады.

Оларды одан әрі тазартып өңдеу үшін, доңғалақтар тістерін алдын-ала қашау үшін (тегістеу, шевингтеу) өңдеу барысындағы машина уақытын қысқартатын, көп кірмелі бұрамдық фрездерді (екі және үш кірмелік) қолданады. Көп кірмелі бұрамдық фрездердің дәлдігі, фрездерде дайындау барысындағы кірулерге бөліну операцияларын жүзеге асыруға байланысты бір кірмелі фрездерге қарағанда төмен. Кесілетін доңғалақтардың тістерінің аз болуы жағдайында, тістердің профильдерінің бедерленуі есебінен (макротегіссіздіктер) дәлсіздік ұлғаяды. Оны қысқарту үшін фрездердің кіру сандары, доңғалақтардың тістері санынан бірнеше рет аспауы қажет.

Бұрамдық фрездерді алдыңғы беті бойынша қайтадан қайрайды. Егер, ол бұрандалы болса, конустық пішіндегі шеңберді пайдалану қажет (6.9, б суретін қараңыз).

Қатты қоспалы бұрамдық фрездерді кесу жылдамдығын арттыру

немесе жоғары беріктіктегі қиын өңделетін материалдарды өңдеу үшін пайдаланады. Қатты қоспалы шағын модульді фрезерлерді ($m = 0,05... 1$ мм), тұтас, шүйделеген тістері бар, диаметрі 25...70 мм етіп орындайды.

Жиналмалы бұрамдық фрездердің көптеген конструкциялары бар.

Шағын және орта модульді фрездерді құрамдас етіп, тістер мен корпусстарды пісірілген немесе желімделген қосылыспен дайындайды. Алмаспалы қатты қоспалы платиналары механикалық бекітілген жиналмалы фрездерді, 3...5 мм және одан да артық модульді доңғалақтарды кесу үшін қолданады. Фрездердің кейбір жиналмалы конструкцияларында, қатты қоспалы пластиналар, өз кезектерінде фрез корпусына бекітілетін арнаулы кассеталарға бекітіледі. Кассеталық бекіту, фрезаның бір корпусындағы пластиналардың типтері немесе көлемдерін өзгертуге мүмкіндік береді және оны ақаулардан сақтайды.

Қашауыштар – сыртқы, сонымен қатар ішкі тісті доңғалақтарды кесуге, сонымен бірге бұрамдық фрездердің өнімділіктері мен дәлдіктеріне жақын, жеткілікті жоғары дәлдікте және өнімділікте блоктық және шеврондық доңғалақтарды кесуге мүмкіндік беретін әмбебап тіс қашаушы аспаптар.

Тісті доңғалақтарды тарақпен немесе бұрамдық фрезбен кескен жағдайда, тісті доңғалақпен және тақтаймен (аспаппен) ілінісуді имитациялайды. Қашауышпен өңдеуде олардың бірін – қашауышпен, екі тісті доңғалақтың ілесуімен имитациялайды. Тұтас стандартты жылдам кескіш болаттан жасалынған қашауыш $\gamma = 5^\circ$ бұрышты және $\alpha = 6^\circ$ артқы бұрышты тісті доңғалақ болып табылады.

Қиғаш тісті доңғалақты кесу үшін бұрандалы тісті қиғаш тісті қашауыштар пайдаланылады.

$m = 0,1... 12$ мм модульді стандартты қашауыштар $d_0 = 12.200$ мм бөлгіш диаметріне ие. $m = 1.6$ мм болатын доңғалақтар үшін $d_0 = 75.100$ мм бөлгіш диаметрлі қашауыштар пайдаланылады. Қашауыштарды алдыңғы беттері бойынша қайтадан қайралады (6.9, а суретті қараңыз).

Ішкі тістерді кесу үшін шағын диаметрлі, ішкі кесілетін доңғалақтарының шектелген диаметрлі сағалық қашауыштарды қолданады: $m = 1.4$ мм модуль үшін 25 және 38 мм бөлгіш диаметрімен.

Абразивті тіс қашауыш аспап негізінен, кесілген бұрамдық фрезбен немесе басқа да жүздік аспаппен шыңдағанға дейін алдын-ала тісті шыңдалған доңғалақтарды таза өңдеу үшін қолданады.

Тегістеудің екі түрі қолданылады: профильдік шеңбермен көшіру және сыннан өткізіп тексеру. Профильді тегістеу, дискілік фасонды фрезбен тістерді қашауға ұқсас, сызба бойынша жүзеге асырылатын болады (3.52, а суретін қараңыз). Доңғалақтың ойығы эвольвентті профильді (егер, доңғалақ – эвольвентты болса) фасондық шеңбермен тегістеледі. Сонымен бірге, дайындама тісіне бөлу және шеңбердің фасондық түзетілуі талап етіледі.

Өдістің артықшылығы, тегістеуші шеңберді алуға болатын кез-келген, оның ішінде стандартты емес профильді алу мүмкіндігі болып

табылады. Әдістің кемшілігі – тістерге бөлудің қажетілігі, және нәтижесінде өңдеудің үздіктілігі, шеңбердің дайындамаға кіруінен және шығуынан болатын ұлғайтылған жұмыс барысы, шеңбердің және оның түзетілімдерінің фасондық профилінің күрделілігі болып табылады.

Тегістеудің неғұрлым кеңінен таралған әдісі сыннан өткізу: не бұрамдық абразивтік, немесе үлкен диаметрдегі эльбор шеңберлерімен (300...500 мм), немесе өңделетін доңғалақпен ілінісетін, тақтайдың бетін имитациялайтын дискілік шеңберлердің жазық беттерімен (3.52, в суретін қараңыз). Неғұрлым өнімді әдіс ілінісетін және бір уақытта тісті доңғалақ өңделетін, бұрамдық шеңберді тісті тегістеу болып табылады. Соңғысы, үздіксіз айнала отырып, әрбір қосарланған жүрістен кейін шеңбермен жақындаса отырып, өзінің өзегінің бойымен кері оралу-алға басу қозғалысын орындайды. Бүкіл әдіп бірнеше қосарланған жүріспен шешіледі.

Сыннан өткізу әдісінің эвольвенттік доңғалақтарды тегістеу барысындағы артықшылығы, шеңбердің тік сызықты профилі болып табылады, бұл шеңберлерді түзетуді жеңілдетеді және доңғалақтардың тегістелетін профилінің жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді.

Тегістелетін доңғалақтардың дәлдігі —4-ші деңгейге дейін, жекелеген жағдайларда – 3-ші деңгейге дейін, доңғалақтар бетінің бұдырлығы Ra 0,3 мкм дейін.

Сонымен қатар, шындалған доңғалақтарды және тісті тақтайлардың басқа да болашағы бар технологиясы бар: доңғалақтарды жүздік аспаппен алдын-ала кесуіс, тістердің ойықтарын «тұтастай», үлкен кесу тереңдіктерімен тегістеу (5... 10 мм-ге дейін). Мұндай тегістеуді әдетте бірнеше өтпеде орындалады. Осылай, қоспаланған болаттан жасалынған (қаттылығы 40 HRC) профилінің биіктігі 6 мм болатын тісті тақтайдың жоғары кеуектілікті шеңберімен тегістеуді төрт рет өту арқылы жүзеге асырылады: біріншісінде 3 мм артық және төртіншісінде 0,5 мм дейінгі кесу тереңдігімен. Кесу жылдамдығы 20 м/с, беріліс – 20-дан 70-мм/мин. дейінгі уақытты құрайды.

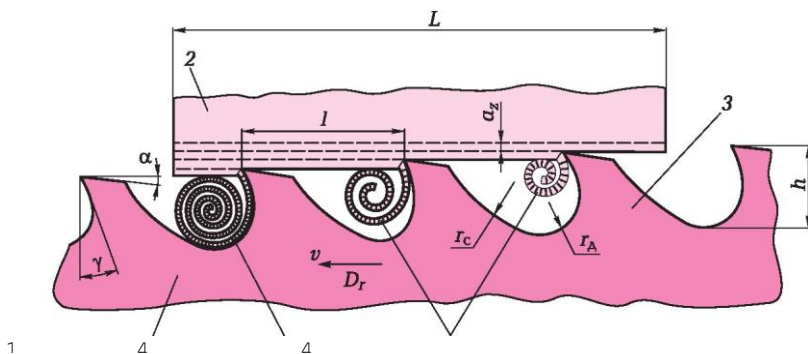
3.9. СОЗҒЫШТАР

Жалпы мәліметтер. Созғыш, оның өзегінің бойымен тістер қатары орналасқан, корпустан тұратын көп жүзді кескіш құрал болып табылады (3.55-ші сурет). Өңделген беттің пішіні тістердің кескіш беттерінің пішінімен анықталады. Созғыш белгілі бір пішінге және көлемге (саңылау, кілтектік жырашық және т.б.) ие, бір нақты бетті өңдеуге арналған.

Созғыштарды ішкі және сыртқы цилиндрлік, шлицтік және фасондық беттерді өңдеу үшін қолданады.

Шағын сериялы өндірісте созғыштарды, қандай да бір бетті басқа аспаппен өңдеу мүмкін болмағанда (мысалы, фасондық саңылау) немесе

әртүрлі бөлшектердегі бірнеше бірдей саңылауларды өңдеу қажет болғанда пайдаланады



r_d – жырашық түбі радиусы; r_c – тіс арқалығы радиусы
 1 – созғыш; 2 – дайындама; 3 – тістер; 4 – жаңқа; L – өңделетін беттің ұзындығы; D_r – кесудің негізгі қозғалысы; v – кесу жылдамдығы; γ , α – алдыңғы және артқы бұрыштар; l – тістер қадамы; h – тістердің биіктігі; a_z – тіске көтерілу;

2

Сериялық және оған қоса жаппай өндірісте белгілі бір конструкциялар созғыштарды тек бірдей бөлшектерді өңдеу үшін ғана пайдаланады.

Өңдеудің дәлдігі 6-ға дейінгі қвалитетті құрайды, **Ra** өңделген беттің бұдырлығы 1,2...0,3 мкм дейін. Көптеген жағдайларда, созу механикалық өңдеудің қорытынды операциялар болып табылады.

Созу барысындағы өңдеу сызбасы. Созу барысында тек бір ғана **D_r** негізгі алға басу қозғалысы пайдаланылады. Беріліс қозғалысының жоқтығы кескіш тістердің сатылы орналасуымен өтеледі – әрбір келесі кескіш тіс алдыңғысының үстіне шығады.

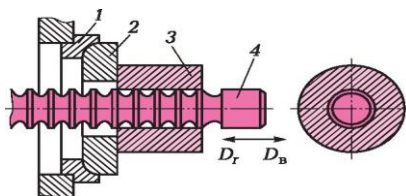
Кесумен өңдеу 1 созғыштың, 2 дайындамаға қатысты **v** кесу жылдамдығымен қозғалысы барысында жүзеге асырылады (3.55-ші суретті қараңыз). 3 тістер **a_z** көтеріліміне ие және **a_z** қалыңдықтағы өңделетін металдың қабатын кеседі. Бұл жерде берілістің қозғалысы талап етілмейді. 4 жаңқа тіс дайындамадан шыққанға дейін, тістердің арасындағы ойыққа орналасады.

Бір уақытта бірдей жұмыс істеуші тістер $z_p = L/l + 1$, бұл жерде **L** – өңделетін беттің ұзындығы; **l** – тістер қадамы (есептеу барысында бөлшек бөлігі алынып тасталынады).

$z_p > 3$ саны, қысқа бөлшектерде $z_p = 2$ жол беріледі.

Егер, созғыштың бір тісінің жиегінің ұзындығы **b** (бұл кескіш жиектің элементтерінің жиектері **b'** элементтерінің сомалық ұзындығы – 3.58-ші суретті қараңыз) болса, онда бір уақытта жұмыс істеуші жиектердің ұзындығы **$B = bz_p$** . Үлкен шама **B** және жиектердің ең қысқа траекториясы бар жалғыз тік сызықты кесу қозғалысы жоғары өнімділікті қамтамасыз етеді, тіпті созудың төменгі жылдамдықтарында да (жылдам кескіш

болаттардан жасалынған созғыштар кесудің төменгі жылдамдықтарымен жұмыс істейді $v = 2.15$ м/мин).



3.56- шы сурет. Созғыш жұмысының сызбасы:

1 – адаптер; 2 – шарлы тірек; 3 – бөлшек; 4 – созғыш; D_r – кесудің негізгі қозғалысы; D_b – кері қайтару қозғалысы (бос жүріс)

Созуды еркін және координаттық деп бөледі. Бірінші жағдайда, 3 бөлшек бекітілмейді және кесу күшімен 2 тірекке жабыстрылады (3.56-шы сурет). Тірек станок бағанындағы адаптерде 1 (өтпелі төлкеде) орналасқан.

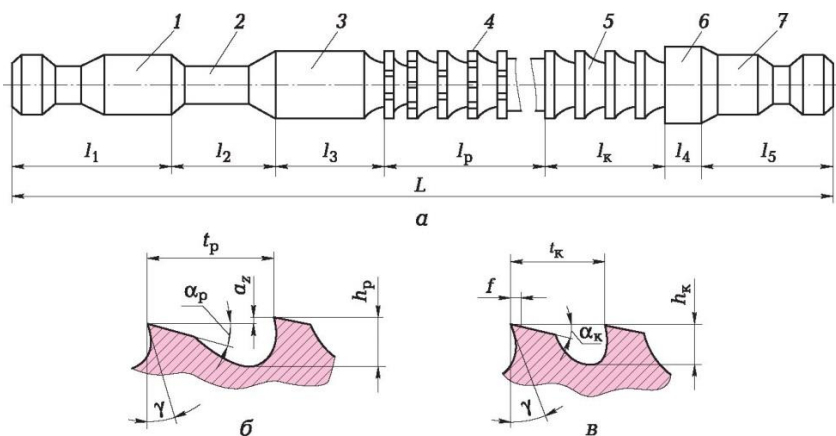
2 шарлық тірегінің сфералық беті өлшектің өзін-өзі орнатуды қамтамасыз етеді 3 – бөлшектің бүйіржақ бетінің саңылауының өзегінің перпендикулярлылығы. Өңдеу аяқталғаннан және 4 созғыш 3 бөлшектен шыққаннан кейін, бөлшек жинақтағышқа түседі.

Координаттық созу барысында бөлшек станокта, созғышқа қатысты белгілі бір орынды алуы қажет.

Созғыштардың конструктивті элементтері. Созғыштың негізгі бөліктері: сағалық 1 (созғышты патронда қысуға арналған), мойын 2 – сағалық пен 3 алдыңғы бағыттауыш арасындағы өту бөлігі, 4 кескіш бөлік, 5 калибрлеу бөлігі, артқы бағыттауыш 6 және артқы сағалық 7 (3.57-ші сурет).

Шағын көлемдегі созғыштар (диаметрі 8... 15 мм-ге дейінгі) тұтас қылып жылдам кескіш болаттардан дайындайды; үлкен диаметрлер жағдайында ХВГ немесе конструкциялық болаттардан жасалынған сағалығы бар дәнекерленген созғышты қолданады.

Кескіш тістердің h_p биіктігі, жаңқаның тістер арасындағы жырашықта орналасуы шартынан есептелінеді: $h_p \geq 1,13(L_a K)^{1/2}$, бұл жерде L — өңделетін беттің ұзындығы; a_z – тіске көтеру; K – қор коэффициенті (шойындар үшін 1,3 –тен, қоймалжың болаттар үшін 4).



3.57-ші сурет. Дөңгелек созғыш:

a – жалпы түрі; $б$ – кескіш тістер; $в$ – калибрлеуші тістер; 1 – алдыңғы сағалық (l_1 ұзындығы); 2 – мойны (l_2 ұзындығы); 3 – алдыңғы бағыттауыш (l_3 ұзындығы); 4 – кескіш бөлік (l_p ұзындығы); 5 – калибрлеуші бөлік (l_k ұзындығы); 6 – артқы бағыттауыш (l_4 ұзындығы); 7 – артқы сағалық (l_5 ұзындығы); t_p , t_k – тіс қадамы; h_p , h_k – тістің биіктігі; a_p , a_k – артқы бұрыштар; γ – алдыңғы бұрыш; f – фаска

Кескіш тістердің саны ортақ әдістің өңдеуге және шамаға a_z қатынасы ретінде есептеледі.

Жырашық пішіні және арқалық r_c және түбінің r_d радиустары, жаңқаны орау және жырашықта орналастыру үшін айтарлықтай рөл ойнайды (3.55-ші суретті қараңыз). Жаңқаны орналастыруға арналған орын жеткіліксіз болған жағдайда (шағын h_p және l), ол жырашыққа сыймайды және өңдеу сапасын нашарлатады (беттің бұдырлығы), сонымен қатар жиектердің сынуына алып келуі мүмкін. Созғыштың тістерінің ұлғайтылған қадамдары I_p жағдайында, оның ұзындығы артады, жырашықтың h_p биіктігі ұлғайған жағдайда созғыштың қаттылығы мен беріктігі төмендейді.

Калибрлеуші бөліктің 5 тістерінің диаметрлері бірдей (3.57-ші суретті қараңыз). 4 кескіш бөліктің тістері мен калибрлеуші бөліктің 5 тістері арасында созылулар a_z төмендетілген көтерілулі таза тістермен орындалулары мүмкін.

Калибрлеуші тістердің биіктіктері мен қадамы кескіш тістердің биіктіктері мен қадамынан кем болуы қажет.

Кескіш және калибрлеуші тістердің алдыңғы бұрышы $\gamma = 5...20^\circ$ (үлкен шама жұмсақ материалдарға арналған). Кескіш тістердегі артқы бұрыш $\approx 3^\circ$, ал калибрлеуші тістерде $\alpha \approx 30^\circ$. Шағын артқы бұрыштар

созғыштардың жұмыс істеу ресурстарының ұлғаюын қамтамасыз етеді: тозуларына байланысты тістерді алдыңғы беттері бойынша қайтадан қайрайды, шағын артқы бұрыштарда тістердің диаметрлері баяуырақ кішірейеді. Қайта қайралуы бойынша алғашқы калибрлеуші тістер (олардың саны 3-тен 6-ға дейіндеп алынады) кескіш болады.

Созғыштың қауіпті қимасы аумағы S – сағалық бойынша және созғыштың бірінші тісінің жырашығы қимасы бойынша – қажетті беріктілік шартымен анықталады. Келесі шарт орындалуы қажет $S \geq P/\sigma_d$, бұл жерде P – кесу күші; σ_d – созу барысындағы рұқсат етілетін кернеу.

Созу барысындағы кесу күші $P = p f k$, бұл жерде p – кесудің салыстырмалы күші, кН/мм² (номограмма бойынша анықталады — 1.5-ші суретті қараңыз); f – қабаттың бір уақытта жұмыс істеуші тістерінің барлығы бірде кесетін сомалық аумақ; k – Құралдың жұмыс істеу шартын есептейтін коэффициенті (алдыңғы бұрыш, материалдың қаттылығы шамасын және т.б.). Әртүрлі созғыш станоктардағы максималды тарту күші — 50-ден 400 кН-ға дейін.

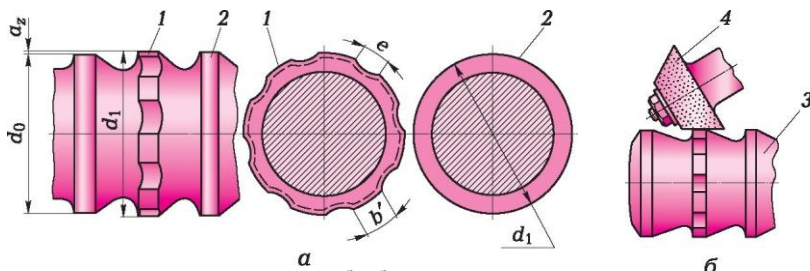
Профильді кесу сызбасы бар дөңгелек созғышқа арналған (одан әрі қараңыз) $f = azp dzp$. Жылдам кескіш болаттарға арналған беріктік қоры есепке алынған рұқсат етілетін кернеулер 350.450 МПа құрайды ХВГ болаты және конструкциялық болаттар үшін – 250.350 МПа құрайды.

Кесу сызбалары. Созу барысында кесудің профильдік немесе топтық сызбаларын қолданады.

Кесудің **профильдік сызбасында** (дөңгелек саңылауды өңдеу мысалында) созғыштың кескіш бөлігіндегі әрбір келесі тіс 2, **2az** шамасындағы 1 алдыңғы тістің d_1 диаметрінен үлкен d_2 диаметрге ие болады.

Тістерді шахматтық тәртіппен орындалған 3 жаңқаны бөлгіш жырашықтардың арқасында, жиектің әрбір **AA** учаскесі ені b және қалыңдығы a_z болатын қабатты **4** кеседі. Профильді сызбада созғыш тістері бүкіл профиль бойынша жұқа қабаттарды алып тастайды.

Топтық сызбада созғыштың кескіш тістері секцияларға бөлінген. Әрбір секцияда бір d_0 диаметрлі екі (3.59,а суреті) немесе одан да көп тістер болады.



3.59-шы сурет. Топтық сызба бойынша жұмыс істеуші созғыш:

a – кескіш тістер; b – жырашықтарды тегістеу (ернекернеулерді); 1 — секциядағы d_1 диаметрлі бірінші тіс, 2 – секциядағы d_1 диаметрлі екінші тіс; 3 – тіс арқалығы; 4 – тегістеу шеңбері; d_0 – алдыңғы секциядағы бірінші тіс диаметрі; a_z – тіске көтеру; b' – жиектердің ені; e – ернекернеулер ені

Келесі секцияның тістерінің d_1 диаметрі, алдыңғысының d_0 диаметрінен $2a_z$ шамасына үлкен. Бір секцияның ішінде 1 тісте ернекернеулер және b' енді жиектер болады. Бұл жиектер қалыңдығы $a = a_z$ және ені b' болатын қабаттар тобын кеседі. Егер, секция екі тістен тұрса, онда секциядағы екінші тіс, бірінші тістен кейінгі қалған қабатты e енімен және a қалыңдығымен кесетін ернекернеусіз, тегіс жиекті болады. Екінші тістің шеңбердің бүкіл периметрі бойынша кесіп шығуының алдын-алу үшін, 2 тістің диаметрі бірінші тістің диаметрінен шамамен 0,04 мм кем болуы қажет.

Топтық сызбада a_z тіске көтерілу және кесілетін қабаттың қалыңдығы, профильдік сызбаға қарағанда артық алынады, бірақ әрбір 1 немесе 2 тіс кесетін қабаттың жалпы ұзындығы аз (секцияда екі тіс болған жағдайда – екі есеге).

Үлкен a_z жағдайларындағы кесудің салыстырмалы күші аз (1.5-ші суретті қараңыз), сондықтан кесудің сол күші жағдайында, бір уақытта жұмыс істеуші тістер санын ұлғайтуға болады.

4 конустық шеңбері бар 3 созғышта ернекернеулерді, созғыштың өзегіне қатысты, өзінің өзегін еңкейте отырып тегістегенде, кескіш жиектің бұрыштарында, оның ернекернеулерге өтетін орнындағы жеткілікті артқы қаптал бұрыштары қамтамасыз етіледі (3.59, б суреті). Бұл созғыштардың беріктігінің артуына көмектеседі.

Комбинацияланған созғыштар. Бір бөлшектің бірнеше беттерін өңдеуге (мысалы, саңылау және кілтектік жырашықтың) комбинацияланған созғыштар арналған. Шлицтік саңылауларды өңдеу барысында созғыш цилиндрлік саңылауды, шлицтік жырашықтарды және қырларды өңдейді. Мұндай созғыштардың жұмыс бөлігінде, әрбір бетті өңдеуге арналған әртүрлі тістері болады.

Өңделген саңылаулардың беттерін беріктендіру үшін және бұдырлықтарды кеміту үшін қыртыс жазғыш тістері бар арнаулы

созғыштарды пайдаланады. Қыртыс жазғыш тістердің диаметрі, созығыштың калибрлеуші тістері диаметрінен біршама үлкен. Тістерде кескіш жиектер болмайды, олар пластикалық деформациялауды жүзеге асырады, сонымен бірге тойтарудың есебінен беттің бірқатар беріктендірілуі орын алады. Қыртыс жазғыш тістердің саны 2-ден 5-ке дейін болады. Жиналмалы созығыштарда қыртыс жазғыш тістерді қатты қоспадан дайындайды.

Созғыштар жиынтығы. Созғыштың ұзындығы бірнеше фактормен шектеледі. Созғыш станоктың жұмыс жүрісінің ұзындығы; шындауға арналған жабдықтардың, сонымен қатар оны дайындауға арналған қайрау және басқа станоктардың мүмкіндіктерімен. Үлкен алынатын әдіптер және бөлшектің ұзындығы жағдайында, созығыштың қажетті ұзындығы рұқсат етілмейтіндей ұзын болып кетуі мүмкін. Бұл жағдайда, аталмыш бөлшекті жүйелі түрде өңдейтін, екі немесе одан да көп созығыштар жиынтығы пайдаланылады.

Стандартты және арнаулы созығыштар. Өнеркәсіпті неғұрлым жиі кездесетін беттерді өңдеуге арналған жылдам кескіш болаттан жасалынған созығыштар стандартталған. Белгілі бір пішіндегі (мысалы, саңылаудағы кілтектік жырашық, цилиндрлік саңылау, шлицтік саңылау және т.б.) беттерді өңдеуге арналған *стандартты созығыш* әртүрлі ұзындықтардағы бөлшектер үшін пайдаланылуы мүмкін, бұл ұзындықтардың диапазоны созығыштарға арналған стандарттарда көрсетілген.

Стандарттылардың ішіне сонымен қатар, комбинацияланған созығыштар жиынтықтары да кіреді. Мысалы, шлицтік стандартты созығыштар бір, екі және үш өтпелік болулары мүмкін. Екі және үш өтпелі созығыштар – бұл жүйелі түрде екі немесе үш рет өту арқылы бір шлицтік саңылауды өңдеуші, екі немесе үш созығыштардан тұратын жиынтық.

Жылдам кескіш болаттардан жасалынған *арнаулы созығыштар* стандартты емес көлемдегі немесе өңделетін беттің пішініндегі бөлшектерді өңдеуге, сонымен қатар бір нақты бөлшекті өңдеуге арналған болулары мүмкін.

Арнаулы созығыштар жиынтықты, кескіш және калибрлеуші тістермен – корпуста болаттан жасалынған цилиндрлік жақтау пішінінде бекітілген, жылдам кескіш болаттан немесе қатты қоспадан жасалынған сақиналармен орындалулары мүмкін. Қатты қоспалы созығыштар өңдеуді кесудің неғұрлым жоғары жылдамдықтарымен жүргізуге мүмкіндік береді және жылдам кескіштермен салыстырғанда, айтарлықтай үлкен төзімділікті қамтамасыз етеді, әсіресе күрделі өңделетін болаттар мен қоспаларды өңдеген жағдайда.

Бұрандалы тістері бар созығыштар. Саңылауларды өңдеуге арналған бұрандалы тістері бар созығыштарда, сақиналы тістері бар созығыштар тәрізді, кескіш және калибрлеуші бөліктерден тұрады. Өзекке еңкею бұрышы 40° болатын бұрандалық тістер, жұмыстың үлкен біркелкілігін қамтамасыз етеді және бұдан бөлек, қысқа немесе керісінше, ұзын

бөлшектерді өңдеуге мүмкіндік береді: $L/d < 0,5$ қатынасында және $L/d > 5$ жағдайында (3-ға дейін және одан жоғары).

Сақиналық тісті созғыштарға қарағанда, бұрандалық тістің жиегі, өңделетін саңылауға бүкіл периметрі бойынша дереу емес, біртіндеп кіреді (және одан шығады). Бұл тіпті табақтық дайындамалардағы саңылауларға дейінгі, қысқа саңылауларды өңдеу мүмкіндігін береді.

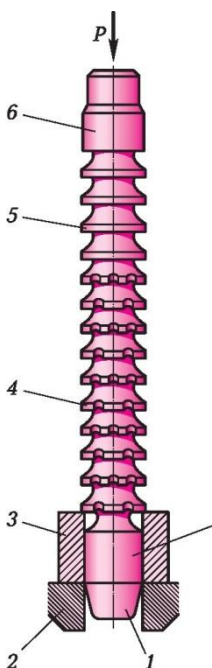
Ұзын саңылауларды өңдеуге арналған созғыштарды ($L/d = 30...60$ -қа дейін), егер, қажетті кесу күші рұқсат етілетіннен асып түскен жағдайда, 2 – 5 даналық жиынтықта дайындайды. Ұзын созғыштарды жиынтықты етіп жасайды: сағалықты жұмыс бөлігімен тік бұрышты бұранданың көмегімен жалғайды. Бұл жағдайдағы кесудің максималды күші бұранданың беріктігі бойынша тексерілуі қажет.

Мұндай созғыштармен өңдеу дәлдігі – 7 – 9-шы квалитеттер, бұдырлығы Ra 2,5 мкм төмен.

Тескіштер. Тескіштер созғыштардың жұмыс істеу сызбасы бойынша жұмыс істейді, бірақ P кесу күші сағалық арқылы беріледі: тескіш саңылау арқылы (3.60-шы сурет) 2 тұғырға орнатылған 3 дайындамаға өткізіледі. Тескішпен өңдеу арнаулы созғыш станок болмаған жағдайда, сығымдауышта жүргізілуі мүмкін, яғни күрделі пішіндегі саңылауды алу үшін шағын сериялы өндіріс шарттарында (мысалы, шаршы пішінді).

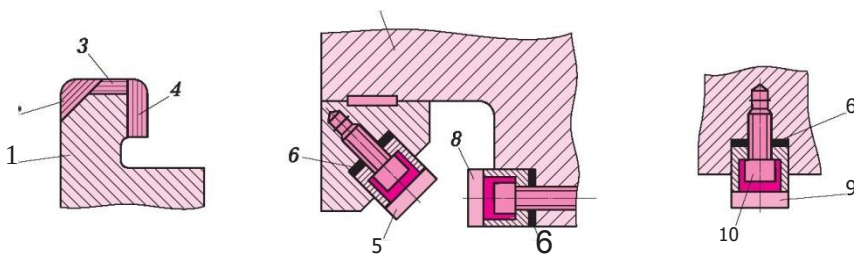
Тескіштің созғыштан айырмашылығы, ол сығымдауға жұмысжасайды, оның ұзындығы бойлық иіліске төзімділікпен шектеледі (тескіштің ұзындығы оның 15 диаметріне дейін болуы мүмкін). Бөлшекті бір тескішпен өңдеу мүмкін болмағанда жиынтықты пайдаланады.

Тескіш арнаулы станоктарда өзінің сағалығымен патронға бекітіледі және бөлшектердің бүкіл партиясын өңдеу барысында сол қалыпта қалады. Жұмыс жүрісінен және бөлшекті өңдегеннен кейін, тескіш станоктың патронында бекітілген болып қала отырып, өңделетін саңылаудан шығу барысында кері бос жүрісті орындайды.



Сыртқы созғыштар. Әртүрлі жазық және фасондық беттерді өңдеу үшін сыртқы созғыштарды қолданады. Неғұрлым тиімдісі, бірнеше созғыштардың жиынтығымен, бір бөлшектегі бірнеше бетті өңдеу, мысалы 7 корпусқа 10 бұрандамен бекітілген 5, 8 және 9 созғыштарымен (3.61-ші сурет). Созғыштар тиісінше 2 – 4 қабаттарды кесе отырып, 1 дайындаманы өңдейді. Созғыштардың корпусқа қатысты биіктік бойынша орналасулары төсемелермен немесе 6 сыналармен реттеледі. Бұл созғыштардың тістерін артқы беттерімен қайрауға және жеткілікті үлкен артқы бұрыштарды қолдануға мүмкіндік береді: кескіш ($8...12^\circ$) және калибрлеуіш ($4... 10^\circ$) тістерде.

3.60-шы сурет. Тескіштің негізгі бөліктері және жұмыс сызбасы:
1 – бағыттаушы конус; **2** – тірек; **3** – дайындама; **4** – кескіш бөлік; **5** – калибрлеуші бөлік; **6** – артқы бағыттауыш; **7** – алдыңғы бағыттауыш



3.61-ші сурет. Сыртқы жиналмалы созығыш:

– дайындама; **2** – **4** – кесілетін қабаттар; **5**, **8**, **9** – жекелеген созығыштар; **6** – төсемелер; **7** – созығыш корпусы; **10** – бұранда

Ішкі созығыштағылар тәрізді, кесудің әртүрлі сызбалары пайдаланылады, оның ішінде, профильдік (3.58-ші суретті қараңыз) немесе топтық (3.59-шы суретті қараңыз).

Артқы созығыштар тарту күштері 50... 400 кН болатын сыртқы тартуға арналған арнаулы станоктарда пайдаланылады.

3.10. АРАЛАР

3.10.1. Жалпы мәліметтер

Кесу (кесіп алу, турау) – ең кеңінен таралған технологиялық операциялардың бірі. Машина құрастыру салаларында неғұрлым көп қолданысқа механикалық кесу ие. Дайындамаларды кесуге арналған аспап ретінде қол және механикалық пышақ төсемдерін, таспалық араларды, кескіштерді, кему фрездерін, абразивтік кесу шеңберлерін пайдаланады.

Қол және механикаландырылған пышақ төсемдері жөндеу және слесарлық жұмыстарда таптырмайды. Кескіштерді токарлық станоктар болған жағдайда қарапайым және арзан аспап ретінде қолданады. Абразивтік шеңберлер кескеннен кейінгі беттердің жоғары сапасын қамтамасыз етеді және шындалған болатты кесу мүмкіндігін береді. Диаметрі 20...1 000 мм және одан да жоғары болатын дискілік кескіш

аралар жеткілікті әмбебап болып табылады.

Кескіш құралдың маңызды көрсеткіштері өнімділігі, аралаудың қалыңдығы, әмбебаптығы (кесілетін дайындамалардың көлемдері және материалдар диапазоны) болып табылады.

Таспалы аралар бұл көрсеткіштері бойынша алғашқы орындардың бірін алады. Көп тонналы дайындамаларды кесуге арналған станоктардың көп түрлері шығарылады (жеңіл үстел үстіліктен ауырларға дейін). Тиісінше таспалы аралардың ауқымды номенклатурасы шығарылады.

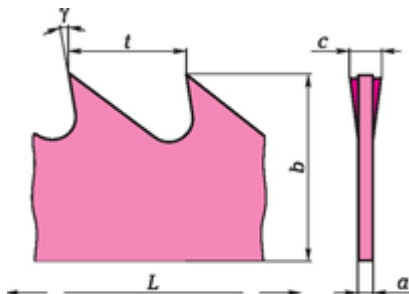
3.10.2. Таспалы аралармен өңдеу үдерісінің сипаттамасы. Жабдық.

Таспалы аралар қалыңдығы a , ені b , ұзындығы L , t қадамды кескіш тістері бар шексіз (дәнекерлеу арқылы екі ұшы бір-бірлерімен ілмек пішінінде қосылған) метал таспасы болып табылады (3.62-ші сурет). Тістердің ажыратқышы болады, яғни c көлеміне әртүрлі жақтарға ажыратылған.

Таспалы ара станоктарын автоматты, жартылай автоматты және қолға арналған деп бөледі. Кесу барысындағы дөңгелек дайындаманың диаметрі 2 000 мм-ге дейін, тікбұрышты қималы дайындамалардың биіктігі — 4 000 мм-ге дейін болуы мүмкін. Әртүрлі станоктардың негізгі жетегінің қуаттылығы 0,5-тен 22 кВт-қа дейінгі аралықта болады.

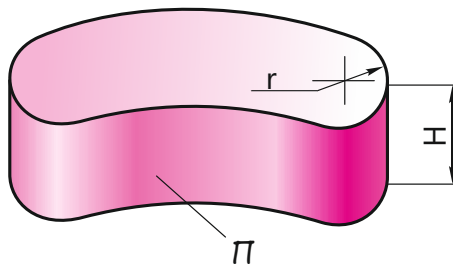
Конструктивті белгісі бойынша станоктар порталды типтегі (екі бағанды, бір бағанды, консольды), көлденең және тік станоктарға (араның жылжу бағыты бойынша) бөлінеді.

Порталды типтегі станоктардың тұғырлары өте қатты және негізгі жетектері үлкен қуатқа ие болады. Ара рамасы жылжымалы порталды орналасқан. Екі бағанды станоктарда рама тік бағандар бойынша жылжиды. Консольды станоктарда ара рамасы, консоль тәрізді тұғырдың немесе бағанның бағыттауыштары бойынша жылжиды. Станоктарда араның қозғалысы жылдамдығын реттеу жүйесі болады, дайындамаларды қысуға арналған жабдықпен жабдықталған, МСС мәжбүрлі беру, оның ішінде шашырату әдісімен беру қарастырылған.



3.62-ші сурет. Таспалы аралар көлемдері:

L – ұзындығы; a – қалыңдығы; b – ені; c – тістер ажыратпалары көлемдері; t – тістер қадамы; γ – алдыңғы бұрыш



3.63-ші сурет. Контурлық кесу арқылы алынған дайындама:

H – дайындаманың қалыңдығы; r – арамен кескеннен кейінгі дөңгелектеу радиусы; Π – арамен кескеннен кейінгі фасондық беті

Таспалы аралардың, жүздік құрал ретіндегі ерекшеліктері кескіш тістерінің үлкен саны және таспаның салыстырмалы шағын қалыңдығы болып табылады. Мысалы, ұзындығы 5 м тістерінің қадамы 6.35мм таспада 787 тіс болады. Тістердің үлкен саны өңдеудің жоғарғы өнімділігін және құралдың беріктігін қамтамасыз етеді. Осылай, 45 болатынан жасалынған диаметрі 100 мм болатын дайындаманы кескенде, жылдам кескіш болаттан жасалынған аралардың өнімділігі (уақыт бірлігіндегі дайындаманың тұтас қимасының кесу аумағымен сипатталады) шамамен $40 \text{ см}^2/\text{мин}$, төзімділігі – 100 сағаттан жоғары машиналық уақытты құрайды (820 дайындаманы кесу).

Құралдыңжоғары төзімділігі негізінен, әрбір тістің жеткілікті ұзақ уақыт бойына дайындамамен жанасу аймағынан тысболатындығымен анықталады. Бұл жылуды шығаруды жақсартады, яғни тістер аз қызады және жаңқаны шығарыптастау жеңілдейді. Жаңқаға айналатын металдың көлемі және кесу жұмыстары да салыстырмалы көп емес. Таспалы аралармен r дөңгелектеу радиусы бар, Π фасондық беті бойынша H қалыңдығындағы контурлық кесуді жасауға болады (3.63-ші сурет).

Таспалы аралардың кемшіліктеріне, олардың төмен қаттылықтарын және станоктағы реттелетін тартудың қажеттілігін жатқызады. Таспалы аралар тістерін арнаулы станоктар болғанда қайрайды.

3.10.3. Таспалы аралар конструкциясы және оны таңдау

Таспалы аралар типтерін келесі ұсынылған белгілер бойынша бөледі: міндеті, құралдық материалы, көлемдері, конструкциялары және тістерінің геометриялық параметрлері.

Аралардың міндеттері өңделетін материалдар тобымен; дайындамалар пішіндері және көлемдерімен; таспалы ара станоктары типтері мен сипаттамасымен; өнімділікке, дәлдікке және кескеннен кейінгі беттің сапасына қойылатын талаптармен; өндіріс типімен анықталады. Санамаланған талаптар мен шарттарға байланысты таспалы аралардың типтері мен көлемдерін таңдайды.

Таспалы араларға арналған **құралдық материалы** қоспаланған құралдық және жылдам кескіш болаттар, қатты қоспалар, кейбір жағдайларда – алмас болады.

Кескіш бөлігі **жылдам кескіш болаттардан** жасалынған аралар – биметалды. Таспа түріндегі жылдам кескіш болатты конструкциялық болатқа электронды-сәулелі дәнекерлеумен жабыстырады (шыңдалған серппелі болатты пайдаланады). Жоғары өнімділіктегі құрамында кобальты бар жылдам кескіш болаттар пайдаланылулары мүмкін. Бұл аралар қаттылығы 40... 45 HRC дейінгі болаттан, шойыннан және қоспалардан жасалынған дайындамаларды кесу үшін пайдаланылады. Неғұрлым жоғары қаттылықтағы дайындамаларды (62 HRC дейінгі) және басқа да күрделі өңделетін материалдарды кесу үшін пісірілген қаттықоспалы тістері бар араларды пайдаланады – қатты және қуатты станоктарда тұтас қималарды кесу үшін пайдалану ұсынылатын қатты қоспалы аралыр.

Эластикалық негізге жабыстырылған алмастар немесе қатты карбидтер (мысалы, вольфрам) түріндегі кескіш бөлікті арнаулы араларды, пластмассаларды, резеңкелерді, кермиканы, әйнекті, металдың жұқа табақтарын, абразивтік қасиеттері бар бұйымдарды (кабель, тежегіш қалыптары, креамикалық плиталар) кесу үшін пайдаланады.

Құралды болаттан жасалынған кескіш бөлігі бар **аралардың көлемдері** (ені x қалыңдығы) (3.6) x 0,6 мм –ден 125 x 2,0 мм-ге дейінгі аралықта болады. Таспаның ұзындығы **Л** станок моделіне тәуелді және 2 400-бен 17 600 мм аралығында (салыстыру үшін: жылдам кескіш болаттан жасалынған пышақ төсемдерінің ұзындығы —1 200 мм-ге дейін, қол араларінікі —300 мм-ге дейін).

Таспалы аралардың көлемдерін қажетті беріктік шартымен таңдайды. Кесу күші дайындама енінің ұлғаюымен (яғни, дайындамамен жанасатын араның учаскесінің ұзындығы – кесу ұзындығы); өңделетін материалдың қаттылығы мен беріктігімен; беріліс жылдамдығымен (жаңқаның қалыңдығымен) артады. Барлық аталған факторлар ұлғайған сайын, сонымен қатар ара қимасының ұлғаюын талап етеді.

Станоктың әрбір моделі үшін белгілі бір көлемдегі таспалы аралар пайдаланылады. Кесу күшін беріліс жылдамдығының өзгеруімен реттейді (араның дайындамаға қысымы күші).

Контурлық кесу барысында, төсемнің **b** енін контурдың қиғаштығының **r** радиусын ескере отырып таңдайды (3.63-ші суретті

қараңыз). Контурлық кесуден кейін алынатын дайындаманың II беті, әдеттегі кескендегі тәрізді жалпақ емес, фасондық бет болады. Кесу үдерісі барысында, төсем кесілетін дайындаманың (арамен кесудің) контурлығының r радиусынан біршама үлкен, радиустағы пішінді қабылдай отырып, b ені бойынша қосымша иілмелі деформацияны алады. Нәтижесінде таспаның дайындамаға үйкелуі артады және оған қосымша кесу жылдамдығы бағытында әрекет ететін керуші күштер де ұлғаяды. Таспаның үйкелісі мен иілуі r радиусының кемуімен, таспа b енінің және арамен кесу орнының H қалыңдығының ұлғаюымен артады. Үйкеліспен кесу күшінің ұлғаюы салдарынан неғұрлым мықты, тиісінше неғұрлым кең таспа қажет. Сондықтан, контурлық кесу үшін (аралау) үшін станоктың максималды рұқсат ететін, бірақ дайындама (арамен кесу) r радиусымен рұқсат етілетін белгілі мәннен аспайтын таспа b енін қолдану қажет.

B енін контурдың r минималды радиусына байланысты бағдарлы есептеуге болады: $r = 8 \dots 150$ мм болғанда, $b \approx 1,24r^{0,56}$.

Мысалы, $r = 3^\circ$ мм болғанда $b \approx 1,24 \cdot 30^{0,56} = 8,33$ мм b қабылдауға болады = 8 мм (көптеген фирмалар шығаратын стандартты көлемдегі таспа).

Контурдың минималды рұқсат етілетін радиусы $r \approx 0,68b^{1,78}$ (нмысалы, $b = 16$ мм үшін $r = 94,5$ мм).

Келтірілген b және r көлемдерінен есептілік эмпирикалық тәуелділікті, құралдық болаттардан жасалынған жіне тапалы аралар өндірушілерінің ұсынылымдарын есепке ала отырып тістері бар аралардың көлемдерін анықтау үшін пайдаланады.

Таспалы аралардың *тістері қадамы* 0,75-тен 511 мм-ге дейін немесе бір дюймге 34 тістен (*TPI – tooth per inch*) бір дюймге 0,5 тіске дейін өзгереді. Ара тістерінің *t* қадамын, бірдей b және a жағдайында жеткілікті ауқымды диапазонында таңдайды. Кейбір фирмалар қимасы 20 x 0,9 мм болатын, бірақ қажамдары әртүрлі – *TPI* 3-тен 14-ке дейін өзгеріп отыратын жылдам кескіш болаттардан жасалынған аралардың 11 типті көлемдерін шығарады. t шамасындай дайындаманың үлкен көлемдері үшін (яғни кесудің үлкен ұзындығы) және неғұрлым жұмсақ материалдар үшін алады.

Араның дайындамаға бірдей қысымы жағдайында, бір уақыта жұмыс істеуші тістердің (z_0) сандарының кемуі жағдайында, бір тіспен кесілетін қабаттың қалыңдығы ұлғаяды, өнімділік артады. Сонымен қатар, жаңқаларды орналастыруға арналған кеңістік ұлғаяды. Тіске ықпал ететін кернеу, тістердің беріктіктері бойынша (сонымен қатар, төзімділіктері) рұқсат етілетін мәндерге жетуі мүмкін. Сондықтан, бір уақыта жұмыс істеуші тістердің z_0 сандары үшеуден кем болмауы қажет, яғни кесу ұзындығының t қадамға қатынасы екеуден артық болуы қажет. Тиісінше, t шамасын дайындамалардың үлкен көлемдері үшін қабылдайды (яғни, кесудің үлкен ұзындығы үшін), ал жұқа дайындамаларды немесе шағын диаметрлі дайындамаларды және жұқа қабырғалы құбырларды кесу үшін неғұрлым ұсақ қадамды араны

қолданады.

$d = 8.300$ мм болатын 45 болаттан жасалынған дөңгелек тұтас дайындамаларды кесу барысындағы тістердің бағдарлы қадамын, $t = 0,452d^{0,667}$ деп есептеуге болады.

Неғұрлым жұмсақ және жабысқақ материалдарды, оның ішінде түсті металдарды өндеген жағдайда, тістердің арасындағы кеңістік, жаңқаларға толып қалуға жол бермеу үшін үлкен болуы қажет. Мұндай жағдайларда неғұрлым ірі қадамды аралар пайдаланылады.

Т ауыспалы қадамды араларын, дірілдеуді төмендету, аралардың беріктіктерін және кесу саапсын арттыру, әсіресе фасондық профильдерді, дайындамалар пакеттерін және үлкен көлемдегі дайындамаларды кесу барысында қолданады.

Осылайша, ара тістері қадамдарын таңдау барысында, дайындаманың материалын және оның қасиеттерін; дайындамалар немесе дайындамалыр пакеттерінің пішіні мен көлемдерін; кесу ұзындығын және ара тістерін z_0 санын; станоктың техникалық мүмкіндіктерін есепке алу қажет.

Тістердің пішіні мен геометриялық параметрлері, басқа да көп жүзді аспаптардағы тәрізді, олардың беріктіктеріне, жаңқа пішініне және оның тістер арасындағы орналасуына, кесу күшіне, құралдың беріктігіне және өндеудің өнімділігіне ықпал етеді. Әдеттегі пішіндегі тістерді t тұрақты қадамы, алдыңғы бұрышы $\gamma = 0$, тістің тік сызықты арқалығы, оның салыстырмалы үлкен биіктігі және жырашық түбінің дөңгеленген негізі сипаттайды (3.62-ші суретті қараңыз). Мұндай пішіндегі тістер жоғары көміртекті болаттарды, шойындарды, шағын және орта диаметрдегі дайындамаларды, құбырларды, контурлық кесуді кесу үшін пайдаланылады.

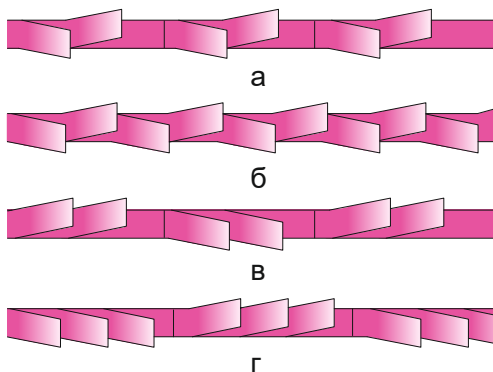
Қосарланған қадамды немесе тіс арқылы өткізбелі тіс пішіні, $\gamma = 0$ алдыңғы бұрышында және жырашықтарының шамалы биіктігімен, қоладан, латунынан, сынғыш пластмассалардан жасалынған бөлшектерді өндеуге арналған араларда болуы қажет.

Оң алдыңғы бұрыштары (шамамен 10°), әртүрлі радиустардың екі шеңбері ретінде сызылулары мүмкін салыстырмалы түрде биік емес жырашықтары бар тісті аралар, түсті металдарды, пластмассаларды, төменгі көміртекті болаттарды, үлкен көлемдегі дайындамаларды өндеу үшін пайдаланылады.

Комбинацияланған пішіндегі тістерде ауыспалы қадам болады (максималды t_1 минималды t_2 дейін). Алдыңғы бұрыш 0 -ден $10..15^\circ$ дейінгі шекте құбылуы мүмкін. Мұндай тістері бар араларды орта және үлкен көлемдердегі дайындамаларды (пакетті) аралау үшін және

дірілдердің пайда болулары қаупінде пайдалану ұсынылады.

Тістердің беріктіктерін арттыру және жиектердің жиналып қалуы қаупін төмендету үшін, арқалығы қисық сызық бойынша сызылған, тістің күшейтілген пішіні пайдаланылады. Артқы бұрышының кемуі салдарынан, тістің мұндай пішінін, оның ішінде ұлғайтылған алдыңғы бұрыштарды пайдалануға мүмкіндік береді (16° -ға дейін). Мұндай пішіндегі тісті араларды тұтас орта және жоғары қоспаланған болаттарды, титанды, түсті металдарды өңдеу барысында, тістердің жоғарғы шектерінің беріктіктерін сақтай отырып қолдану ұсынылады. Пісірілген қатты қоспалары бар араларда күшейтілген пішінді тістері болады.



3.64-ші сурет. Тістердің ажыраулары типтері:

а – 0-1-2; *б* – 1-2; *в* – 1-1-0-2-2; *г* – 1-1-1-0-2-2-2

Ара тістерінің ажыраулары типтері 3.64-ші суретте және 3.6-шы кестеде көрсетілген.

Мысалы, 0-1-2 белгіленуі, араның бірінші тісінің ажыратылғандығын, одан кейінгі екінші тістің бір жаққа, үшінші тітің кері бағытта ажыратылғандығын көрсетеді; сосын тістердің ажыратылуы осындай тәртіпте қайталанады (3.64, а суреті). Мұндай (стандартты) ажырату біркелкі қадамдары бар төсемдер үшін, қалыңдығы 5 мм кем емес әртүрлі материалдарды аралау барысында пайдаланылады.

1-2 типті тістерінің жабырауы бар аралар түсті металдарды, пластмассаларды, ағашты (3.64, б суретін қараңыз); 1-1-0-2-2 типті аралар (3.64, в суретін қараңыз) – жұқа қабырғалы құбырлар мен

профильді дайындамаларды өңдеу үшін; 1-1-1-0-2-2-2 типті аралар (толқынды ажырату, 3.64, зсуретін қараңыз) – жұқа (5 мм кем) материалдар, жұқа қабырғалы құбырлар, профильдер, қаңылтырларды өңдеу үшін пайдаланылады. Тістердің комбинацияланған пішіндері үшін 1-2-1-2-... -0-... -1-2-1-2-... типті ажырату пайдаланылады.

Ажыратылмаған тістерді арнайы қайрауыштары бар таспалық қатты қоспалы араларды, титан қоспаларын, цирконийді, молибденді, қоланы, алюминий қоспаларын және 62 HRC дейінгі қаттылықтағы болаттарды аралау барысында жақсартылған бұдырлықтағы кесу бұдырлығын алу үшін ұсынылады.

3.6-шы кесте. Ара тістерін ажырату типтері

Белгіленуі	Тістерді ажырату
0	Ажырамаған тістер
1	Тістер солға қарай ажыраған
2	Тістер оңға қарай ажыраған

Таспалы аралармен **кесу тәртіптері** – бұл араның кесу жылдамдығы, м/мин, және беріліс жылдамдығы (дайындамаға енгізу) s_m , мм/мин. Өртүрлі станоктардағы беріліс тікелей станокта, немесе онымен бірге дайындамаған ара рамасы әрекет ететін күшті өзгерту жолымен реттеледі. v жылдамдықтың өзгеруі барлық станоктарда қарастырылған, бірқатарында – беріліссіз. Өртүрлі таспалы кескіш станоктардағы кесу жылдамдығының өзгеруі диапазоны 10... 75-тен 16...225 м/мин құрайды.

Берілген v және s_m тіске орташа берілісті s_z мм/зуб, және уақытты T , мин, биіктігі (қалыңдығы) H болатын бір дайындама қиығын анықтауға болады. t_k адамды арамен жұмыс жасағанда: $s_z = s_m t / (1000v)$; $T = H t / (1000v) s_z$.

v кесу жылдамдығы ара және дайындама материалымен анықталады. Мысалы, жылдам кескіш араның күрделі өңделетін материалдарды кесу жылдамдығы 10.44 м/мин; төмен қоспаланған болаттар – 50.100 м/мин; алюминий қоспалары үшін – 150.800 м/мин құрайды.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Кескіш элементтер қандай белгілері бойынша және қандай түрлерге бөлінеді?
2. Құралды станокта орнату үшін қандай тәсілдер қолданылады?
3. Қосымша аспаптар түрлерін атаңыз?
4. Қондырмалы және сағалық құралдың айырмашылығы неде?
5. Морзе конусы және 7:24 конусы бар сағалықтың айырмашылығы неде? Оларды қашан қолданады?
6. Ұзартқыш-жалғағыштың конструкциясын және жұмысын сипаттаңыз.

7. Жиналмалы аспаптарда көп қырлы пластиналарды пайдаланудың артықшылығы неде?
8. Қатты қоспалы көп қырлы және дөңгелек пластиналардың белгіленулеріне қандай сипатамалар кіреді?
9. Цилиндрлік және фасондық беттерді өңдеу барысында пластина пішіні қалай таңдалады?
10. Бұрыс пішіндегі көп қырлы пішініндегі пластинаның артықшылығы неде?
11. Нөлдік және оң артқы бұрышты пластиналардың артықшылықтары мен кемшіліктері неде?
12. Пластиналардың кескіш жиектерінің ұзындықтары қалай белгіленеді?
13. Кескіштердің негізгі типтерін атаңыз.
14. Токарлық кескіш қандай бөліктерден және қандай геометриялық параметрлерден тұрады?
15. Жиналмалы токарлық кескіштердегі алмастырмалы пластиналарды бекітудің негізгі типтерін атаңыз.
16. Алмастырмалы көп қырлы және дөңгелек пластиналы токарлық кескіштердің әртүрлі типтері қалай белгіленеді?
17. Кескіштерде аса қатты материалдардан жасалынған пластиналарды қандай тәсілмен бекітеді?
18. Бұрғылау үдерісінің ерекшелігі неде?
19. Бұрғы конструкциясының негізгі элементтерін атаңыз.
20. Бұрғының диаметрі мен ұзындығын қалай таңдалады?
21. Спиралды бұрғы қандай геометриялық параметрлерге ие?
22. Көп қырлы қатты қоспалы пластиналы жиналмалы бұрғының конструктивтік элементтерін сипаттаңыз.
23. Терең бұрғылауға арналған бұрғылардың типтерін атаңыз.
24. Сақиналық бұрғылаудың ерекшелігі неде?
25. Зенкер геометриясының негізгі бөліктері мен элементтерін атаңыз.
26. Қашау геометриясының негізгі бөліктері мен элементтерін атаңыз.
27. Бұрғылау, зенкерлеу, қашаумен ою барысында өңделген беттің қандай дәлдігі және бұдырлықтары алынады?
28. Кеулей жонғыш кескіштер конструкциясының негізгі элементтерін атаңыз.
29. Кеулей жонғыш кескіштердің жұмыстарының ерекшелігі неде?
30. Кескіш бастиектер элементтерінің негізгі элементтерін атаңыз.
31. Алмас кеулей жонғыш кескіштері мен текшелік бор нитридті кескіштердің қолданылу саласын атаңыз.
32. Зенкер геометриясының негізгі бөліктері мен элементтерін атаңыз.
33. Фрездер және оларды қолдану типтерін атаңыз
34. Фрездерде конструкцияның қандай негізгі элементтері болады?
35. Фрездер үшін тістердің қандай пішіндері пайдаланылады?
36. Ілеспе және қарама-қарсы фрезерлеудің айырмашылығы неде?
37. Фрезерлеу барысындағы кесілетін қабат қандай көлемдермен сипатталады?

38. Фрезерлеу үдерісінде фрездер тістерінің саны неге ықпал жасайды?
39. Бүйіржақ фрездің конструкциясының негізгі элементтерін атаңыз.
40. Цилиндрлік фрездерде бұрандалы тістер қандай мақсатпен пайдаланылады?
41. Шеткі фрездердің қандай типтері қолданылады?
42. Дискілік жиналмалы фрездің конструкциясының негізгі элементтерін тааңыз.
43. Оң алдыңғы бұрышты дискілік фасонды фрездің профилін қлай есептейді?
44. Бұрандалы кескіштердің конструкциясының негізгі элементтерін атаңыз.
45. Бұранда кесудің бір және көп профильді сызбалары немен ерешеленеді?
46. Неге бұрандалы кескіштің жиегінің профилі кесілетін бұранданың профилімен сәйкес келмеуі мүмкін?
47. Неге эвольвентті профильді тісті доңғалақтар неғұрлым кеңінен қолданысқа ие?
48. Көшіру және сыннан өткізу арқылы тісті қашау әдістері немен ерекшеленеді?
49. Көшіру әдісі және сыннан өткізу әдісі арқылы жұмыс істейтін тісқашаушы аспаптың негізгі түрін атаңыз.
50. Дискілік және саусақтық фрездер, қашауыштар, бұрамдық фрездердің қолдану салалары қандай?
51. Бұрамдық тіс қашау фрезі конструкциясының негізгі элементтерін атаңыз.
52. Тіс қашаушы аспаптардың әртүрлі түрлері доңғалақтардың қандай дәлдігін қамтамасыз етеді?
53. Неге үлкен көлемдегі сыртқы созғыштар тістерінде, ішкілерге қарағанда артқы бұрыштарында пайдаланады?
54. Созғыштар беттің қандай дәлдігін және бұдырлығын қамтамасыз етеді?
55. Созғыш кесу үдерісінде қандай қозғалысты атқарады?
56. Созу барысында тіске беру және кесу жылдамдығы қалай анықталады?
57. Созғыштың кескіш тістерінің биіктігі қалай есептелінеді?
58. Созу барысындағы профильдік және топтық кесу сызбаларының ерекшеліктері неде?
59. Созу жиынтығын қандай жағдайларда қолданады?
60. Тісті доңғалақтарды өңдеу үшін тісті тегістеудің қандай түрлерін қолданады?
61. Кесу операциялары үшін қандай аспаптар пайдаланылады?
62. Таспалы аралардың жұмыс істеу сызбасын сипаттаңыз.
63. Таспалы ара қандай көлемдермен сипатталады?
64. Таспалы аралардың тістерінің геометриясы мен негізгі пішіндерін сипаттаңыз.
65. Контурлық өңдеу барысында ені қалай таңдалады?
66. Таспалы араның тістерінің қадамы қалай таңдалады?

АБРАЗИВТІК ӨҢДЕУ ЖӘНЕ ҚҰРАЛ

4.1. ҚАТТЫ НЕГІЗДЕГІ АБРАЗИВТІК ҚҰРАЛ

4.1.1. Құралдың қасиеттері мен сипаттамалары

Абразивтік өңдеу қатты немесе иілмелі негіздегі құралмен, еркін қалыптағы пасталармен және абразивтік ұнтақпен жүргізіледі.

Қатты негіздегі барлық құралдарда мүлдем бірдей құрылымға ие – түйіршік түріндегі *абразив* және абразивтік түйіршіктерді қосатын **қосылыс**.

Абразивтік құралдардың қасиеттерін анықтайтын негізгі сипаттамаларға, келесілер жатады:

- абразив маркасы және ұнтақтың түйіршектігі (2-ші бөлімді қараңыз);
- қосылыс материалы (2-ші бөлімді қараңыз);
- абразивтік түйіршіктердің қосылыста жабысуы беріктігін сипаттайтын қаттылық;
- абразивті ұнтақ алатын, анықтайтын көлем құрылымы.

Қатты негіздегі абразивтік құралды дайындау үшін электрокорундтың барлық түрлері, кремний карбиді және АҚМ - алмас (негізінен синтетикалық) және БТН пайдаланылады. Органикалық, керамикалық, метал қосылыстарын қолданады.

Қаттылық аспаптағы абразивті түйіршіктің жабысуы беріктігімен сипатталады. Шеңбер неғұрлым жұмсақ болған сайын, абразивтік түйіршік соғұрлым жеңіл қосылыстан үгітіліп түсетін болады. Қаттылық Құралдың кешенді сипаттамасы болып табылады, ол абразив пен қосылыстардың санына, қосылыс типтерін, кеуектілікке тәуелді.

Қаттылықты әріптермен және цифрлармен белгілейді, үлкен цифр үлкен қаттылыққа сәйкес келеді (4.1-ші кесте).

Қаттылық келесілермен анықталады:

- құм ағызу әдісімен — құралдың бетіне белгілі бір қысыммен кварц құмының ағыны беріледі; қаттылық шамасы — Құралдың бетіндегі шұңқырдың тереңдігі;

4.1-ші кесте. Абразивтік құралдың қаттылық сипаттамасы

Абразивтік құралдың	Негізгі	Негізгі мәнінің
қаттылығы	мәні	қосымша бөлімі
Жұмсақ	М	М1, М2, М3
Орташа жұмсақ	СМ	СМ1, СМ2
Орташа	С	и и Б
Орташа қатты	СТ	СТ1, СТ2, СТ3
Қатты	Т	Т1, Т2
Аса қатты	ВТ	ВТ1, ВТ2
Өте қатты	ЧТ	ЧТ1, ЧТ2

- Роквелл әдісімен – бетке болаттан жасалынған кішкене шарды батырады, қаттылықты В (қызыл) шәкіл көрсеткіштері бойынша анықтайды.

Осылайша, құм ағызу әдісінде (қысым 15 Па) ұнтақтың түйіршектігі 50шегінде болатын аспапта, шұңқырдың тереңдігі 3,4...2,85 мм С1 қаттылығына сәйкес келеді, ал 1,45...1,25 мм болатын тереңдігі – Т1 қаттылығына сәйкес келеді. Осы мәндер бойынша түйіршектігі 12 – 8 болатын аспаптарды Роквелл аспабында өлшеген жағдайда, қаттылық мәндері көрсеткіштері шәкілдері тиісінше 24 – 35 және 72 – 80 болады.

Құрылым аспаптағы абразивтің көлемдік үшесін сипаттайды. Жабық, орташа және ашық құрылымды аспаптар болып бөлінеді.

Әрбір типке сәйкес құрылымды, аспаптағы абразивтің құрамын көрсететін төрт нөмірге бөледі: жабық құрылымның нөмірлері № 1—4; орта – № 5—8, ашық – № 9—12. Нөмірден нөмірге қарай абразивтің құрамы 2% төмендеп отырады. Осылайша, №1 құрылымды аспап үшін абразивтің құрамы 60%, № 2 – 58%, ..., № 5 – 52 %, . , № 12 – 38 % құрайды.

Абразивтік шеңберлердің кеуектілігі негізінен 35...40% құрайды. Кеуектіліктің ұлғаюы құралдың қаттылығын төмендетеді. Кеуектіліктері жоғары тегістеу шеңберлерін кесудің жоғары жылдамдықтарында пайдалануға болады. Олардың салмақтары төмен болады, бұл құралдың шамалы дисбалансын, сонымен қатар ауа ағындарымен жақсы желдетілуін айқындайды.

АҚМ (алмас және БТН) жасалынған ұнтақты абразивті аспап шоғырланумен, яғни олардың жұмыс қабаты мөлшері бірлігіндегі салмақтық құрамымен сипатталады. 100 %шоғырлану ретінде 1 см^3 (немесе $0,88 \text{ г/см}^3$) алмастағы 4,4 карат алмастың құрамы қабылданады.

Бұл қабаттың 1 дм³ үшін 72 каратқа сәйкес келеді (АҚШ және Англиядағы қабылданған норма). Сонымен бірге алматың V қабаттағы көлемі 25% құрайды: $V = 0,88/3,52 \cdot 100 \%$, бұл жерде 3,52 – алмасың тығыздығы. Алмас пен БТН тығыздықтары шамалас болғандықтан – (тиісінше 3,48...3,56 және 3,44...3,49 г/см³, 2,9-шы кестені қараңыз), 100%-дық шоғырлану (шамамен) жұмыс қабатындағы алмас пен БТН 25 % құрайды. АҚМ жасалған абразивті құралды 25; 50; 100 және 150%, ал арнаулы тапсырыстар бойынша – 175 және 200% дық шоғырланулармен шығарады.

Абразивтік аспаптардың сипаттамалары таңдауы (абразив, қосылыс, түйіршектік және құрылымдары) көптеген факторларға байланысты – өңделетін дайындаманың материалына және оның қасиеттеріне, бөлшектер конструкциясына, өңдеу түріне (бұдырлы немесе жұқа тегістеу; дөңгелек неесе жазық тегістеу; перифериямен немесе тегістеу шеңберінің бүйіржағымен және т.б.).

Қатты негіздегі аспаптар үшін абразивтер ретінде корундтың барлық түрлерін, кремний карбидін, АҚМ пайдаланады.

Қалыпты электркорунды күймаларды, шыңдалғыларды, шыңдалмаған көміртекті болаттар, шойындар, түсті металдар прокаттарын сыдырып алып тастау тәрізді бастапқы (бұдырлы) өңдеу үшін пайдаланылатын органикалық қосылыстарды тегістеу шеңберлерін дайындау үшін қолданады.

Жоғары қоспаланған болаттар мен қоспаларды сыдырып алу үшін **цирконий электркорундын** қолдану ұсынылады. **Ақ және хромды электркорунды және монокорундын** шыңдалған көміртекті, қоспаланған, жылдам кескіш болаттарды өңдеу үшін пайдаланады. Монокорунды пайдаланғанда, ақ электркорундымен салыстырғанда өнімділіктің 1,5-2 есеге артуы қамтамасыз етіледі.

Сферокорундтан жасалынған құралды жұмсақ және жабысқақ материалдарды өңдеу үшін қолданады: тері, резеңке, пластмасса, түсті металдар. Тегістеу үдерісі барысында сфералар өткір кескіш жиектерін көрсете отырып сынады. Бұл жоғары өнімділік жағдайындағы төмен жылу бөлуді қамтамасыз етеді.

Жасыл кремний карбидін (КЗ) жоғары сынғыштыққа ие қатты материалдарды өңдеу үшін (қатты қоспалар, керамика, әйнек, мәрмір, бағалы тастар), сонымен қатар тегістеу шеңберлерін түзету үшін пайдаланады. **Қара кремний карбидін** (КЧ) шойындарды, түсті металдарды және металдық еме материалдарды өңдеу барысында пайдаланады.

Аса қатты материалдар (алмас және БТН) әйнекті, тау жыныстарын (гранит, мәрмәр және т.б.), темір бетонды өңдей үшін пайдаланады.

Машина құрастыруда оларды қолдану жоғары қаттылықтағы материалдарды өңдеу барысында неғұрлым үлкен нәтиже береді – максималды қаттылыққа беріктендірілген (62...65 HRC) құралдық және жылдам кескіш болаттар, қатты қоспалар (87...92 HRA), яғни кескіш аспаптарды қайрау және бабына жеткізу үшін.

Болаттарды өңдеу барысында, оның жоғары тозғыштығынан алмас негізіндегі емес, БТН негізіндегі құралды қолдану қажет. Қатты қоспалардан немесе керамикадан жасалынған құралды өндеген кезде алмастан жасалынған аспап айтарлықтай тиімді (4.2-ші кесте).

Абразивтік құралдың қосылысы кесуге қатыспайды, бірақ оның сапасы абразивтік түйіршіктердің жұмысы мен құралдың жұмыс бетінің жағдайына айтарлықтай ықпал жасайды. Қосылыс тиісті:

- абразивтік түйіршіктерді аспапта берік ұстауға;
- жоғары беріктікке және соққы тұтқырлыққа ие болуға;
- құрал профилінің сақталуын қамтамасыз ету үшін, жоғары қаттылыққа ие болуы;
- шеңбердің өзін-өзі қайрауын қамтамасыз етуге;
- МСС ықпалына қарсы химиялық төзімділікке ие болуға

Корундтың барлық түрлері мен кремний карбиді негізіндегі құрал органикалық (бакелиттік және вулканиттік) және керамикалық қосылыстарда, АҚМ негізіндегі құрал - органикалық, керамикалық және металдық қосылыстарда шығарылды.

Органикалық қосылыстардың керамикалықтың алдындағы негізгі артықшылығы – соққылық жүктемелерге неғұрлым жоғары кедергісі.

Керамикалық қосылыстардың беріктіктері, қаттылықтары және химиялық төзімділіктері (бұл МСС пайдалану барысында аса маңызды), органикалықтармен салыстырғанда жоғары.

Керамикалық қосылыстардағы құралдар тозуғы төзімді және жоғары жылу өткізгіштікке ие, бірақ олардың сынғыштықтары жоғары.

Органикалық және керамикалық қосылыстардың қасиеттеріндегі айырмашылықтарын, олардың қолданыстары анықтайды:

4.2-ші кесте. Өртүрлі материалдарды тегістеу барысындағы алмас пен БТН салыстырмалы шығыны

Өңделетін материал	Салыстырмалы шығын, мг/г	
	БТН	Алмас
P18 болаты	1,98	16,8
T15K6 қатты қоспасы	16,6	2,2
ЦМ332 керамикасы	12,6	5,4

4.3-ші кесте. Өңдеу түріне байланысты абразивтік Құралдың түйіршіктігі

Өңдеу түрі	Түйіршіктік
Құймаларды, шындалғыларды, қалыптамаларды қолмен алып тастау	125 – 80
Шеңбердің, кесіндінің бүйіржағымен тегістеу	80 – 50
Бастапқы тегістеу	40 – 25
Қорытынды тегістеу, құралды қайрау	25—16
Құралды бана жеткізу, бұрандалы тегістеу	12 – 6
Жұқа кескіш жиектерді және ұсақ бұрандаларды бабына жеткізу	6 – 4
Калибрлердің жұмыс беттерін бабына жеткізу	M40

Бакелиттік қосылыстағы шеңберлерді алып тастау жұмыстарында пайдалану ұсынылады, өйткені қосылыста берік емес, жылдам үгітілетін толтырғыш (алебастр) бөліктерінің болуы, тегістеу өнімдерінің жойылуын жеңілдетеді, бұл кесу аймағындағы температураны төмендетеді. Оларды сонымен қатар, тазалау жұмыстарында, құралды қайрауда қолданады, өйткені бакелиттік қосылыстағы шеңберлер өзін-өзі қайрау қабілетіне ие.

Қатты вулканиттік қосылыс бакелиттікке қарағанда құралдың мықты беріктігін қамтамасыз етеді. Мұндай қосылысты құралды жұқа (кескіш және қиып кескіш) шеңберлерді дайындау үшін қолданады. Иілгіш шеңберлердің көмегімен фасондық беттердің өңделуі жүргізіледі. Үлкен икемділікке ие вулканиттік қосылысты құралды қолдану, өңделетін беттің жақсы сапасын қамтамасыз етеді (4.3-ші кесте), оны тазарту өңдеуі үшін қолданады. Кесу күші ұлғайған кезде, қосылыстардың деформациялануы орын алады. Түйіршік үгітілмейді, батырылады, қосылысқа «жаншылатын болады». Бұл өңделетін бетке тегістеуші ықпал көрсетеді.

Керамикалық қосылысты құралды алғашқы және қорытынды тегістеудің барлық түрлері үшін, сонымен қатар құралды қайрау үшін пайдаланады. Оны бұдырлы алып тастау жұмыстарына, сонымен қатар соқылық жүктемелермен байланысты өңдеулерге (мысалы, үзікті беттерге) қолдануға болмайды.

Құралдың АҚМ жасалған түйіршікпен **металдық қосылысы** ең үлкен беріктікке, соққы тұтқырлыққа ие, мұндай қосылыстағы түйіршіктер неғұрлым мықты ұсталынады. Мұндай құрал жоғары абразивтік қабілетке ие материалдарды, сонымен қатар оларды өңдеу барысында кескіш түйіршіктер жоғары жүктемені сезінетін жоғары беріктіктегі материалдарды өңдеу үшін пайдаланылады.

Органикалық қосылыстары бар құрал беттің жақсы бұдырлығын қамтамасыз етеді (4.4-ші кесте).

Тегістеу аспабының **түйіршіктігін** таңдау негізінен өңдеудің дәлдігіне, сонымен қатар өңделетін бөлшектердің конструкциясына қойылатын талаптармен анықталады. Үлкен түйіршіктікті құралды жеткілікті қаттылыққа ие бөлшектерді алғашқы өңдеу (дәлдікке талаптар төмен) үшін пайдалану қажет, сонымен бірге неғұрлым жоғары өнімділік қамтамасыз етіледі.

Электркорунды пен кремний карбиді негізіндегі құралдың түйіршіктігін өңдеу түріне байланысты таңдау бойынша ұсынылымдар 4.3-ші кестеде келтірілген, ал АҚМ негізіндегі құралдар үшін беттің бұдырлығына байланысты таңдау 4.4-ші кестеде келтірілген.

Неғұрлым жұмсақ шеңберлерді өңделетін дайындамалардың аспапқа жоғары тоздырушы ықпалдары барысында қолданады. Бұл жағдайда, тозған, мұқалған түйіршіктерді, жұмысқа жаңа, өткір түйіршіктер кірісу үшін алып тастау қажет, бұл тегістеу күйдірулерінің пайда болу мүмкіндіктерін төмендетеді. Осылайша, жұмсақ шеңберлерді келесі жағдайларда пайдаланады:

- қатты материалдарды өңдеу барысында (оның ішінде, аспаптарды қайрағанда);
- абразивтік құрал пен өңделетін бөлшектің жанасуларының үлкен аумағы жағдайында;
- жоғары шеңберлік жылдамдықтарда.

Қатты шеңберлер пайдаланылады:

- жұмсақ материалдарды өңдеу үшін;
- бастапқы операцияларда;

4.4-ші кесте. АҚМ негізіндегі шеңберлердің талап етілетін беттің бұдырлығына байланысты түйіршіктігі

Бұдырлық, мкм	Аспап қосылысы		
	органикалық	металдық	керамикалық
0,63... 1,25	200/160 – 125/100	160/125 – 125/100	160/125 – 125/100
0,32... 0,63	160/125 – 100/80	125/100 – 70/63	125/100 – 80/63
0,16... 0,32	100/80 – 50/40	80/63 – 50/40	80/63 – 50/40
0,08.0,16	50/40 – 40/28	—	63/50 – 40/28
0,04.0,08	40/28—14/10	—	—
0,04	14/10 – 5/3	—	—

4.5-ші кесте. Абразивтік құралдың қаттылығын таңдау

Өңдеу түрі	Қаттылық
Абразивтік аспаптарды түзету	ВТ — ЧТ
Алып тастау, кесіп алу, енгізбе дөңгелек сыртқы тегістеу	СТ2 – Т2
Шыңдалмаған болаттарды, шойындарды бастапқы тегістеу	С2 – СТ2
Бакелиттік қосылыста сегменттермен және шеңберлермен жазықтық тегістеу	С1 —СТ1
Профильдік және бұрандамен тегістеу, жануыштау	С2 – СТ2
Таза тегістеу, ірі кадамды бұрандаларды бұрандамен тегістеу	СМ1 —С2
Болаттан жасалынған аспаптарды қолмен қайрау	С1 —С2
Сондай,механикалық беріліспен	СМ1 —СМ2
Шеңбердің бүйіржағымен жазық тегістеу	М2 —СМ2
Қатты қоспалы құралды қайрау және бабына жеткізу	М2 —М3

- үзікті беттерді тегістеу барысында;
- абразивтік құралды түзету барысында.

Тегістеудің бірдей жағдайларында бакелиттік қосылыстағы құрал, түйіршікті жақсырақ ұстайтын керамикалық қосылыстағы аспаптан қаттырақ болуы қажет.

Өртүрлі қаттылықтардағы құралдарды қолдану бойынша бағдарлық ұсынылымдар 4.5-ші кестеде келтірілген.

Құрылымды таңдау тегістеуші құрал пен бөлшектің бетінің жанасуымен, тегістеу түрімен және құралдың түйіршіктігімен анықталады.

Жанасудың шағын аумағы жағдайында, жұмыс қабатына қысым ұлғаяды, бұл жоғары тозғыштыққа алып келеді. Тозуға төзімділікті арттыру үшін, абразивтің үлкен көлемі, яғни неғұрлым жабық құрылымы қажет.

Құралдың жабық құрылымы, бөлшектің өңделетін беті пішіні шеңбер профілімен анықталатын, профильдік тегістеу барысында қажет. Профильдің беріктігі және аспап жиектерінің төзімділігі жабық құрылым жағдайында жоғары болады.

Жабық құрылымдарды (№ 3 – 4) құралға түсетін үлкен жүктемелерде, шеңбер мен өңделетін бөлшектің – тіліктерінің, қуыстар тілмелерінің және т.б. шағын жанасу аумақтарында пайдалану

ұсынылады.

2. Дөңгелек сыртқы және орталықсыз тегістеу барысында, шеңберге түсетін қысым төмендейді, сонымен бірге орташа құрылымды (№ 5 – 6) шеңберлер пайдаланылады.

Құралды тегістегенде және қайрағанда күйіп қалуларға жол бермеу үшін, ашық құрылымды жұмсақ шеңберлер пайдаланылады (№ 8—12).

АҚМ қабаттағы шоғырлануын таңдау, түйіршікке түсетін үлкен жүктемеде АҚМ үлкен құрамы бар құралды пайдалану қажеттігімен анықталады. Осылай, жоғары қаттылықтағы материалдарды өңдеу барысында (құралды қайрау) 100...200% шоғырлануы бар шеңберлер, ал жұмсақ материалдарды өңдеу барысында (мысалы, металдық емес) —25...50% шоғырлануы бар шеңберлер пайдаланылады.

4.1.2. Қатты негіздегі құралдың конструкциясы және оны қолдану

Құралдар түрлері. Қатты негіздегі құралға тегістеу шеңберлері, бастиектер, қайрақтар, сегменттер жатады (4.1-ші сурет).

Тегістеу шеңберлері – бұл жақтауға немесе шпиндельге орнату үшін орталық саңылауы бар айналу денелері.

Тегістеу бастиектері де тегістеу шеңберлеріне қарағанда, бітеу, терең орталық саңылаулары бар айналу денелері болып табылады. Тегістеу бастиектері желімдердің көмегімен, бастиекпен қосылатын орнында домалатпасы немесе арнаулы жырашықтары бар жақтауға орнатылады.

Тегістеу қайрақтары және **сегменттерінің** орталық саңылаулары болмайды, оларда өңделетін беттеріне байланысты әртүрлі қималары болуы мүмкін. Қайрақтар арнаулы тегістеу бастиектеріне орнатылады, сегменттер үзікті тегістеу барысында жиынтықты тегістеу шеңберлерін жабдықтау үшін пайдаланылады.

Абразивтік құрал дәлдігі бойынша үш сыныпқа бөлінеді (дәлдіктің төмендеуі бойынша): АА, А және Б.

Шеңбердің дәлдік сыныбына өңдеудің қол жеткізілетін дәлдігі тәуелді (көлемдерге арналған рұқсаттар). Құралдың диаметрі қаншалықты төмен болса, рұқсат соншалықты төмен болады. Мысалы, 6 мм шеңбердің сыртқы диаметріне арналған рұқсаттар АА және А дәлдік сыныптары үшін $\pm 0,3$ мм және Б дәлдік сыныбы үшін $\pm 0,5$ мм құрайды, 800 мм шеңбердің сыртқы диаметріне арналған рұқсат – АА дәлдік сыныптары үшін ± 3 мм, А дәлдік сыныбы үшін ± 5 мм, және Б дәлдік сыныбы үшін ± 8 мм құрайды.

Қатты негіздегі құралдарды қолдану. Тегістеу 60 м/с және одан да жоғары жылдамдықта орындалады, сондықтан шеңберлер теңестірілген, үйлестірілген болулары қажет.

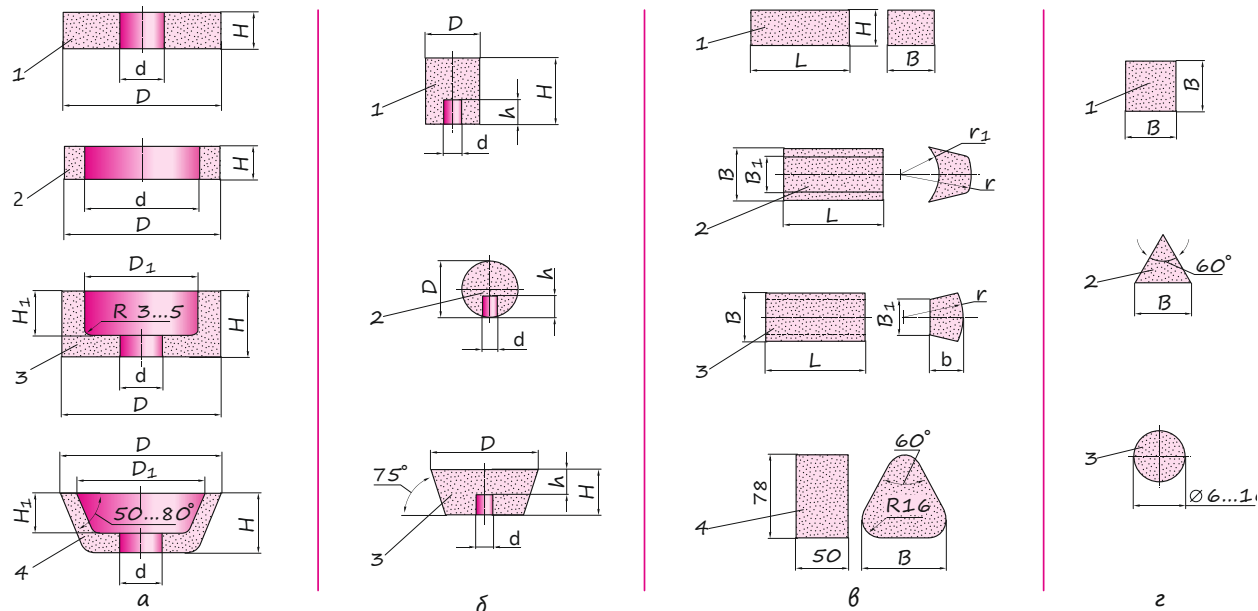


Рис. 4.1. Шлифовальный инструмент на жесткой основе:

4.1-ші сурет. Қатты негіздегі тегістеу аспабы:

a – тегістеу шеңберлері: 1 – тік профиль (ПП); 2 – сақина (К); 3 – цилиндрлік тостаған (ЧЦ); 4 – конустық тостаған (ЧК); *б* – тегістеу бастиектері: 1 – цилиндрлік (ГЦ); 2 – шарлық (ГШ); 3 – бұрыштық (ГУ); *в* – сегменттер: 1 – жалпық (СП); 2 – ойықты-дөңесті (2С); 3 – дөңесті-жалпық (ЗС); 4 – трапеция тәрізді (6С); *г* – қайрақтар: 1 – шаршы (БКв); 2 – үш қырлы (БТ); 3 – дөңгелек (БКр); D, d, H – сыртқы диаметр, саңылау диаметрі және шеңбердің ені; D_1 – шеңбер ойығы диаметрі; L, B, B_1 – қайрақтардың (сегменттердің) көлденең қимасының ұзындығы, ені және биіктігі; H_1 – тостағанның биіктігі; B_1 – сегменттің ені; h – шеңберді бекітуге арналған саңылаудың ұзындығы.

Теңгерімсіздіктердің рұқсат етілетін массасына байланысты, шеңберлер төрт сыныпқа бөлінеді. Үлкен нөмір үшін рұқсат етілетін теңгерімсіздік массасы үлкен болады. Бұл сипаттаманың абсолюттік мәндері шеңбер массасына тәуелді. Ол неғұрлым үлкен болған сайын, теңгерімсіздіктің рұқсат етілетін массасы да соғұрлым үлкен болады. Мысалы, массасы 8... 10 кг болатын шеңберлер үшін, ол 15; 25; 40; 75 г құрайды, ал массасы 160...200 кг болатын шеңберлер үшін – 70; 110; 170; 340 г құрайды, тиісінше 1, 2, 3 және 4 сыныптардағы. АА дәлдік сыныбының тегістеу шеңберлері теңгерімсіздіктің 1-ші сыныбына сәйкес келуі қажет, А сыныбының тегістеу шеңберлері —1 немесе 2 сыныптарына, Б сыныбының тегістеу шеңберлері —1, 2 немесе 3 сыныптарына сәйкес келуі қажет.

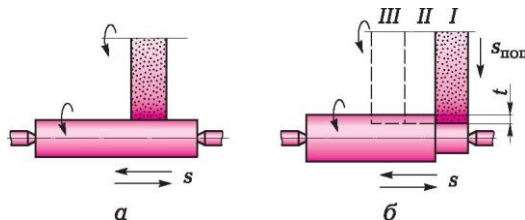
Қатты негіздегі құралдармен жануыштау және суперфиништеу тәрізді бабына жеткізу дәне тегістеу операцияларын орындайды.

Тегістеу операцияларын әртүрлі беттерді өңдеу үшін қолданады: цилиндрлік, жалпақ, фасондық, бұрандалық, сонымен қатар дайындамаларды кесуге және қуыстарды кесіп алуға арналған. Тегістеуді тегістеу шеңберлерімен, бастиектермен, сегменттермен, қайрақтармен орындайды. Өнеркәсіпте шығарылатын бұл элементтердің конструкциясы әралуан.

Бұлар тік профильдегі шеңберлер (ПП), цилиндрлік (ЧЦ) және конустық тостағандар (ЧК), тәрелкелер (Т), сақиналар (К) және т.б. (4.1, а суреті). Бастиектер цилиндрлік (ГЦ), конустық (ГК), шар тәрізді (ГШ) және т.б. пішіндерде болулары мүмкін (4.1, б суреті). Сегменттер жалпақ (СП), трапеция тәрізді (6С) және т.б. болулары мүмкін (4.1, в суреті). Қайрақтар шаршы, үшбұрышты және т.б. болулары мүмкін (4.1, г суреті).

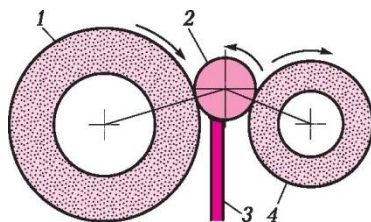
Тегістеу *шеңберлерін* цилиндрлік, жалпақ және фасондық беттерді өңдеу үшін пайдаланады.

Дайындамасы орталығында бекітілген *дөңгелек сыртқы тегістеу* бойлық беріліспен (4.2, а суреті), көлденең беріліспен және комбинацияланған тәсілмен енгізе отырып (4.2, б суреті) жүзеге асырылады.



4.2-ші сурет. Дөңгелек сыртқы тегістеу сызбасы:

а – бойлық беріліспен; *б* – комбинацияланған тәсілмен; *I, II, III* – тегістеу шеңберінің қалпы; *s* – бойлық беріліс; *s_{поп}* – көлденең беріліс; *t* – кесу тереңдігі



4.3-ші сурет. Орталықсыз тегістеу сызбасы:

1 – тегістеу шеңбері; **2** – дайындама; **3** – тірек пышағы; **4** – жетекші шеңбер

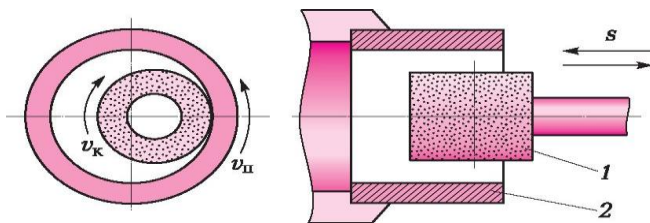
Бөлшектердің сыртқы диаметрлерін өңдеу үшін сонымен қатар орталықсыз тегістеуді қолданады (4.3-ші сурет). Бұйымның айналуы үйкелу есебінен жетекші шеңберден жүзеге асырылады, беріліс – жетекші шеңбердің өзегінің бөлшек өзегіне қарай еңкеюі. Тірек шеңберінің айналы жылдамдығы, тегістеуші шеңберге қарағанда 60-100 есе төмен. Өңдеу 25...50 м/с кесу жылдамдығымен жүргізіледі.

Дөңгелек ішкі тегістеу (4.4-ші сурет) 10...40 м/с жылдамдығымен орындалады.

Жалпақ тегістеу шеңбердің перифериясымен (4.5, а суреті) немесе бүйіржағымен (4.5, б суреті) орындалады. Кесу жылдамдығы 20...40 м/с.

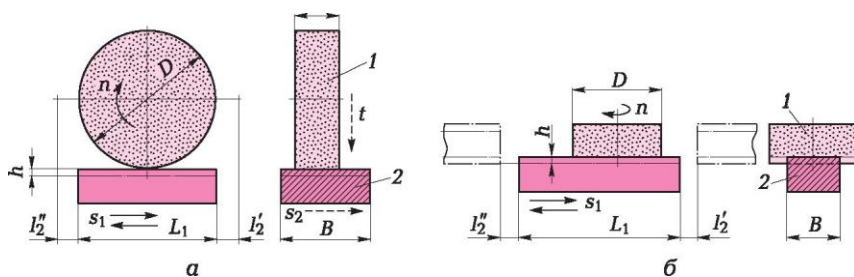
Фасондық тегістеу 20...40 м/с кесу жылдамдығымен, өңделетін бет пішініне байланысты арнаулы профильге ие шеңберлермен орындалады. Мысалы ретінде 4.6, а суретінде сыннан өткізу әдісі бойынша бұрамдық абразивтік шеңбермен тісті доңғалақты өңдеуі көрсетілген.

Бұрандамен тегістеу 60 м/с кесу жылдамдығымен, бір (4.7, а суреті) немесе көп орамды шеңберлермен (4.7, б, в суреті) жүзеге асырылады.



4.4-ші сурет. Дөңгелек ішкі тегістеу сызбасы:

1 – тегістеу шеңбері; **2** – дайындама; v_k – шеңбердің дөңгелек жылдамдығы; v_a – дайындаманың дөңгелек жылдамдығы (беріліс жылдамдығы)

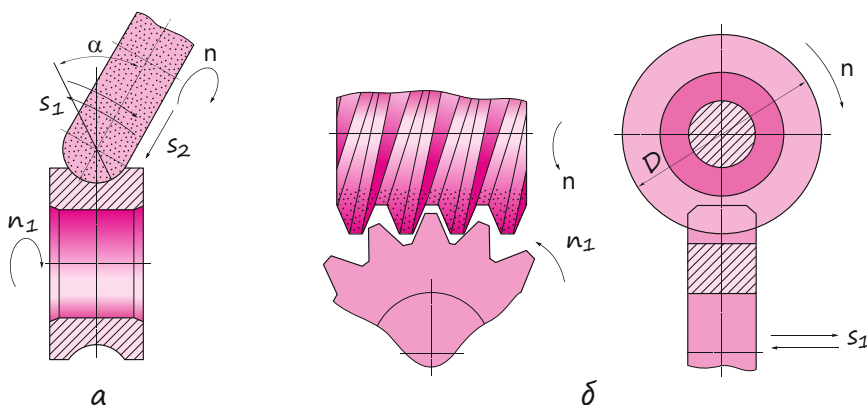


4.5-ші сурет. Жалпақ тегістеу сызбасы:

a – шеңбер перифериясымен; b – шеңбер бүйіржағымен; 1 – шеңбер; 2 – дайындама; D, H – шеңбер диаметрі және ені; L_1, B – дайындама диаметрі және ені; t – берілісті кесу тереңдігіне бағыттау; s_1, s_2 – бойлық және көлденең беріліс; h – әдіп; l_2, l_1' – тиісінше енгізу және асқын өту ұзындықтары; n – шеңбердің айналу жиілігі

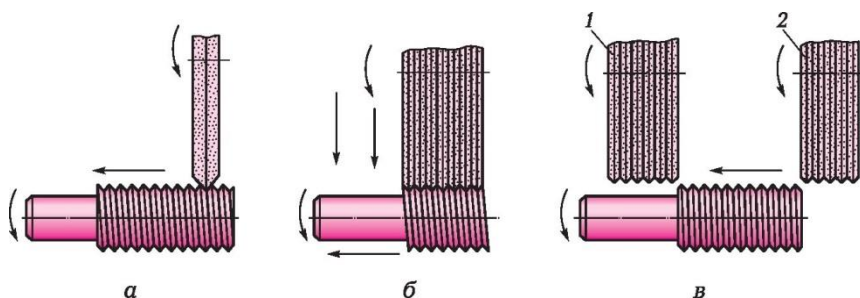
Тегістеуге арналған әдіп, бір өткендегі алу тереңдігі және беріліс тегістеу сипатына тәуелді. Бұдырлы алып тастау тегістеуінде, өңдеуге арналған әдіп, бір өткенде алынып тасталынатын бірнеше миллиметрлерге жетеді. Бұл күштік тегістеу, оның енгізбе қолданылуы – құймаларды, шыңдалғыларды, прокатты өңдеуге аралған металлургия өнеркәсібі.

Машина құрастыруда тегістеу операцияларының негізгі міндеті – беттің жоғарғы сапасына және қажетті дәлдікке қол жеткізу үшін фиништық өңдеу. Алғашқы өңдеудегі әдіп, әдетте бір миллиметрден аспайды, ал қорытынды тегістеуде, бір өтудегі бірнеше жүзден бір миллиметр тереңдігінде, 0,1...0,3 мм құрайды.



4.6-шы сурет. Фасондық беттерді өңдеу сызбасы:

a – сфералық; b – тісті доңғалақтар; n, n_1 – тиісінше шеңбер мен доңғалақтың айналу бағыты; s_1, s_2 – беріліс қозғалысы; α – s_1 қозғалысындағы шеңбер бұрылысы бұрышы

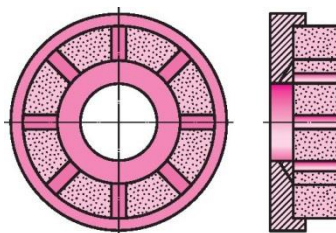


4.7-ші сурет. Бұрандамен тегістеу сызбасы:

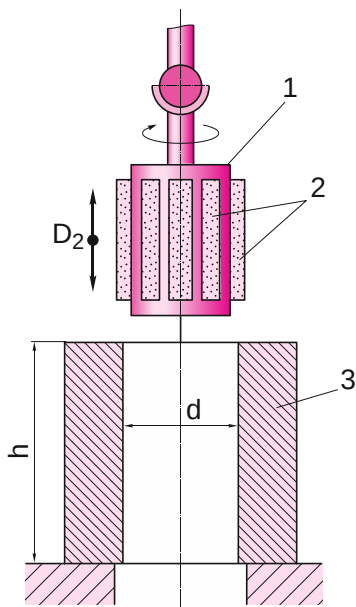
а – бір орамды шеңбер; **б** – биіктігі бұранданың ұзындығынан үлкен көп орамды шеңбер; **в** – биіктігі бұранданың ұзындығынан кіші көп орамды шеңбер; **1** – шеңбердің қорытынды қалпы; **2** – шеңбердің бастапқы қалпы

Бұрғыларды және басқа да құралдарды, сонымен қатар тісті бұйымдарды дайындау барысына, бағыттардың бірі ретінде, алдын-ала жүздік құралмен өңдеусіз, «тұтастық» бойынша шындалған дайындамалардағы жырашықтарды тегістеу технологиясы пайдаланылады (донғалақтарда – тістердің ойықтарын тегістеу). Үлкен кесу тереңдіктерінде (бірнеше миллиметр) жоғары дәлдікке және беттің сапасына қол жеткізіледі.

Тегістеу бастиектері әртүрлі пішіндердегі ішкі беттерді өңдеуге арналған. Тегістеу тәртіптері, тегістеу шеңберлеріндегі тәрізді. Сегменттерді үзікті абразивтік шеңберлер үшін пайдаланады (4.8-ші сурет).



4.8-ші сурет. Үзікті сегменттік шеңбер



4.9-шы сурет. Жануыштау сызбасы:

1 – жануыш; 2 – қайрақтар; 3 – өңделетін бөлшек; d , h – саңылаудың диаметрі және ұзындығы; D_2 – берілістің кері қарай-алға қарай қозғалысы

Абразивтік құралмен тегістеу барысындағы микротегіссіздіктердің минималды биіктігі $Ra_{0,4...0,63}$ мкм, АҚМ жасалған құралмен – $0,025.0,08$ мкм.

Қайрақтарды әрлеу операциялары үшін пайдаланады – жануыштау және суперфиништік өңдеулер.

Жаныштау (4.9-шы сурет) саңылау пішініне ие қайрақтармен жасалынады. Құралға айналмалы (жылдамдығы – 15.60 м/мин) және кері қайту-алғы жүру (5.20 м/мин) қозғалысы, сонымен қатар радиалды беріліс беріледі. Жаныштау барысындағы алып тастаудың шамасы, әдетте 0.2 мм аспайды.

Суперфиништеу өңделетін беттің бұдырлықтарын төмендету үшін орындалады. Цилиндрлік бетті өңдеу барысында бөлшек айналады (5.7 м/мин), арнаулы бастиекке орнатылған қайрақтар тербеліс қозғалысын жасайды (жылжу амплитудасы 5.6 мм, тербелістер жиілігі – $400....1\ 200$ мин⁻¹).

Жануыштау және суперфиништеу өңдеуі барысында, беттің өте жоғары тазалығына қол жеткізіледі ($Ra_{0,02}$ мкм дейін). Жануыштау үдерісінде саңылаудың (овалдылықты кеміту), конустылықтың пішінін түзету мүмкін, ал суперфиништеу тек өңделетін беттің геометриясын өзгертпестен, микротегіссіздіктердің биіктігін ғана төмендетеді.

4.2. ИІЛГІШ НЕГІЗДЕГІ ҚҰРАЛ

Иілгіш негіздегі құрал – абразивті қабықша және одан жасалынған бұйымдар. Ең кеңінен таралғаны, қабықшаның жолақтарынан желімдеп жасалынған, абразивтік таспамен өңдеу – таспалық тегістеу болды. Оны бұдырлы өңдеу (дайындамаларды алып тастау, қылауларлы алу), сонымен бірге баптап жеткізу жұмыстары үшін, және де дайындамалардың беттерін бояуға, гальваникалық жабындыға дайындау үшін қолданады. Абразивті таспаларды әртүрлі материалдардан алынған әртүрлі конфигурациялардың бөлшектерін тегістеу және жылтырату үшін қолданады.

4.6-шы кесте. **Ra1,25** және 0,32 мкм бұдырлықты алуға арналған абразивтік таспалардың түйіршіктігі

Өңделетін материал	Таспаның түйіршіктігі	
	Тегістеу (Ra1,25 мкм)	Жылтырату(Ra 0,32 мкм)
Болат (60 HRC)	40—16	M28 —M14
Шойын		
Мыс және оның қоспалары	40 – 25	M40 —M28
Алюминий және оның қоспалары		
Титан және оның қоспалары	40—14	M28 —M14
Ыстыққа төзімді қоспалар	40 – 25	M40 —M28

Абразивтер ретінде электр және монокорунд, кремнийкарбиді, шақпақ (негізі корунд болып табылатын табиғи материал), алмас, БТН пайдаланылады. 4.6-шы кестеде тегістеу және жылтырату барысында беттің белгілі бір бұдырлығына қол жеткізуге арналған абразивтік таспалардың түйіршіктіктері келтірілген.

Алмастық қабатты таспаларды қолдану, беттің шамалы бұдырлығын алуға мүмкіндік береді. Қаттылықтары бойынша бұл таспалар үш санатқа бөлінеді: эластикалық (P1, P4), жартылай қатты (P9) және қатты (P14). Ең төменгі бұдырлықты эластикалық таспаларды қолдану қамтамасыз етеді (4.7-ші кесте).

Абразивті құрал қабықшалар мен таспалардан бөлек дискілер түрінде шығарылады. Өртүрлі материалдарды жылтырату үшін, органикалық және бейорганикалық қосылыстардағы, электркорундынан, цирконий корундындағы және әртүрлі түйіршіктіктегі басқа да құралдарындағы абразивтері бар фибрлық құралдар пайдаланылады.

4.7-ші кесте. Алмасты таспаның қаттылығына байланысты беттің бұдырлығы

Таспа	Бұдырлық Ra ,мкм		
	бастапқы		өңдеу нәтижесінде алынған
P1	0,08...	0,16	0,01...0,04
P4	0,16...	0,32	0,04.0,08
P9	0,63.	1,25	0,16.0,32
P14	1,25.	1,63	0,32.0,63

Каучуктан тұратын қосылысты мақта-мата негізінде алмастегістеу ұнтағынан (80/63 – 50/40) және микроұнтақтан (60/40—1/0) жасалған кескіш қабаты бар эластикалық дискілер шығарылады. Алмастың шоғырлануы – 25; 50 және 100 %.

4.3. АБРАЗИВТІК ПАСТАЛАР

Абразивтік пасталарды беттерді қолмен немесе машиналық өңдеу барысында бабына жеткізу және жылтырату үшін қолданылады. Пасталар бабына жеткізуші және жылтыратқыш болып бөлінеді.

Бабына жеткізу – жоғары дәлдікті бөлшектерді (мысалы, конустардың үйкелісі) қорытынды өңдеу. Оны үйкелістермен орындайды. Бабына жеткізу нәтижесінде бөлшектердің пішіндері мен көлемдері өзгеруі мүмкін, беттің сапасы жақсарады. Бабына жеткізу 0,5...0,1 мкм артық емес пішіндер мен көлемдердің дәлсіздіктерін, **Ra**0,01...0,16 мкм бұдырлықтарын алуға мүмкіндік береді.

Абразивтік ұнтақтардың іріліктері бойынша бабына жеткізуші пасталар ірі (20...100 мкм), орташа (5...14 мкм) және жұқа (1...3 мкм) болып бөлінеді.

Өңделетін материалға байланысты, бабына жеткізу үшін келесі материалдардан жасалынған абразивтік ұнтақтар ұсынылады:

- электрокорунд немесе жасыл кремний карбиді (шыңдалған болаттар үшін);
- бор карбиді (қатты металдық емес материалдар үшін (әйнек, керамика));
- алюминий, хром, табиғи корундосидтері (жұмсақ материалдар үшін (түсті қоспалар)).

Өнеркәсіпте АҚМ негізіндегі жасалған пасталар кең қолданыс тапты. Оларды дайындау үшін 60/40-тан 1/0-ге дейінгі түйіршіктікті микроұнтақтар және субмикроұнтақтар пайдаланылады. Бұл ұнтақтарды пайдалану, абразивтермен салыстырғанда, өнімділікті 2-3 есеге арттырады, беттің бұдырлығын 2-3 сыныпқа төмендетеді. Бабына жеткізу, әдетте түйіршіктіктің екі-үш нөмірмен орындалады. Өндеуді неғұрлым бұдырлыдан жұқа пастаға өте отырып орындайды, сонымен бірге 0,01 мкм кем **Ra** бұдырлығына қол жеткізіледі.

Жылтыратуды беттің аса жоғары сапасын алу үшін (металдық беттерде **Ra**0,02...0,04 мкм дейінгі бұдырлыққа қол жеткізіледі), яғни айналық жылтырлықта орындайды. Құрал – жылтыратушы пасталар жағылатын жылтыратушы –шеңберлер.

Жылтырату барысында бөлшектің пішінінің өзгеруі орын алмайды. Жылтыратушы пасталар темірдің, хромның және т.б., яғни баппен жеткізу үшін қолданылатындардан қаттылығы кем оксидтердің ұсақ дисперсті ұнтақтардан тұрады (1 мкм).

4.4. ЕРКІН ҚАЛЫПТАҒЫ ҰНТАҚПЕН АБРАЗИВТІК ӨНДЕУ

Ұнтақ түріндегі абразивтерді, әртүрлі пішіндердегі бөлшектерді бұдырлы, сонымен қатар жұқа, таза өңдеу үшін пайдаланылады, сонымен бірге бөлшектердің пішіндерінің өзгеруінсіз, өңделетін беттің бұдырлығы төмендейді.

Бұдырлы өңдеуді (құймаларды, прокатты тазалау) құм ағызу қондырғыларында орындайды, бұл жерде абразив – кварц (құм).

Тазалып өңдеу (виброабразивті, абразивті-сұйықтық) үшін өңделетін материалға байланысты әртүрлі абразивтер қолданылулары мүмкін. Виброабразивті өңдеу барысында бөлшектер жұмыс ортасымен (абразивпен) бірге, тербеліс қозғалысын орындайтын, жұмыс камерасына орналастырылады. Өңделетін бетте микротегіссіздіктердің қыртысын жазу орын алады. Осылайша, қара және түсті металдардан, пластмассалық массалардан, резеңкеден және т.б. алынған бөлшектерді өңдейді.

Абразив пен өңдеу тәртіптеріне байланысты тегістеуді, жылтыратуды орындауға болады. Бұл технология, оларды бояуға, гальваникалық жабындыға дайындау барысында, беттерді тазалау үшін пайдаланылады.

Әрлеу операциялар үшін (алынатын қабаттың қалыңдығы 5 мкм дейін) абразивті-сұйықтық өңдеуі қолданылады. Өңделетін бетке 50 м/с жылдамдығымен 25... 40° бұрышында, абразивтің өлшенген бөлшектері бар сода эмульсиясының ағыны беріледі (25..50%). Жұмыс ортасына коррозияға қарсы қасиеттер беру үшін, оның құрамына 0,5...1% натрий нитридін енгізіледі. Осылай, әйнекті, керамиканы жылтырау жүзеге асырылады. Абразивті - сұйықтық өңдеу әсіресе, күрделі, қисық сызықты пішінді жылтыратылған беттер үшін аса тиімді.

2. БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Өңдеу барысында қандай абразивтік құралдар қатты негізде пайдаланылады?
2. Тегістеудің негізгі операцияларын атаңыз.
3. Құралдың қатты негіздегі қасиеттері қандай параметрлермен сипатталады?
4. Әртүрлі материалдарды өңдеуге арналған құрал және өңделген беттің сапасына әртүрлі талаптар жағдайында қалай таңдалады?
5. Иілгіш негіздегі абразивті құралдарды атаңыз. Бұл құралдармен қандай операциялар орындалады?
6. Абразивті пасталар не үшін пайдаланылады?

5.1. ЖҮЗДІК ҚҰРАЛДЫҢ ТҮРІН ЖӘНЕ КОНСТРУКЦИЯСЫН ТАҢДАУ

Құрал түрін таңдау. Құралды таңдау үшін, жалпы алғанда, өңдеудің технологиялық үдерісіне, сонымен қатар конструкцияға, құралдық материалға байланысты, оның түрін (кескіш, фрез және т.б.) анықтау қажет.

Құралды таңдау бөлшектерді (әртүрлі технологияларды қолдану мүмкіндігі), жабдықтарды және тиісінше құралды дайындаудың технологиялық үдерісін әзірлеу барысында жүзеге асырылады.

Өңдеудің оңтайлы технологиясын және аспап түрін таңдау барысында **беттің пішін қалыптастыру сызбасы** маңызды рөл ойнайды. Бір бетті өңдеудің әртүрлі сызбаларында, әртүрлі аспаптармен өңдеуге болады. Пішін қалыптастырудың кинематикалық сызбасы – бұл аспап түрінің, Құралдың салыстырмалы қозғалысының және өңделетін дайындаманың жиынтығы.

Бөлшектің бетінің пішін қалыптастыруы нүктенің, сызықтың немесе беттің қозғалысының нәтижесі болуы мүмкін.

Ең үлкен өнімділікке, егер, пішін қалыптастыру беттің қозғалысының нәтижесі болғанда, мысалы көп тісті құралды (шлифтер, тегістеу шеңбері, созғыштар) пайдаланғанда қол жеткізіледі. Сонымен бірге алынған әліптің ортақ көлемі, Құралдың әрбір жиегі (тісі) кесіп алатын көлемдерден жиынтықталады. Өңдеудің ең төменгі өнімділігі, бір, салыстырмалы қысқа кескіш жиекті (кескіш) аспап пайдаланылатын, нүкте пішін қалыптастырған жағдайда орын алады. Сызықпен пішін қалыптастыру барысындағы өнімділік аралық қалыпқа ие болады.

Мұны екі мысалда көрсетейік.

5.1-ші мысал. Өтпелі саңылауды созғышпен (бетпен пішін қалыптастыру) және кескішпен (нүктемен пішін қалыптастыру) өңдеудің өнімділігін салыстыру.

Бөлшектерде диаметрі $d = 100$ мм, ұзындығы $L = 70$ мм болатын саңылау өңделеді.

Созу. Тістерінің қадамы $I = 20$ болатын созғыштарды пайдаланғанда, бір уақытта бірдей жұмыс істейтін тістердің саны $z_p = 4$, яғни, саңылауда бір-бірлерін алмастырып үш немесе төрт тіс жұмыс істейді (ескерте кетейік: $z_p = L/I + I_1$ бөлшек бөлікті есепке алусыз). Бір тістің жиегінің ұзындығы $b \approx \pi d = 314$ мм. Бір уақытта бірдей жұмыс істеуші жиектердің сомалық ұзындығы $B = bz_p = 314 \cdot 3 = 942$ мм немесе $314 \cdot 4 = 1256$ мм құрайды. Созғыштың жиегі бөлшекті өңдеу барысында, бөлшектің ұзындығына (саңылаулар тереңдігіне) тең

жолды өтеді, яғни 70 мм.

Созумен өңдеу барысындағы машина уақыты (мин): $t_0 = L_{p.x}/(1000v)$, бұл жерде v – кесу жылдамдығы, м/мин; L_{vx} – созғыштың жұмыс жүрісі ұзындығы, мм; $L_{p>x} = L + I_p + I_z + 51$, бұл жерде I_p – созғыштың жұмыс бөлігі ұзындығы, оның ішінде кескіш және калибрлеуші бөліктерді қосқанда; I_z — артқы бағыттауыштың, шет мойынның және артқы сағалықтың (ол болған жағдайда) ұзындықтары сомасы; δI – созғыш бөлшекке кіретін және шығатын орындарындағы асқынөтуге арналған қор (3.49 және 3.50-ші суреттерді қараңыз). Аталмыш жағдай үшін $L_{px} = 390$ мм.

Созу барысындағы кесу жылдамдығы $v = 2... 15$ м/мин (3.9-ші қосалқы бөлімді қараңыз). Кесу жылдамдығының орташа мәнін таңдаймыз 8 м/мин.

Сонда, $t_0 = 390/(8 \cdot 1000) \approx 0,048$ мин ≈ 3 с.

Созғышпен қайта қайралғанға дейін өңделген бөлшектер саны, оның төзімділігі кезеңі үшін, кесудың 60 м жолына тең, келесіні құрайды: $60\,000/70 = 857$ бөлшектер.

Қайрау. Қатты қоспадан жасалынған төрт қырлы алмастырмалы пластинасы бар қайрауыш кескішті пайдаланамыз. Жоспардағы негізгі бұрыш $\varphi = 60^\circ$. Беттің бірдей бұдырлығын алу үшін, таза кесу тәртібін таңдаймыз: кесу жылдамдығы $v = 198$ м/мин (шпиндельдің $n = 630$ айн/мин айналу жиілігінде), кесу тереңдігі $t = 1,0$ мм; беріліс $s = 0,2$ мм/айн (3.4-ші кестені қараңыз).

Кескіш жиегінің жұмыс учаскесінің ұзындығы $t/\sin\varphi = 1,15$ мм құрайды (созғыштың бір уақытта жұмыс істеуші жиектерінің ұзындығымен салыстырыңыз). Кескіш жиегі созғышпен өндеген бөлшек тәрізді бөлшекті өндегенде, кескіштің жиегі нүктесі сипаттайтын, бұрандалы сызықтың ұзындығына тең, яғни келесіге тең кесу жолын басып өтеді: $\pi d(L/s) = 10\,900$ мм, бұл жерде L/s – жиек сызатын шеңберлердің шамалас саны.

Қайрау барысындағы машина уақыты $t_0 = (L + \delta I)/(ns)$, бұл жерде $L = 70$ мм; $51 \approx 2,5$ мм – енгізу мен асқынөтудің сомалық ұзындығы; $t_0 = 0,57$ мин $= 34,5$ с, яғни созғандағыға қарағанда 10 есе үлкен.

Таңдап алынған кесу тәртіптері үшін, бір жиектің 15 мин төзімділігі кезеңі жағдайында (пластинаның бұрылуын есепке ала отырып, төрт жиек кезекпе-кезек жұмыс істейді) кескіштің төрт қырлы пластинасымен өңделген бөлшектер саны, $(15/0,57)4 = 105$ бөлшекті құрайды, яғни созғандағыға қарағанда 8 есе аз.

5.2-ші мысал. Фасондық беттердің өңдеу өнімділіктерін салыстыру, пішін қалыптастырудың әртүрлі кинематикалық сызбаларын пайдалана отырып айналу – нүктені, сызықты, бетті (5.1-ші сурет).

Токарлық кескіштің **AB** жиегінің А жоғарғы шегін нүкте ретінде қарастыруға болады (5.1, а суреті). бөлшектің фасондық бетінің 3 пайда болуы бөлшектің айналымалы қозғалысымен жүзеге асырылады – негізгі қозғалыспен **D**, және кескіш берілісінің екі қозғалысымен **1** –

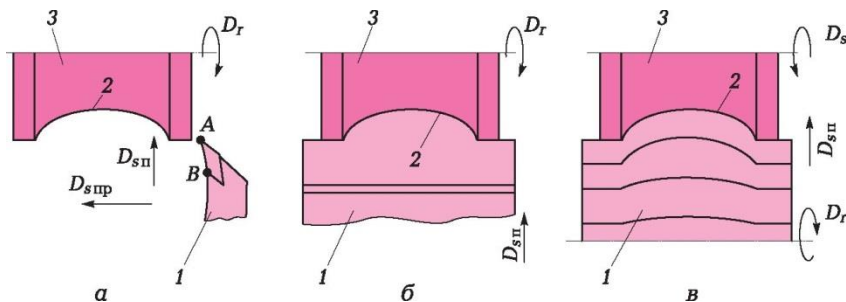
бойлық $D_{спр}$ және көлденең $D_{сп}$. Кескіштің жоғарғы шегінің А 3бөлшектің 2профилі сызығымен сәйкес келетін күрделі траекторияны сипаттайды (нақтырақ – эквидистанта деп аталатын қисық сызықты).

Бұл бет құралдың көлденең берілісінің $D_{сп}$ алға қарай қозғалысы және бөлшектің айналымы D_r қозғалысы барысындағы, 2фасондық профиль пішініне ие, 1фасондық кескіштің кесуші жиегімен жасалынуы мүмкін (5.1, бсуреті).

Сол бөлшек көлденең (радиалды) берілістің алға $D_{сп}$ қарай қозғалысы және фрездің D_r және D_s бөлшектің айналымы қозғалыстары барысында 1цилиндрлік фасондық кескішпен өңделуі мүмкін (5.1, в суреті).

Максималды өнімділік фрезді пайдаланғанда, ал минималды – әдеттегі кескішті (фасондық емес) пайдаланғанда қамтамасыз етілетін болады.

Өндіріс типінің өңдеу технологиясын және аспап түрін таңдауға ықпалы. Белгілі бір бетті немесе тұтас бөлшекті өңдеудің өнімділігін анықтаушы пішін қалыптастыру сызбасы, өңдеу технологиясын және аспап түрін таңдау тәуелді болатын жалғыз фактор болып табылмайды. Өндірістің әртүрлі типтері үшін өңдеудің әртүрлі сызбалары болулары мүмкін.



5.1-ші сурет. Фасондық цилиндрлік бетті өңдеу сызбасы:

а – токарлық кескішпен; **б** – фасондық кескішпен; **в** – дискілік фрезбен;
1 – кескіш; **2** – фасондық профиль; **3** – дайындама; D_r – кесудің негізгі қозғалысы; $D_{спр}$ – бойлық беріліс қозғалысы; $D_{сп}$ – көлденең беріліс қозғалысы; D_s – беріліс қозғалысы(айналымы)

Белгілі бір бөлшекті ғана өңдеуге арналған арнаулы құралды пайдалану, тек өндірістің жеткілікті үлкен көлемінде ғана тиімді болуы мүмкін. Бұл жағдайда, арнаулы құралды пайдаланумен байланысты шығындар, бір бөлшекке шаққанда минималды болады. Осылайша, созу, тек бір диаметрлік (біздің мысалымызда 100 мм) саңылауды өңдеуге арналған арнаулы аспап – созғыш, жаппай немесе көп сериялы өндірістің типтік технологиясы болып табылады.

Керісінше, бөлшек өндірісте, бөлшектердің шағын мөлшерін өңдеуге арналған арнаулы құралды қолднған жағдайдағы шығындар айтарлықтай. Мұндай құралды жобалаудыңжәне дайындаудың

қажеттілігінен өндіруді дайындау уақыты айтарлықтай ұлғаяды. Бөлшек және шағын сериялы өндірісте, бірнеше беттерді өндеуге арналған және әртүрлі аспаптарда қолдануға арналған құралды пайдалану тиімді болып табылады. Осылай, кеулей жонғыш кескіш әртүрлі диаметрдегі саңылауларды кеулей жону үшін пайдаланылуы мүмкін, бұдан бөлек мұндай кескішпен басқа да операцияларды орындауға болады (мысалы, ішкі бүйіржақтарды кесу), және де әртүрлі станоктарда (кеулей жону, токарлық, токарлық-револьверлік).

Жабдықтың құралды таңдауға ықпалы. Өндіріс типі пайдаланылатын жабдық түрін анықтайды. Бөлшек және шағын сериялы өндірісте – бұл әмбебап станоктар және СББ бар станоктар. Шығару ауқымын кеңейткен жағдайда мамандандырылған станоктар, ал жаппай өндіріс барысында – бөлшектің және құралдың орындарынан жылжуларының қатаң тәртібі бар автомат станоктар пайдаланылулары мүмкін. Бұл жерде пайдаланылатын аспаптар бір-бірлерінен ерекшеленулері мүмкін: әмбебап (5.1, а суретін қараңыз) немесе арнайы (5.1, б, всуреттерін қараңыз). Автоматтандырылған өндіріс шарттарында аспап сенімділікке, қасиеттердің тұрақтылықтарына, жақсы жаңқа шығарғыштыққа (құралдың конструкциясымен және өндеу технологиясымен анықталады), ол мұқалғаннан немесе сынғаннан кейін (құралдың және станоктың конструкциясымен анықталады), кескіш жиекті немесе құралдың өзін жылдам алмастыруды жүргізу мүмкіндігі қажет.

Технологиялық жүйенің (станоктың, құралдың, жабдықтың) жоғары қаттылығы және дірілге төзімділігі болған жағдайда, кескіш керамикамен немесе АҚМ жабдықталған аспап пайдаланылуы мүмкін, бұл өз кезегінде абразивті аспаптарды қолдануды жоққа шығаруға және бірқатар бөлшектерді өндеу барысында тегістеу операциясынан бас тартуға мүмкіндік береді. Басқа жағдайда, беттің қажетті дәлдігіне және сапасына қол жеткізу үшін, тегістеу станоктарын және тиісінше әртүрлі абразивті құралдарды пайдаланатын болады.

Құрал конструкциясын таңдау. Белгілі бір түрдегі құрал үшін кескіш бөліктердің геометриялық параметрлерін, бекіту-жалғау бөлігінің конструкциясын таңдау, бөлшектер өндірісінің оңтайлы технологиясы және тиісті жабдық анықталған, сонымен қатар егер, бұл факторлар нақты өндіріспен шартталған жағдайда ғана жүзеге асырылатын болады.

Құралдың кесуші бөлігінің геометриялық параметрлері өндеу сипатына тәуелді. Өндеудің сипатын анықтаушы негізгі факторлар: материалдың қасиеті және өңделетін беттің қалпы; өңделген бетке қойылатын талаптар; кесу тәртіптері.

Дайындама материалының қасиеттері және өңделетін беттің геометриялық параметрлері (құйма қабыршығының және өндеудің үзіктігін жасаушы беттің профилінің болуы) өндеу тәртібіне ықпал етеді. Дайындаманың беті көлемдер мен пішіндердің қажетті дәлдігімен,

сонымен қатар берілген бұдырлықпен өңделуі қажет. Өңдеу тәртіптерін кесу тереңдігі мен беріліске, тиісінше кесу күші мен қажетті қуаттылыққа байланысты, ауыр, орташа және жеңіл деп бөледі.

Өңдеуді шартты түрде алғашқы, жартылай таза және таза деп бөледі. Кесудің алғашқы өңдеу тәртіптері кесудің үлкен күштерімен пайда болатын, кесу тереңдігі мен берілістің үлкен мәндерімен; таза – кесу аймағындағы жоғары температуралармен кесудің жоғары жылдамдығымен сипатталады.

Алғашқы өңдеу барысында өңделетін беттің сапасына төмен талаптар қойылады; негізгі шарт – жоғары өнімділікті орындау. Жартылай таза өңдеу барысында беттің бұдырлығын төмендету, бетті келесі орын алатын таза өңдеуге дайындау қажет болады. Таза өңдеу бөлшектің көлемдері мен пішіндерінің дәлдігін, беттің жоғары сапасын қамтамасыз етуі қажет, кесу бөлшекті сығымдау орын алмас үшін дірілдеусіз, кесудің төмен күштерімен жүргізілуі қажет.

Бұл талаптар құралдың кесуші бөлігінің геометриялық параметрлеріне ықпал етеді. Ауыр алғашқы өңдеу тәртіптері үшін және жоғары беріктіктегі материалдарды өңдеу барысында, ε жоғары шегінің бұрышы және ұшталудың үлкен бұрыштары есебінен құралдың жоғарғы беріктігін қамтамасыз ету қажет (1.6-шы суретті қараңыз). Кескіш жиекті беріктендіру үшін сонымен қатар, r_0 жоғарғы шегіндегі үлкен радиусты қолданады (1.6-шы суретті қараңыз).

Жоғары беріктікке ие емес, жұмсақ материалдарды өңдеу барысында, кесудің алдыңғы және артқы бұрыштарын ұлғайта отырып (γ бұрышын ұлғайту кесу күшінің кемуіне алып келеді; α бұрышының ұлғаюы – үйкелістің кесуіне алып келеді; естеріңізге сала кетейік, $\gamma + \alpha = 90^\circ - \beta$) β ұшталу бұрышын төмендегі тиімді.

Таза өңдеу үшін оң алдыңғы қырлық бұрышты құралды пайдаланады; құралда жиекті қалыптастыратын тегістелген қырлары бар алмастырмалы пластиналарды орнатады, неғұрлым өткір жиекті қамтамасыз етеді (төменгі радиус ρ , 1.6, 3.38 суреттерін қараңыз).

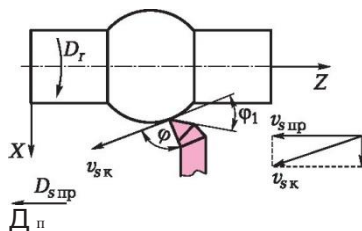
СББ бар станоктарға арналған аспаптардың геометриялық параметрлерін таңдау барысында, фасондық беттерді өндеген жағдайда құралдың координаттарының үздіксіз өзгеріп отыратындығын (екі көршілес қалыптар арасында уақыттың шамалы аралығымен) ескеру қажет. Бұл ε жоғары шегіндегі бұрыштың ерекше таңдауын анықтайды.

Фасондық бетті өңдеу мысалында көрсетеміз (5.2-ші сурет). Кескіштің жоғары шектерінің координаттары (x , z) тұрақты түрде өзгеріп отырады. Сонымен бірге, қозғалыстың сомалық

жылдамдығының жанама түрде v_{sk} профилі бойынша берілісі бойлық қозғалыстың $v_{сп}$ жылдамдығынан және $v_{сп}$ берілістің көлденең қозғалысы жылдамдығынан тұруы қажет. v_{sk} сомалық жылдамдығының бағыты,қазргі сәтте кескіштің жоғарғы шегі тұрған, профиль нүктесі арқылы өткізілген жанаспамен сәйкес келуі қажет. v_{sk} жылдамдығының бағыты өзгертіндіктен, өңдеу үдерісінде фжәне ϕ_1 бұрыштары да өзгертін болады. Кескіштегі алмастырмалы немесе пісірілген пластина, ϕ бұрышы $20...95^\circ$ диапазонында, ал ϕ_1 бұрышы $3...30^\circ$ диапазонында болатынындай етіп алынуы қажет. Бұл шарт сақталуы үшін, пластинаны, $\varepsilon = 180^\circ - (\phi + \phi_1)$ ескере отырып, жоғары шектегі тиісті бұрышпен таңдау қажет.

Бекітпе-жалғаушы бөлігінің конструкциясы 3.2-ші қосымша бөлімде қарастырылды.

Құралдың корпустарының көлемдерін, станоктың қуаттылығына, кесу күшіне байланысты, қажетті беріктік пен қаттылықты қамтамасыз ету шарттарын сақтауды есепке ала отырып тағайындайды (мысалы, 3.5-ші кестені – кескіштер ұстағыштары көлемдерін қараңыз).



5.2-ші сурет. СББ бар станоктағы фасондық бетті өңдеу:

D_r – негізгі қозғалыс; v_{sk} – берілістің жанама қозғалысы жылдамдығы; $v_{сп}$ – бойлық берілістің қозғалысы жылдамдығы; $v_{сп}$ – көлденең берілістің қозғалысы жылдамдығы; ϕ – жоспардағы негізгі бұрыш; ϕ_1 – жоспардағы қосалқы бұрыш.

СББ бар станоктарға арналған аспаптардың конструкцияларының ерекшеліктерін айта кету қажет, әсіресе пайдаланылатын әртүрлі аспаптардың көп көлемі бар көп мақсаттылар жайында. Бұл аспаптарда стандартты, бірегей бекітпе элементтері болады.

5.2. ЖҮЗДІК АСПАПҚА АРНАЛҒАН ҚҰРАЛДЫҚ МАТЕРИАЛДЫ ТАҢДАУ

5.2.1. Материалдардың кесумен өңделімділігі

Кесумен өңделімділік құралды таңдауға, өңдеудің өнімділігіне, өңделген беттің сапасына (бұдырлығына) және пайда болатын жаңқаның түріне ықпал ететін маңызды технологиялық қасиет болып табылады.

Өңдеу шарттарына байланысты, аталған критерийлердің кез-келген шешу болуы мүмкін. Осылай, автоматтандырылған өндіріс шарттарында маңызды критерий жаңқаның түрі және оны кесу аймағынан шығарудың жеңілдігі болады, ал қолмен басқарылатын станоктарда жұмысестеу барысында бұл айтарлықтай маңызды емес.

Өңдеу өнімділігінің неғұрлымкеңінен таралған критерийі, ол кезде құралдың белгілі бір беріктігі қамтамасыз етілетін, кесу жылдамдығы болып табылады.

Көбіне v_{60} критерийі пайдаланылады – реттелген тозуға дейін құралдың 60 минуттық беріктігіне қол жеткізілетін, кесу жылдамдығы, м/мин. Өңделуі қиын материалдар үшін беріктік кезеңі 30 минутқа немесе тіпті, 15 минутқа дейін төмендетілуі мүмкін.

v_{60} критерийі өңделудің абсолюттік көрсеткіші болып табылады. Сонымен қатар – $K_v = v_{60i} / v_{60эт}$ салыстырмалы көрсеткіші де пайдаланылады («i» және «эт» индекстері зерттеліп отырған және эталондық материалдарға қатысты).

Өңделген беттің сапасы жоғары микротегіссіздіктермен, сонымен қатар тойтарымның және макро ақаудың болуымен бағаланады.

Кесу аймағынан жақсы шығарылып тасталынатын жаңқа деп, жарылу жаңқасы (сұр шойындар), нашар шығарылатын деп – ғызу жаңқасы (болаттың) аталады.

Неғұрлым кеңінен таралған конструкциялық материал болат болып табылады. Кесумен өңдеу барысында олардың үлесі ең жоғарысы: көміртекті төмен қоспаланғандары 70 %; жоғары қоспаланғандары 8 %.

Кесу арқылы өңдеудегі басқа материалдардың үлестері айтарлықтай төмен: шойындар 14%, түсті металдар 4%, басқа материалдар 4%.

Болаттарды кесу арқылы өңдеуді (K_v) салыстырмалы бағалау барысында, эталон ретінде қаттылығы 160... 180 НВ болатын 45 болат жиі алынады. Болаттардың неғұрлым жоғары механикалық қасиеттері (қаттылығы, беріктігі), олардың кесумен төменгі өңделулерін білдіреді. Бұл өңделетін материалдың аспапқа қатысты үлкен тоздыру ықпалымен,

сонымен қатар неғұрлым берік болаттарды өңдеу барысындағы аспаптағы кернеулердің жоғарылауымен түсіндіріледі. Бұл қос фактор да кесу аймағындағы температураның жоғарылауына алып келеді, бұл құралдың қаттылығының жоғалуына алып келеді, және де температура жоғары болған сайын жылдамырақ болады. Оларда көміртек пен қоспалаушы элементтер неғұрлым көп болған сайын, болаттарды кесу арқылы өңдеу соғұрлым төмен болады. Бұл болаттардың қаттылықтарының ұлғаюымен және жылу өткізгіштіктерінің төмендеуімен байланысты (5.1-ші кесте).

Болаттарды өңдеу барысында ағызбалы (үздіксіз) жаңқа пайда болады.

Шойындарды кесу арқылы өңдеу, болаттарды кесу арқылы өңдеуге қарағанда айтарлықтай жоғары (жоғары қаттылықтағы ақ және ақталған шойындардан басқалары). Шойындардың қаттылықтары мен беріктіктері, болаттарға қарағанда төмен, бірақ кесумен өңдеудің механикалық қасиеттерге тәуелділігі сақталынып қалады: қаттылықтың ұлғаюы кесу жылдамдығын төмендетудің қажеттілігін тудырады (2.5-ші кесте), яғни өңделімділік төмендейді.

Шойындарды кесудің жақсы өңделімділігін анықтайтын шешуші фактор, олардың құрамында графиттің болуы болады. Бұл жаңқаларды бөлу үшін жақсы шарттар тудырады (графиттің беріктігі төмен және жаңқалар сынады). Сұр шойындарды өндегенде (графиттік қосылыстардың пластина тәрізді пішіні) жарылу жаңқасы пайда болады (сусымалы).

5.1-ші кесте. Төмен қоспаланған болаттарды кесу арқылы өңдеуге қоспалаудың қалы

Болаттар типі	Қаттылық НВ	Аспаппен қайрау барысындағы K_v	
		жылдам кескіш болаттардан	қатты қоспадан
Көміртекті	137... 241	0,8... 2,0	0,9... 1,7
Хромды (1,5 % Сг дейін)	137... 241	0,7... 1,6	0,9... 1,4
Марганецті (2 % Мп дейін)	137... 241	0,5... 1,3	0,75... 1,25

5.2-ші кесте. Өңделетін материалдардың қаттылықтарына байланысты, шойынды өңдеу барысындағы кесу жылдамдығы (м/мин).

	Қаттылық НВ		
Құралдықматериал	150 дейін	150...220	220 жоғары
Жылдам кескіш	<i>Қайрау</i>		
болат	25...45	15...27	12...20
	<i>Фрезерлеу</i>		
	20...40	15...25	10...20
Қатты қоспа	<i>Қайрау</i>		
	80...200	50...90	30...60
	<i>Фрезерлеу</i>		
	80...120	50...100	40...80

Жоғары беріктіктегі шойындарды өңдеу барысында (графиттік қосылыстардың шар тәріздес пішіні) ағызба жаңқа пайда болады (сынғыш, тез сынады). Шойындардағы графит, ішкі май қызметін атқарады, оның металдағы болуы үйкелу коэффициентіне, тиісінше кесу аймағының температурасына ықпал етеді (төмендетеді).

Шойындардың өңделімділігі, құрамында жоғары қаттылыққа ие қалыптандыру пішіндері, оксидтер бар, құю қабықшасы бойынша құймаларды өңдеу барысында айтарлықтай төмендейді.

Олардың жоғары қаттылықтарынан (45... 55 HRC) ақ (ақталған) шойындарды өңдеу қиындық тудырады – бұл қиын өңделетін материалдар.

Жоғары өңделімділікті материалдарды өңдеу барысында, Құралдың жоғары өнімділігі мен төзімділігі қамтамасыз етіледі. Арнаулы материалдарды өндегенде (A12, A40Г) автоматты болаттары, (ЛС59-1) автоматты латуні) жаңқаны шығарудың жеңілдігі және өңделетін беттің аз бұдырлығына қол жеткізіледі.

Автоматты болаттарға арналған өнімділік критерийі v_{60} , әдеттегі болаттармен салыстырғанда 2-5 есеге артады.

Мыс және алюминий негізіндегі түсті қоспалардың өңделімділіктері жоғары.

Латуньдар мен қолаларды өндегенде (мыс негізіндегі қоспаларын), кесу жылдамдығы болаттарды өндегеннен 2-3 есе жоғары болады, өңделетін беттің жоғары сапасы қамтамасыз етіледі.

Алюминий негізіндегі қоспалар жоғары емес механикалық қасиеттерге ие, оларды жоғары кесу жылдамдықтарында өңдейді. Бұл қоспаларды өңдеу барысындағы қиындық, өңделіп отырған материалдың аспапқа жабысуы болып табылады. Мұның антифрикциялық жабындысы бар құралды пайдалана отырып алдын-алғ болады.

Қиын өңделетін материалдарға *келесілер жатады:*

- Коррозияға төзімді және ыстыққа төзімді болаттар және қоспалар: Х18Н10Т, ЖС6-К және т.б. (кесу барысындағы тойтармаған жоғары бейімділік; кесу аймағында жылудың шоғырлануына алып келетін төменгі жылу өткізгіштік; температураның жоғарылағандығындағы төмен беріктігінің осалдануы);
- титан қоспалар (бетте титан оксидтерінің пайда болуына алып келетін жоғары химиялық белсенділік, жоғары қаттылық; жоғары температураларда құралдық материалдан (ол осалданады) өңделетінге (ол беріктігі артады) көміртектің диффузиялануы мүмкін;
- жоғары беріктіктегі болаттар және қоспалары (беріктік шектері 1 800... 2 000 МПа кем емес; кесу үдерісінде кескіш жиектің бұзылуы мүмкіндігінің артуы; кесу аймағындағы температура өңделетін материалдың беріктігінен жоғары);
- жоғары қаттылықтағы материалдар —35.40 HRC жоғары(Құралдың кесу барысындағы күшті тозуы);
- балқуы қиын металдар (вольфрам, молибден, ниобий және олардың негізіндегі қоспалар) жоғары қаттылыққа ие, бұл Құралдың тозуына алып келеді; диффузиялық тозудың артуы (титан қоспаларына ұқсас)).

5.2.2. Құралдық материалдарды қолдану бойынша ұсынылымдар

Құралдық материалдарды таңдау критерийі. Құралдық материалдарды таңдау оның негізгі және технологиялық қасиеттерімен; өңдеу шарттарымен: өңделетін материалдың қасиеттерімен, қажетті өнімділікпен және т.б., сонымен қатар кесуші құралдың конструкциясымен анықталады.

Құралдық материалдардың қасиеттері 5.3-ші кестеде келтірілген.

Құралдық және жылдам кескіш болаттар. Құралдық болаттар шектеулі ғана қолданылады, өйткені олар жылу өткізгіштікке ие емес.

5.3-ші кесте. Құралдық материалдардың физикалық-механик алық қасиеттеріі

Материал	ҚаттылықHV	E , МПа	$\sigma_{\text{ніл}}$, МПа	Жылу өткізгіштік, кал/(см • с • °С)	Сызықтық кеңею коэффициенті, $10^6 \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$	Жылуға төзімділік, °С
Алмас	10 000	9 000	200...500	0,35	0,9... 1,45	700... 800
Эльбор	9 000	7 200	—	0,100	2,5...4,7	1 300... 1500
Кескіш керамика ЦМ332	2 000... 2 300	400	300	0,010	7,9...8,2	1200
T15K6	1 600... 1 700	5 200	1200	0,065	6,0	1000
BK8	1500... 1 600	5 400	1600	0,040	5,0	900
Ескерту. 2,4-ші кестеге ескертудерді қараңыз P181	940... 960 (256)	2 200	3 000	0,058	11,0	600

1)Жылдам кескіш болат жасатылған калыпта 256 НВ қаттылығына ие.

Бұл болаттардан жасалынған аспаптарды пайдаланғандағы кесудің рұқсат етілген жылдамдықтары – 5 ... 10 м/мин. Оларды төменгі жылдамдықтармен жұмыс істейтін құралдарды дайындау үшін қолданады: созғыштар – ХВГ, қашаулар – 9ХС, егеулер – У13, қол таңбалағыштары – 9ХС, бұранда кескіштерді – ХВСГ және т.б.

Өнеркәсіпте жылдам кескіш болаттар кеңінен пайдаланылады. Оларды пайдалану барысындағы кесу жылдамдығы – 30...50 м/мин. Жоғарыөнімділікті материалдарды ($K_v > 1$) және 260 НВ дейінгі қаттылықтағы материалдарды (жасытылған қалыптағы болаттарды, шойындарды) өңдеу үшін, қалыпты өнімділіктегі жылдам кескіш болаттардан жасалынған аспаптарды қолданған тиімді (мысалы, Р6М5). Құралдың беріктігін арттыруға жоғары көміртекті жылдам кескіш болаттарды қолдану арқылы қол жеткізілуі мүмкін (мысалы, 10Р6М5). Кесу жылдамдығын арттыруға құрамында кобальты бар жылдам кескіш болаттарды (Р6М5К5, Р9К5) немесе тозуға төзімді жабындылы құралды (КИБ әдісі) қолдану арқылы қол жеткізілуі мүмкін.

Қаттылықтары 260...280 НВ және $K_v = 0,3, 0,7$ жоғары материалдарды өңдеу үшін (мысалы, шамамен 0,4% көміртектен тұратын жақсартылған көміртекті және төмен қоспаланған болаттар; жоғары қоспаланған болаттар), жоғары өнімділікті болаттардан – 10Р6М5, Р12Ф3 жасалған аспаптарды немесе жабындылы құралды қолданған тиімді.

Қиын өңделетін материалдарды ($K_v = 0,05, 0,3$) кобальттан тұратын жылдам кескіш болаттардан жасалған аспаппен өңдеу қажет.

Коррозияға төзімді және ыстыққа төзімді болаттар мен қоспаларды өңдеу үшін, неғұрлым тозуға төзімді ретінде ванадийдің жоғары құрамы бар (Р12Ф4К5) болаттардан жасалған аспаптарды пайдалану ұсынылады; балқытылуы қиын титан қоспалары мен балқытылуы қиын металдар негізіндегі қоспаларды өңдеу үшін – көміртексіз болаттан жасалынған құралды қолдану қажет (В11М7К23). Осылайша, өңделетін материалға көміртектің диффузиясы есебінен диффузиялық тозу жоққа шығарылады.

Жоғары беріктіктегі болаттар мен қоспаларды өңдеу үшін кобальттық, жылдам кескіш болаттардың неғұрлым берігінен жасалған құралды пайдалану қажет (Р6М5К5).

Жоғары қаттылықтағы материалдарды өңдеу үшін, неғұрлым жоғары қаттылыққа ие, жылдам кескіш болаттардан жасалынған құралды қолдану қажет (Р9М4К8Ф, В11М7К23).

Қатты қоспалар. Қатты қоспаның кескіш керамикамен және АҚМ салыстырғандағы неғұрлым жоғары механикалық қасиеттері, оны неғұрлым әмбебап аспап етіп жасайды. Метал өңдеуші өнеркәсіпте қатты қоспалардан жасалынатын аспаптардың үлесіне алып тасталынатын жаңқалардың негізгі көлемі келеді.

Қатты қоспалардан жасалынатын аспаптарды әдеттегі

өңделімдіктегі материалдарды (конструкциялық болаттар, шойындар), сонымен бірге қиын өңделетін материалдарды өңдеу барысында пайдаланады.

5.4-ші кесте. Отандық қатты қоспалардың ISO біліктілігіне сәйкестіктері

ISO бойынша топ	Қоспалар	ISO бойынша топ	Қоспалар	ISO бойынша топ	Қоспалар
P01	T30K4, TH20	K01	BK3, BK3-M	M05	BK-OM
P10	T15K6, KHT16	K10	BK6-M, BK6-OM	M10	BK6-M, TT8K6
P25	TT20K9	K20	TT8K6	M20	TT10K8
P30	T5K10, TT10K8	K30	BK8, BK4	M30	BK10-OM, BK8
P40	T5K12, TT7K12	K40	BK8, BK15	M40	TT7K12, BK10-OM
P50	TT7K12				

Кескіш аспаптарды дайындау барысында пайдаланылатын қатты қоспаларды тиімді пайдалану, өңделетін материалдың қасиеттеріне байланысты ISO біліктілігінде есепке алынады, оларды келесі топтарға бөледі (5.4-ші кесте).

Қоспалар топ шеңберінде өз кезегінде механикалық қасиеттері бойынша бөлінеді. Оларға екі мәнді индекс беріледі —01-ден 50-ге дейінгі (мысалы, P01, M10, K40). Индекс неғұрлым төмен болған сайын, қоспаның қаттылығы мен тозуға төзімділігі жоғары, бірақ беріктігі төмен болады, яғни 01 индексті қоспалар топ шеңберіндегі максималды қаттылыққа ие, ал 50 индексті қоспалар – ең үлкен беріктікке ие. Осылайша, төмен индексті қоспалардан жасалынған аспаппен өңдеу, жоғары кесу жылдамдықтарымен, бірақ төменгі берілістермен және кесу тереңдіктерімен жүзеге асырылады.

Жалпылама, нақты операциялар үшін нақтылаусыз, қоспалардың шамалас міндеттерін көрсетуге болады: 01... 10 индексімен – таза өңдеу үшін; 05.20 – жартылай таза өңдеу үшін; 30.40 – алғашқы өңдеу үшін; 40.50 – өте ауыр жағдайларда өңдеу үшін (құйма қабықшасы бойынша, соқылармен және дірілдермен және т.б.).

Кескіш керамика. Кескіш керамика қатты қоспалар тәрізді әртүрлі материалдарды өңдеу үшін пайдаланылуы мүмкін, оның ішінде болаттарды және жоғары және төмен қаттылықтағы шойындарды.

Кескіш керамика қатты қоспалармен салыстырғанда, үлкен жылуға төзімділікке ие, бұл кескіш керамикадан жасалынған құралдың кесу жылдамдығын айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді.

Осылай, болаттардан және шойындардан жасалынған дайындамаларды қатты қоспалардан жасалған құралмен қайрау барысындағы ұсынылатын жылдамдық 230... 250 м/мин құрайды, ал кескіш керамикадан жасалған құралмен кесу барысындағы кесу жылдамдығы 500.700 м/мин дейін ұлғаюы мүмкін.

Бірақ, кескіш керамикадан жасалған құралды, материалдың төмен беріктік қасиеттеріне байланысты айтарлықтай күштік жүктемелермен кесу барысында пайдалануға болмайды.

5.5-ші кесте. Кескіш керамиканы қолдану бойынша ұсынылымдар

Өңделетін материал	Қаттылық	... өңдеуге арналған кескіш керамика	
		жартылай таза	таза
Шойын			
Сұр	143.289 НВ	ВО-13, ВШ, ЦМ-332	ВО-13, ВШ, ЦМ-332
Таптауға көнгіш	163.269 НВ	ВШ, В-3, ВО-13, силинит	ВШ, В-3, ВО-13, силинит
Ағартылған	400.650 НВ	ВОК-60, кортинит, В-3	ВОК-60, кортинит, В-3
Болат			
Көміртекті күйдірілген	160.229 НВ	ВО-13, ВШ, ЦМ-332	ВО-13, ВШ, ЦМ-332
	179.229 НВ	ВО-13, ВШ, ЦМ-332	ВО-13, ВШ, ЦМ-332
Қоспаланған жасытылған	229.380 НВ	ВО-13, ВШ, ЦМ-332	ВО-13, ВШ, ЦМ-332
Жақсартылған		ВО-13, ВШ, ВОК-60, В-3	ВО-13, ВШ, ВОК-60, силинит-Р
Цементтелгеннен және шыңдалғаннан кейін	36.48 HRC	ВОК-60, В-3, кортинит	ВОК-60, В-3, кортинит
	48.57 HRC	ВОК-60, В-3, кортинит	ВОК-60, кортинит
	57.64 HRC	ВОК-60, В-3, В-71, кортинит	ВОК-60, В-3, В-71, кортинит
Қоспалар			
Мыс қоспалары	60.120 НВ	В-3, кортинит	В-3, кортинит
Никель негізінде	—	ВОК-60, В-3, В-71, кортинит	ВОК-60, В-3, В-71, кортинит

Осылайша, қатты қоспалы құралға арналған максималды рұқсат етілетін кесу тереңдігі 8 және 12 мм құрайды, ал тиісінше болаттар мен шойындарды өндеген жағдайдағы кескіш керамика үшін 2,5 және 4 мм аспайды. Кескіш керамикадан жасалынған аспап кесудің аса ауыр шарттарында қолдануға келмейді, мысалы, құйма қабықшамен жұмыс істегенде.

Кескіш керамиканың негізгі пайдалану саласы – таза және жартылай таза өндеу. Өртүрлі маркаларды қолдану бойынша ұсынылымдар 5.5-ші кестеде келтірілген.

Асақатты материалдар. АҚМ басқа құралдық материалдардан негізгі айырмашылықтары келесілер болып табылады (5.3-ші кестені қараңыз):

- үлкен қаттылығы (басқа құралдық материалдарға қарағанда 5 – 10 есе);
- иілгіштіктің үлкен модулі;
- сызықтық кеңеюдің төменгі коэффициенті;
- үлкен жылу өткізгіштік;
- минималды беріктік сипаттамалары.

Бұл ерекшеліктер АҚМ негізгі қолдану салаларын айқындайды. АҚМ жоғары беріктігінің арқасында, одан жасалынған құралды қатты материалдарды өндеу үшін пайдалануға болады (қатты қоспалар, шындалған жылдам кескіш болаттар және т.б.).

АҚМ жасалынған пластиналы кескіш құралды пайдаланғанда, тегістеу бойынша операцияны неғұрлым өнімді жүздік өндеумен алмастыруға болады (қайрау, қашау, фрезерлеу). Иілгіштіктің жоғары модулі, құралдың кесу үдерісіндегі төмен қысылуын, және нәтижесінде өндеудің жоғары дәлдігін (1-ші сыныпқа дейін) және беттің аз бұдырлығын қамтамасыз етеді. Өндеудің жоғары дәлдігіне қол жеткізуге, сонымен қатар сызықтық кеңеюдің шамалы коэффициентімен бірге жоғары жылу өткізгіштік те көмектеседі.

АҚМ төмен беріктік сипаттамалары, өндеулерді үлкен берілістермен және терең кесумен жүргізуге мүмкіндік бермейді. Осылай, бор нитриді негізіндегі АҚМ жасалған аспаппен өндеу барысында кесу тереңдігі төмендегідей шектеледі: қаттылығы 150 НВ сұр шойында өндеу барысында 3 мм; қаттылығы 60 НВ жоғары шындалған болатты өндеу барысында 0,8 мм. Үлкен беріктікке үлкен индексті композиттер ие (қатты қоспаларға арналған ISO біліктілігіне ұқсас). Осылайша, жұқалап қайрау үшін – 01 және 02, таза өндеу үшін – 01, 02 және 05, жартылай таза өндеу үшін – 05 және 10 маркалы композиттер қолданылады.

Алмас негізіндегі АҚМ пайдалана отырып дайындалған құралмен өңдеу барысында, кесу тереңдігі, пластмассаны өңдегенде —2,5 мм дейін, қатты материалдарды өңдегенде 0,5 мм тереңдікті құрайтын болады.

Синтетикалық емес (АС — синтетикалық алмас), табиғи алмастар (Амаркалы)үлкен беріктікке ие.

АҚМ жасалған құралды қолдану жаңа технологиялық мүмкіндіктерді ашады. осылай, мысалы, бейтехнологиялық жұқа қабырғалы бөлшектерді өңдеу мүмкіндігі пайда болады (мысалы, қабырғасының қалыңдығы 0,2 мм бөлшектерді қайрау).

Алмас пен бор нитриді негізіндегі аса қатты материалдар бір-бірлерін алмастырмайды, олардың өзіндік тиімді пайдалану салалары болады. Бор нитриді негізіндегі АҚМ жасалған кескіш құралдарды негізінен болат пен шойынды өңдеу үшін, ал алмас құралдарды – түсті металдарды және қоспаларды (оның ішінде, қатты қоспаларды), металдық емес материалдарды өңдеу үшін пайдаланады. Сирек кездесетін табиғи алмастар емес, синтетикалық алмастар кеңінен пайдаланылады. АҚМ бұлай пайдалану алмастың темір негізіндегі қоспаларға қатысты жоғары диффузиялық қабілеттілігімен (болаттар мен шойындар), және керісінше бұл материалдарға бор нитридінің инерттілігімен анықталады.

Айта кететіні, композиттердің (бор нитриді негізіндегі АҚМ) жне кескіш керамиканың, оның жоғары қаттылығы мен жылуға төзімділігі салдарынан қолданылу салаларын бірқатар жабу – бұл тегістеудің орнына жүзбен өңдеуді пайдалану болып табылады.

Жоғары қаттылықтағы шыңдалған болаттарды өңдеу барысында (60 HRC жоғары) композиттерді пайдаланған неғұрлым тиімді. 01 – эльбор композиті кесу жылдамдығының барлық диапазондарында, кескіш керамикаға қарағанда үлкен төзімділікке ие. Композиттің артықшылығына неғұрлым жоғары қаттылығы, жылуға төзімділігі және иілгіштік модулі, сонымен қатар жылулық кеңеюдің төменгі коэффициенті есебінен қол жеткізіледі.

Төменгі қаттылықтағы және беріктіктегі материалдарды, мысалы, шыңдалмаған болаттар, ферриттік шойындардытаза өңдеу барысында АҚМ жасалған емес, кескіш керамикадан жасалған аспаптарды пайдаланған жөн. Сонымен бірге жоғары өнімділікке қол жеткізіледі, өйткені кескіш керамикаға тән кесудің жоғары жылдамдықтарында (250... 300 м/мин жоғары),барлық маркалардағы композиттер жұмысқа қабілетсіз.

5.3. АБРАЗИВТІ ҚҰРАЛДЫ ҚОЛДАНУ

Машина құрастыруда абразивтік құралмен өңдеу, негізінен өңделетін бөлшектер мен құралдардың беттерінің қажетті дәлдіктері мен сапасын қамтамасыз ете отырып, фиништік ретінде пайдаланылады. Фиништік

өңдеу металлургиялық өнеркәсіпте алып тастау жұмыстарында кеңінен пайдаланылады.

Абразивті таңдау, бірінші кезекте, өңделетін материалдың қаттылығымен анықталады: өңделетін материал неғұрлым қатты болса, құралдық абразивтік материал соншалықты абразивтік қабілетке ие болуы қажет (5.6-шы кесте). Сонымен бірге абразивтің өзінің қаттылығын абразивтік шеңбердің қаттылығымен шатастыруға болмайды. Соңғысы түйіршіктерді үгіту қосылыстарының кедергісін бағалайды. Бұл ретте, жұмсақ шеңберлерді қатты материалдарды өңдеу үшін және керісінше пайдаланады.

Абразивтік шеңберлердің қосылысын таңдау, тегістеу шарттарына тәуелді, оларды қолдану бойынша ұсынылымдар келесідей:

- бакелииттіктер алып тастау және алғашқы өңдеу жұмыстарында, сонымен қатар таза тегістеу барысында қолданылады. Бакелииттік негіздегі арматураланған шеңберлер жоғары жылдамдықтарда тегістеуді орындауға мүмкіндік береді—60 м/с дейін;
- қатты вулканиттік қосылыс, бакелииттікке қарағанда үлкен беріктікке ие, сондықтан ол жұқа шеңберлерді дайындау үшін қолданылады. Таза өңдеу үшін үлкен икемділікке ие шеңберлер қолданылады;
- керамикалық негіздегі аспаптар профильді жақсы сақтайды және жылууды шығарады (мысалы, бұрандамен тегістеуде), бірақ керамикаға тән жоғары сынғыштығынан соқылық жүктемелерде нашар жұмыс істейді;
- метал қосылыстарындағы құралды жоғары абразивтік, сонымен қатар кескіш түйіршіктер жоғары жүктемелерді сезгендегі жоғары беріктіктегі қасиетке материалдарды өңдеу үшін пайдаланады.

5.6.-шы кесте.Абразивтерді қолдану бойынша ұсынылымдар

Өңделетін материал	Абразивтік материал
Қатты қоспалар, абразивтік материалдар (шеңберлерді түзету)	Алмас
Жоғары қаттылықтағы шыңдалған болаттар (құралдық)	Бор нитриді
Қиын өңделетін болаттар мен қоспалар	Монокорунд
Шыңдалған конструкциялық болаттар	Электркорунд (ак, хромды, титанды)
Жасытылған болат дайындамалар (алып тастау)	Қалыпты электркорунд
Шойын, түсті металдар	Кремний карбиді

Өңделген беттің бұдырлығы материалдың қаттылығына тәуелді. Болаттарды өңдеу барысындағы микротегіссіздіктердің минималды биіктігіне 63... 65 HRC қаттылығында қол жеткізіледі.

Тегістеу және қайрау операциялары көбіне құралдық және жылдам кескіш болаттардан жасалған аспаптардың беріктігін анықтайды. Қайрау тәртібін бұзған жағдайда күйіп қалулар орын алады (визуалды – күңгірт-көк немесе қара түсті аймақтардың пайда болуы). Бұл құралдың беріктігін айтарлықтай төмендетуі мүмкін. Күйіп қалулардың пайда болуы мүмкіндігі, АҚМ жасалған шеңберлерді пайдаланғанда төмендейді.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Құрал типін және оның геометриясын таңдауға қандай факторлар ықпал етеді?
2. Көрсеткіштер кесумен өңделімділікті қалай сипаттайды?
3. Құралдық материалды таңдауға қандай факторлар ықпал етеді?

6.1. КЕСУ ТӘРТІПТЕРІН ТАҢДАУ

Кесу тәртіптерін таңдау жүйелігі. Кесу тәртіптері, құралдың төзімділігін, өңделген беттің сапасын, өңдеудің өнімділігі мен құнын анықтайтын кесу жылдамдығы, беріліс, кесу тереңдігі мендерінің жиынтығы болып табылады..

Кесу тәртіптерін таңдаудың жүйелелігі бірінші кезекте, белгілі уақытпен – әрбір бөлшекті өңдеудің ұзақтығымен анықталатын, өңдеудің жоғары өнімділігін қамтамасыз ету қажеттілігімен анықталады:

$$t_{\text{ш}} = t_o + t_b + t_n + t_{\text{от}},$$

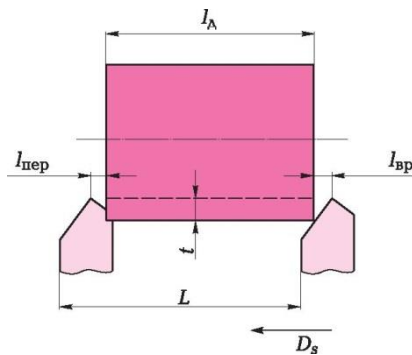
бұл жерде t_o – тікелей жаңқаны сыдырудың негізгі (машиналық уақыты); t_b – қосалқы – құралды дайындамаға әкелу (апару), жиекті немесе бүкіл құралды алмастыру, құралды көлемге баптау (орнату), дайындаманы орнату, қайтадан орнату және бекіту; t_n – станокты, құрал-жабдықтарды және техникалық үзілістерді дайындау және бапту үшін қажетті, станокқа қызмет көрсету уақыты; $t_{\text{от}}$ – жұмысшының демалысуақыты.

Жедел уақыт $t_{\text{он}} = t_o + t_b$

Қызмет көрсету және демалыс уақыттарын, шұғыл уақыттан алынған пайыздармен анықтайды, әртүрлі операциялар мен станоктар үшін ол 7... 15 % құрайды.

Кесу тәртіптерімен анықталатын негізгі уақыт өңдеумен (жаңқаны сыдырумен) тікелей байланысты.

Кесу және беріліс жылдамдықтарының тұрақты мәндерінде (көптеген операцияларға тән), бір өтпенің негізгі уақыты өтпе ұзындығының L жылдамдыққа v_s қозғалысқа D_s беріліске қатынасы ретінде есептелінеді (6.1-ші сурет): $t_o = L/v_s$, бұл жерде $L = I + I_{\text{ср}} + I_{\text{пер}}$; I – дайындама ұзындығы; $I_{\text{ср}}$ және $I_{\text{пер}}$ – тиісінше енгізу және асқыноту ұзындықтары (6.1-ші суретті қараңыз).



6.1-ші сурет. Қайрау барысындағы өтпе ұзындығы:

l_{λ} – бөлшек ұзындығы; $l_{\text{вр}}$ – ену ұзындығы; $l_{\text{пер}}$ – асқынөту ұзындығы; L – кескіш жүрісі ұзындығы; t – кесу тереңдігі

Егер, әдіп бер өтпеде сырылса, формула $t_0 = Li/v_s$ түріне енеді, бұл жерде $i = h/t$ – бүкіл әдіптерді сыру үшін қажетті өтпелер саны; h – кесудің орташа тереңдігі. Егер, әртүрлі өтпелердегі тәртіптерді өзгертсе, онда әрбір өтпенің уақытын есептейді және оларды сомалайды.

Кесу тәртіптерінің қайрау мысалындағы негізгі уақытқа ықпалына талдау жасаймыз. Қайрау барысында $t_0 = Li/(ns)$, бұл жерден n – дайындаманың айналу жиілігі, айн/мин; s – беріліс, мм/айн; $ns = v_s$.

$n = 1000v/(\pi d)$ болғандықтан, бұл жерде v – кесу жылдамдығы; d – өңделетін дайындаманың диаметрі, онда $t_0 = Lh\pi d/(1000tv_s)$. $K \approx Lh\pi d/1000$ арқылы тұрақтыны белгілей отырып, $t_0 = K/(tv_s)t_0$ аламыз.

Осыған ұқсас теңдеулерді өңдеулердің көптеген түрлері үшін алуға болады. Формуладан, t_0 негізгі уақытының, кесудің орташа тереңдігінен, кесу жылдамдығына v және беріліске s пропорционалды төмендейтіні көрініп тұр. Өнімділікті арттыру, кесудің барлық тәртіптері үлкен болған сайын ұлғаятын болады. Бірақ, олардың мәндері шектеулі: алғашқы өңдеуде – кесу күшімен, станоктың қуаттылығымен, станоктың, құрал-жабдықтардың және құралдың қаттылығымен және беріктігімен; ал таза өңдеуде – өңделген беттердің сапасына және дәлдігіне қойылатын талаптармен.

Кесу тәртіптерін арттыру құралдың тұрақтылығымен шектелген, яғни құралдың жұмыс кезеңінен T белгілі бір тозуға немесе шекті рұқсат етілетін бұдырлыққа немесе басқа да технологиялық критерийге (дәлдікке; дірілдің пайда болуына) жеткен сәтке дейін. Құралдың кесу кесу тәртіптерінен тәуелділігін шамамен келесі теңеумен көрсетуге болады: $T = C_T/(v^x s^y t^z)$, бұл жерде C_T , x , y , z мәндері – өңдеу түріне, бөлшек пен құралдың материалына, пайдаланылатын тәртіптер диапазонына, МСС пайдалануға және т.б. тәуелді эксперименталды мәндер.

Қатты қоспадан жасалынған кескіш пластиналы кескішпен конструкциялық болаттан жасалынған дайындаманы қайрау барысындағы деңгейлердің көрсеткіштерінің мысалдық мәндері: $x \approx 3$; $y \approx 1,7$; $z \approx 0,8$. Кесу жылдамдығы 2 есеге ұлғайғанда құралдың тұрақтылығы 8 есеге төмендейді; берілісті 2 есеге ұлғайту тұрақтылық тек 3,2 есеге, ал тереңдікті – 1,7 есеге төмендетеді.

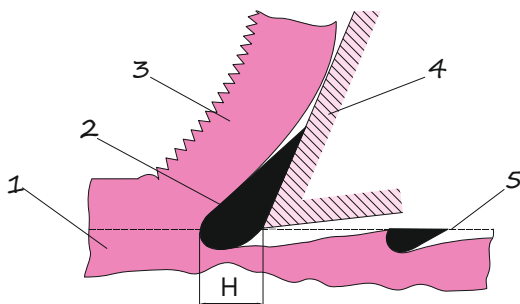
Өңдеудің басқа түрлеріне арналған сандық мәндер айтарлықтай өзгерулері мүмкін, бірақ ықпалдың сипаты қалады: құралдың тұрақтылығына ең үлкен ықпалды кесу жылдамдығы, ең төменін – тереңдік көрсетеді.

Құралдың тұрақтылығына ең төменгі ықпалды кесу тереңдігі көрсететіндіктен, осы параметрді бірінші кезекте таңдау қажет. Кесу тереңдігінің t ең үлкен рұқсат етілетін мәнін қабылдау тиімді, оған қоса, оның артуы өтпелердің санын кемітеді және осылайша, қосалқы уақытты қосымша азайтады, яғни өңдеудің өнімділігін арттырады. Сосын, s берілістің ең үлкен рұқсат етілетін мәні, және ең соңғы кезекте – онда, T құралдың рұқсат етілетін тұрақтылығы қамтамасыз етілетін, v жылдамдық мәні таңдалып алынады. Бірқатар ерекшеліктер бар. Мысалы, шойынды композиттен жасалынған кескіш бөлікті рездермен бүйіржақтық фрезерлеу барысында, алдымен кесудің максималды рұқсат етілетін жылдамдығын, сосын берілісті беру ұсынылады. Бұл мұндай өңдеу барысында, берілістің көбіне кесу жылдамдығына қарағанда құралдың тұрақтылығына үлкен ықпал жасайтындығымен байланысты.

Кесу тәртібінің шектеулері. Дайындамадан бір өту арқылы әдіпті алу жолымен беттің берілген дәлдігі мен сапасын алу әдетте мүмкін емес. Оны екі немесе одан да көп өтпелер арқылы сыдырады. Бастапқы сыдыруларды алғашқыларға, соңғыларын – таза өңдеуге (жартылай таза) жатқызады.

Алғашқы кесу тәртіптеріндегі енгізгі шектеу P кесудің рұқсат етілетін күші, құралдың, жабдық бөлшектерінің, станоктың беріктігі мен қаттылығы, сонымен қатар оның қуаттылығы болып табылады. P ұлғаюымен дайындаманың және құралдың деформациялануы артады, дірілдеу ұлғаяды, өңделген беттің дәлдігі мен сапасы төмендейді; тұтынылатын қуаттылық артады.

Кесу күшіне ең үлкен ықпалды кесу тереңдігі, ал аз ықпалды беріліс және ең төменгі ықпалды – v кесу жылдамдығы жасайды. v ұлғаюымен кесу күші, кесілетін қабаттың қаттылығы мен беріктігінің кемуі және кесу аймағы температурасының артуы есебінен тіпті бірқатар төмендеуі де мүмкін (1.3 қосалқы бөлімшені қараңыз).



6.2-ші сурет. Кесу барысындағы қақ:

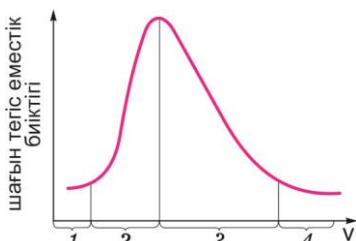
1 – дайындама; **2** – қақ; **3** – жаңқа; **4** – аспаптың жүзі; **5** – өңделген бет; **H** – қақтың биіктігі

Таза тәртіптердегі негізгі тәртіп – қажетті сапаны және беттің дәлдігін қамтамасыз ету.

Микротегіссіздіктердің биіктіктерінің кесу жылдамдығынан тәуелділігі қақтың түзілуімен анықталады. Кесумен өңдеу барысында (әсіресе пластикалық металдарды) құралдың **4** жүзінің алдыңғы бетінде, аспап материалы (өңделетін материал аспапқа пісіріледі) және дайындамадан сырылатын материал **1** арасында (**3** жаңқа) адгезиялық байланыстардың пайда болуы есебінен, биіктігі **H** болатын **2** қақ түзілуі мүмкін (6.2-ші сурет). Қақ **5** өңделген беттің сапасын нашарлатады, өйткені тесіктер мен атыздар түзе отырып оған кіреді.

Қақ 18... 30 м/мин кесу жылдамдықтарында қарқынды түзіледі, ал 10.12 м/мин дейінгі және 50.70 м/мин жоғары кесу жылдамдықтарында іс жүзінде түзілмейді де.

Қақтың түзілуі шарттарына сәйкес, өңделген беттің сапасы да өзгереді (6.3-ші сурет). Кесудің үтөменгі жылдамдықтарында қақ түзілмейді, бұл диапазон беттің жоғары сапасын қамтамасыз етеді (6.3-ші сурет, 1 аймақ).



6.3-ші сурет. Кесу жылдамдығының микротегіссіздіктер биіктігіне ықпалы:

1, 4 – қақ жоқ аймақтар; **2, 3** – қақтың түзілуі аймақтары

Кесу жылдамдығын арттыру кесу аймағындағы температураның ұлғаюуына, қақтың түзілуіне және микротегіссіздіктердің биіктіктерінің максимумға жетуіне алып келеді (6.3-ші суреттегі 2 аймақ).

Кесу жылдамдығы үдегенде қақтың түзілуімен бірге кесу күші де және тиісінше жаңқа – аспап жанасуы аймағында үйкелу күші де ұлғаятын болады.

Үйкеліс күштері адгезия күштерінен асқан жағдайда, қақтың жойылу және беттің сапасының жақсаруы орын алады (6.3-ші суреттегі 3 аймақ). Белгілі бір жылдамдықтарға жеткенде қақ түзілу аймағынан шығу орын алады, микротегіссіздіктердің биіктіктері кесу жылдамдығына тәуелді емес (6.3-ші суреттегі 4 аймақ).

Осылайша, беттің жоғары сапасына кесудің төменгі немесе жоғары жылдамдықтарында қол жеткізіледі (кесудің төменгі жылдамдықтары – созылуда, жайылуда (3.5, 3.9 –шы қосымша бөлімдерді қараңыз); қатты косялармен, кескіш керамикамен, АҚМ жабдықталған аспаптарда кесудің жоғары жылдамдықтары). Кесу жылдамдығының ұлғаюы (6.3-ші суреттегі 4 аймақ) тиімді, өйткені беттің жоғары сапасымен бір уақытта негізгі уақыт та төмендейді, яғни өнімділік артады.

Кесу жылдамдығын шектеу құралдық материалдың жылуға төзімділігімен айқындалады: температура рұқсат етілгеннен ұлғайған кезде қаттылық төмендейді, бұл құралдың тозуын күшейтеді немесе жұмыс істеу қабілетін жоғалтуына алып келуі мүмкін. Құралдың жаңқамен жанасу аймағындағы θ температурасына кесу жылдамдығы күшті ықпалы жасайды: одан кемірек – беріліс пен кесу тереңдігі: $\theta = At^n s^q v^p$, бұл жерде A – өңдеу түрі мен шарттарына тәуелді коэффициент (өңделетін материал, аспап геометриясы және т.б.); n, q, p – өңдеудің барлық түрлеріне арналған сандық коэффициенттер $n < q < p$. Конструкциялық болаттарды өңдеу барысында (қайрау, фрезерлеу және бұрғылау) бұл коэффициенттердің орташа мәні келесілерді құрайды: $n = 0,1; q = 0,2; p = 0,4$.

Берілістің өңделген беттің бұдырлығына ықпалы белгілі. Микротегіссіздіктердің биіктіктері қаншалықты биік болса, беріліс те соншалықты үлкен болады. Микротегіссіздіктердің болуы кесу кинематикасымен анықталады. Мұны цилиндрлік бетті токарлық кескішпен және жазық бетті цилиндрлік фрезбен өңдеу мысалында көрсетеміз (6.4-ші сурет).

Токарлық өңдеу барысында кескіш жиек дайындамада кесу үдерісінде s қадамды бұрандалы бетті қалыптастырады (6.4, а суреті). Микротегіссіздіктердің есептік биіктігі Rz_p үшбұрыштың mnp биіктігіне тең pk : $Pk = mp \cdot \sin \varphi_1 (mpk \text{ үшбұрышынан})$; $mp = mq / \sin \angle mpq (mq \text{ үшбұрышынан})$; $mq = a$; $\angle mpq = \angle \varphi + \angle \varphi_1$ (бұл бұрыш mnp үшбұрышына сыртқы); $a = s \sin \varphi$.

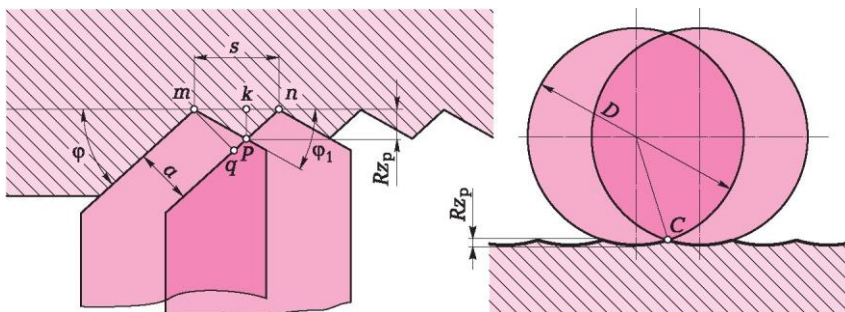
Осылайша, ауыстырғаннан кейін, келесіні аламыз

$$Rz_p = s \sin \varphi \cdot \sin \varphi_1 / \sin (\varphi + \varphi_1).$$

Фрезерлеу барысында Rz_p микротегіссіздіктердің биіктігі, бір-бірлерінен s_z – тіске беріліс қашықтығына қалып отырған, фрездің D диаметрінің екі шеңберінің қиылысуы C нүктесінің қалпымен анықталады (6.4, б суреті):

$$Rz_p = D/2 - \sqrt{(D^2 - s_z^2)/4}.$$

Келтірілген формулалар микротегіссіздіктердің есептік (теориялық) формулаларын көрсетеді. Микротегіссіздіктердің нақты биіктіктері әрқашан да жоғары. Бұл, оның ішінде өңдеу барысындағы дірілеумен, қақпен, деформациялармен байланысты. Сонымен бірге, олар өңделген беттің бұдырлықтарын төмендету үшін берілісті кеміту қажеттігін көрсетеді.



6.4-ші сурет. Қайрау (а) және фрезерлеу (б) барысындағы микротегіссіздіктердің Rz_p биіктігі: s – айналымға беріліс; a – кесілетін қабаттың қалыңдығы; φ – жоспардағы негізгі бұрыш; φ_1 – жоспардағы қосалқы бұрыш; s_z – тіске беріліс; D – фрездің сыртқы диаметрі

Кесу тереңдігін арттыру, беттің сапасын төмендетеді, өйткені сонымен бірге кесу күші де артады. Оның ұлғюымен дайындаманың және Құралдың деформациялануы артады, дірілдеу күшейеді, бұл өңделген беттің көлемдерінің дәлдіктерінің және сапасының төмендеуіне алып келеді.

Қарастырылған факторлардан бөлек, беттің сапасына материалдың қасиеттері ықпал етеді: қаттылықтың артуы микротегіссіздіктердің биіктіктерін төмендетеді, яғни өңделген беттің сапасы жоғары.

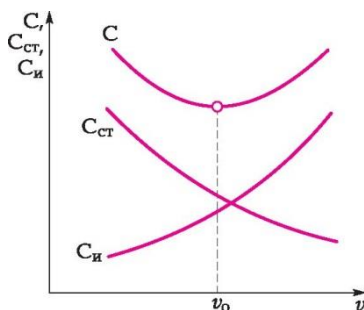
Үйкеліс коэффициентін төмендететін факторлар да осыған ұқсас ықпал етеді – МСС, аспап беттерін бабына келтіру.

Кесу тәртіптері және өндеу құны. C , өндеуімен тікелей байланысты C бөлшегінің құнының үлесі, станок ($C_{ст}$ — амортизация, электрэнергиясы, шығыс материалдары және т.б. құны) және аспап ($C_{и}$ — метал сынығына арналған бағаны алып тастағандағы құралдың және оны қайраудың құны) жұмыстарына келетін, бір бөлшекті өндеу уақыты шығындары ретінде анықталады: $C = C_{ст} + C_{и}$.

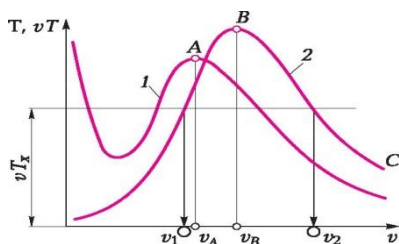
Ең қымбат тұратын жабдықтар СББ бар станоктар, көп мақсатты станоктар және құралды автоматты алмастыратын станоктар болып табылады.

Қымбатқа түсетін аспап арнаулы, жоғары дәлдіктегі және АҚМ жабдықталған аспап және т.б. болып табылады. Аспаптарға арналған шығын, оларды қайтадан қайраумен еңбекті қажет етуі ұлғайған жағдайда артатын болады.

Кесу тәртіптері ұлғайған жағдайда, бөлшектерді өндеу уақыттары қысқарады, сондықтан бір бөлшекті өндеуге арналғаны $C_{ст}$ шығындары кемиді (6.5-ші сурет). Бірақ, бұл ретте құралдың тозуы жылдамдайды (негізгі фактор – кесу жылдамдығы), оның төзімділігі төмендейді және $C_{и}$ шығындары артады. $C_{ст}$ және $C_{и}$ шамаларының v кесу жылдамдығына тәуелділігі күрделі сипатқа ие, бірақ бірқатар орташа қалыптар үшін оны графиктер түрінде көрсетуге болады. Оңтайлы v_0 кесу жылдамдығында, C жалпы шығындардың шамасы минималды болады (6.5-ші суретті қараңыз). Егер, сонымен бірге, кесу тереңдігі t және берілісмаксималды рұқсат етілген мәндерге ие болса (яғни, өндеу барысында көлемдердің қажетті дәлдіктері, өңделген беттердің бұдырлықтары және т.б. қамтамасыз етілсе), онда мұндай жолмен табылған v_0 , t және өндеудің минималды құны шартына сәйкес келеді.



6.5-ші сурет. Өндеу құнының кесу жылдамдығына байланысты өзгеруі: C – станоктағы бір бөлшекті өндеу құны; $C_{ст}$ – станок жұмысының құны; $C_{и}$ – аспап жұмысының құны; v – кесу жылдамдығы; v_0 – кесудің оңтайлы жылдамдығы



6.6-шы сурет. Құралдың төзімділігінің қайрау барысындағы кесу жылдамдығына тәуелділігі:

- 1 – Құралдың төзімділігінің T кесу жылдамдығына тәуелділігі;
- 2 – vT төзімділіктің v ; v_A – төзімділік T максималды болатын жылдамдықтан; v_B – төзімділік vT максималды болатын жылдамдықтан; vT_x – ерікті нүктедегі төзімділіктен; v_1 және v_2 — vT_x төзімділігіне сәйкес келетін жылдамдықтардан, кесу жолы метрлермен көрсетілген, vT төзімділігіне тәуелділігі

Мұндай тәртіптер экономикалық деп аталады. Экономикалық тәртіптер, әдетте, үлкен өнімділікті қамтамасыз ететін (уақыт бірлігіне шаққандағы максимум бөлшектер) тәртіптерден біршама төмен болады.

Өңдеудің нақты шарттарына арналған v_0 және экономикалық тәртіптерінің дәл анықтау, тәжірибелік деректердің көп мөлшерін талап етеді. сондықтан, оларды анықтамалық деректер бойынша шамалап анықтайды, ал сосын олар жағдайында түзетеді.

Кесу тәртіптерін таңдау жағдайында құралдың төзімділігі кезеңінің T кесу жылдамдығына v тәуелділігін ескеру қажет (6.6-шы сурет). 1 қисық сызығы құралдың төзімділігінің T , қайрау барысындағы кесу жылдамдығына v тәуелділігін көрсетеді, 2 қисық сызығы – кесу жолдарының метрлермен көрсетілген vT төзімділігінің кесу жылдамдығына v тәуелділігін көрсетеді. v_A жылдамдық құралдың максималды төзімділігін, v_B жылдамдығы – өңделген бөлшектердің максималды санын (аспап жүріп өткен ең үлкен жол) қамтамасыз етеді. бұл тәуелділіктердің максимумдары (А және В нүктелері) сәйкес келмейді.

Келтірілген тәуелділіктер сонымен қатар, бірдей төзімділікте, мысалы, vT_x төзімділігінде, v_1 жылдамдығына қарағанда, v_2 үлкен жылдамдығымен жұмыс істеу тиімдірек болуы мүмкін екендігін көрсетеді. Бұл жағдайда, құралдың vT_x төзімділігінде, бірақ үлкен жылдамдығында ($v_2 > v_1$), үлкен өнімділікке қол жеткізіледі.

6.2. МАЙЛАП-СУЫТУ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ОРТАЛАРЫ

Механикалық өңдеу операцияларының көбі, майлаушы, суытушы және жуушы әрекеттерді атқаратын, майлап-суытушы технологиялық орталарды (МСТО) қолдана отырып жүзеге асырылады.

МСТО малаушы әрекеттері – бұл құралдың, жаңқаның және бөлшектердің жанасу беттерінде, аспап беттерінің жаңқалармен және өңделген беттермен толықтай немесе ішінара жанасуларының алдыналатын пленканы қалыптастыруға қабілеттілік. МСТО суытушы әрекеттері жылуды өңделетін бөлшек пен құралдың жанасу беттерінен бөлек алып кетуде болып табылады. МСТО жуушы әрекеттері – бұл сұйықтықтардың құралдыңжанасуы беттерінен жаңқалар бөлшектерін және тозу өнімдерін жойып отыруға қабілеттілігі. Пайдаланатын МСТО сұйық (МСС), қатты және газ тәрізді деп бөлінеді.

Қолданылатын МСС су және май негізіндегі деп бөлуге болады. Бірінші топқа әртүрлі электролиттердің және май эмульсияларының (суда өлшенген май тамшылары) су ерітінділері жатады. Бұл сұйықтықтар жоғары суытушы және төмендетілген майлаушы қасиеттерге ие. Екінші топ – жақсы майлау және төмендетілген жуу қасиеттеріне ие, өсімдік майлары және таза және әртүрлі қоспалары бар минералды майлар.

МСС таңдау өңделетін материалдың қасиеттерімен және өңдеу шарттарымен анықталады. Кесу аймағында жоғары температура пайда болатын операциялар үшін (кесудің жоғары жылдамдықтары, алғашқы өңдеу тәртіптері) су негізіндегі МСС қолданады. Жоғары емес таза өңдеу тәртіптерінде (бұрандаларды кесу) МСС бірінші кезекте майлау әрекетін көрсетуі қажет, сондықтан мұндай май негізіндегі МСС қолданады.

Өнеркәсіпте «Укринол», «Аквол» типті концентраттар негізіндегі су МСС, сонымен қатар МР сериялы майлар кеңінен қолданылады.

Суға араластырылатын «Укринол-1М» (эмульсол) МСС жақсы коррозияға қарсы қасиеттерге ие және су эмульсиялары түрінде болаттарды (оның ішінде коррозияға төзімді), түсті қоспаларды кесу, фрезерлеу операцияларында қолданылады. Ұсынылатын концентрациялары: өңдеудің жеңіл тәртіптеріндегі болаттарды өңдеу барысында – 3...5%, орташа – 5...7 %, түсті металдар – 5... 10 %.

«Аквал-2» қажғауға қарсы қоспалар және коррозия ингибиторлары қосылған, минералды майдағы эмульгаторлар композициясы болып табылады, ол қайрау, бұрғылау, фрезерлеу, жаю, бұранда кесу, ауыр тәртіптердегі тарту және тегістеу операцияларында қоспаланған коррозияға төзімді, ыстыққа төзімді және ыстыққа берік болаттар мен қоспаларды өңдеу барысында 5... 10%-дық су эмульсиясы

түрінде қолданылады.

Майлы МСС «МР-7» көміртекті және қоспаланған болаттарды, сонымен қатар бірқатар өңделуі қиын болаттар мен қоспаларды (коррозияға төзімді, ыстыққа төзімді) жүздік өңдеу барысында (оның ішінде автомат – станоктарда) пайдаланылады.

Кесу аймағына МСС еркін құю арқылы, қысыммен немесе ыдыраулы қалыпта беріледі.

МСС пайдалану көптеген жағдайларда Құралдың тұрақтылығын арттырады және өнімділікті арттыру мүмкіндігін береді.

Алайда, бірқатар жағдайларда МСС пайдалану тиімді емес: мысалы, МСС қолдану қатты қоспаның термиялық тозуын өрістету есебінен тұрақтылықты төмендететін, қатты қоспалы аспаппен үздікті кесу барысында. Бірқатар жағдайларда, МСС тек құралдық материалдың температураларының шұғыл өзгеруіне жол бермеу үшін, қарқынды және сенімді, үздіксіз берілісті пайдалану қажет. Бұл оның ішінде, композиттен жасалынған фрездермен шойында фрезерлеуге қатысты.

МСС пайдаланусыз өңдеу жақсы экологиялық шарттарды қамтамасыз етеді, неғұрлым қауіпсіз және адам үшін қолайлы. Осы себеппен, МСС пайдаланусыз өңдеу, «құрғақ кесу» үлкен қолданыстарға ие болуда.

Қатты майлауыштар ретінде графит тәрізді құрылымда пайдаланылады, оның ішінде көп қабатты, қабаттар арасындағы әлсіз байланыстар. Майлау әрекеттері қабаттардың бір-біріне қатысты қозғалуы есебінен қамтамасыз етіледі. Қатты майлауыштарда дайындағанда графиттерді, йодидтерді, сульфидтерді қолданады. Осылай, молибден дисульфиді (Mo_2S) жеткілікті кеңінен қолдананылады. Қатты майлауыштарды қарындаштар, брикеттер, суспензиялар түрінде пайдаланылады, олармен аспаптардың жүздерін майлайды.

Газ тәрізді МСТО сұйықтықтарға қарағанда тандаулы ену қабілеттілігіне ие, жаңқаларды неғұрлым тиімді жояды. МСТО ретінде кесу барысындағы қышқылдандыру үдерістерінің алдын-алу үшін инертті газдарды, немесе керісінше оксидтерді түзуші, яғни оттегімен жоғары ұқсастығы бар белсенді газдарды (мысалы, көміртек диоксиді (көміртекті газ)) пайдаланады. Бұл оксидтер қорғаныс немесе антифрикциялық қасиеттерге ие. Мұндай суытуды, мысалы, оларға қатысты МСС қолдануға рұқсат етілмейтін, бірқатар титан қоспаларын өңдеу барысында пайдаланады.

6.3.1.

Ж

үздік құралдарды қалпына келтіру

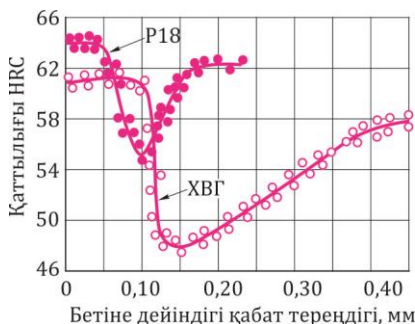
Жалпы мәліметтер. Оның пайдалану барысындағы тозуы бойынша жүздік құралды қалпына келтіруді, қайтадан қайраумен, яғни тегістеу-қайрау операцияларын орындауымен, сонымен қатар алмастырмалы кескіш пластинаны бұрумен немесе алмастырумен жүзеге асырылады.

Қайта қайрауды құралдың тозуы нормативтік шамасына жеткенде ғана орындайды. Нормативтік тозу критерийі ретінде, аспаптардың әртүрлі түрлері мен көлемдер үшін 02...2 мм құрайтын, h_3 артқы беті бойынша тозуды пайдаланады. Іс жүзіндегі тозу, көлемдердің дәлдіктері жоғалғанда немесе беттің сапасының рұқсат етілмейтін нашарлауы байқалғанда орын алған деп санаалды. Бірқатар жағдайларда, мысалы, автоматтандырылған өндірісте, қайтадан қайрауды құралдың белгілі бір жұмыс уақытынан кейін (мысалы, 15 минуттан немесе 200 минуттан кейін, немесе ауысымына 1 рет) мәжбүрлі түрде жүзеге асырылады. Қайрау барысында тегістеу-қайрау операциялары орындалады: тегістеу ($Ra1.0,5$ мкм артық емес) немесе бабына жеткізу ($Ra0,5.0,3$ мкм кем).

Қайрауға арналған станоктар және өңдеу тәртіптері. Тегістеу-қайрау операциялары әмбебап және арнаулы станоктарда орындалады. Әмбебап станоктар, оларды қайтадан жөндеу жолымен, аспаптардың көптеген түрлерін қайтадан қайрайды, оның ішінде күрделі фасондық беттермен. Арнаулы станоктар неғұрлым жоғары өнімділікті қамтамасыз етеді, бірақ қандай да бір ғана құралды, мысалы бұрғыларды, бұрамдық фрездерді, бұранда кескіштерді тегістеу және қайтадан қайрауға арналған. СББ бар қайрау станоктарын пайдалану құралдың жиектерінің пішінінің дәлдігін және күрделі, мысалы конустық бұрандалық беттердегі олардың бүкіл ұзындықтары бойынша талап етілетін геометриялық параметрлерді қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Қайрау барысындағы кесу жылдамдығы әдетте 20.30 м/с, бастапқы өңдеу барысындағы 6 м/мин дейінгі бабына жеткізу жағдайында 0,5 м/мин бойлық беріліс, кесу тереңдігі 0,005.0,4 мм. Неғұрлым төмен мәндер АҚМ бар шеңберлер орындалатын бабына жеткізу операцияларына сәйкес келеді; неғұрлым жоғары мәндер – бастапқы өтпелер мен неғұрлым ірі көлемдегі аспаптарды қайрау. Құралдық болаттарды тегістеу барысында жоғары кесу тереңдігі күйіп қалуға

алып келуі мүмкін. Күйіп қалу – бұл өзгертілген құрылымды және қасиетті метал аймағы. Бетте жұқа қайталама, ал тереңіректе – төмен қаттылықтағы жіберілген шыңдалған қабат пайда болуы мүмкін (6.7-ші



6.7-ші P18 және ХВГ күйе
сурет. аймағындағы
қаттылығының өзгеруі

Мұндай құралдың төзімділігі айтарлықтай төмендейді.

Қайтадан қайралатын құралдың сапасы мен көлемдеріне қойылатын талаптар.

Қайта қайрау барысында өңделетін беттердің қажетті бұдырлық, күйіп қалулардың жоқтығы (6.7-ші суретті қараңыз) және құралдың геометриялық параметрі сақталуы қамтамасыз етілуі қажет. Пішіндері мен көлемдері бөлшектің өңделген бетінің дәлдігіне ықпал ететін аспаптар үшін, үжәнеабұрыштарына арналған рұқсаттары реттелген және құралдың дәлдігіне тәуелді. Мұндай аспаптарға мысалы, бұрандалы кескіштер, бұрамдық фрездер, қашауыштар жатады, басқалар үшін – алдыңғы және артқы бұрыштарға арналған рұқсаттар шамамен $\pm 15^\circ$ құрайды. Қайтадан қайрау барысында көп жүзді аспаптар үшін (бұрғылар, фрездер және т.б.), құралдың түрі мен дәлдігіне байланысты 50-ден 2..5 мкм дейін болатын, біліктік және радиалды бағыттардағы аспаптардың кескіш жиектерінің соғулары бойынша талаптар ұстанылулары қажет.

Қайтадан қайрауға арналған таңдау. Тегістеу мен бабына жеткізуді, оның конструкциясына және тозу сипатына байланысты, құралдыңалдыңғы, артқы немесе қос беттері бойынша жүргізеді.

Құралдың артқы беті бойынша, γ алдыңғы және α артқы бұрыштарымен, h_3 шамасына тозуы жағдайында, оны қалпына келтіру үшін артқы беті бойынша келесі ұсынылған қабатты тегістеу жолымен сыдыру қажет: $\delta = h_3 \tan \alpha + (0,1,0,2) \text{ мм}$ (6.8, а суреті). Егер, мұндай тозуда

алдыңғы бет бойынша қайрауды жүзеге асырған жағдайда, онда айтарлықтай қалың қабатты сыдыру қажет.

Алдыңғы бет бойынша ойық пішіндегі h_n тозуы жағдайында, $\delta = h_n + (0,1 \dots 0,2) \text{ мм}$ (6,8, б суреті) қабатын сыдыра отырып алдыңғы бет бойынша қайрауды жүзеге асыру қажет.

Қос беті тозған жағдайда, алдыңғы, артқы беттер бойынша қайрау қажет.

Қатты қоспаланған пісірілген аспаптар, мысалы кескіштер, қосарланған артқы бетпен орындайды; қатты қоспалы пластинаға арналған α бұрышты және ұстағышқа арналған α бұрышына қарағанда, $2 \dots 4^\circ$ жоғары α_1 бұрышымен орындалады (6,8, а суреті). Осымен конструкциялық болаттан жасалынған ұстағыштарды және қатты қоспалы пластинаны тегістеуге арналған әртүрлі абразивтерден жасалынған шеңберлерді пайдалануға қол жеткізіледі.

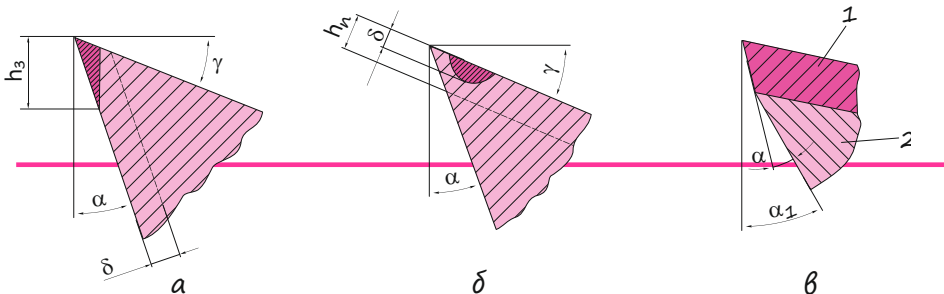
Тегістеу барысындағы алынатын қабатты азайту үшін, қатты қоспалы пластинаның өзі де екі артқы бұрыштармен қайраулары мүмкін.

Бұрғылар, қашаулар, зенкерлер, сыртқы созғыштар, өткір етіп қайралған тістері бар дискілік фрездер тозады және тиісінше артқы беттері бойынша қайтадан қайралады.

Пісірілген қатты қоспалы пластиналы токарлық кескіштер, олар қос қапталдары бойынша тозулары жағдайында, алдыңғы және артқы беттері бойынша қайтадан қайралады, бұл әрбір қайралғандағы сыдырылатын сомалық қабаттың азаюын қамтамасыз етеді.

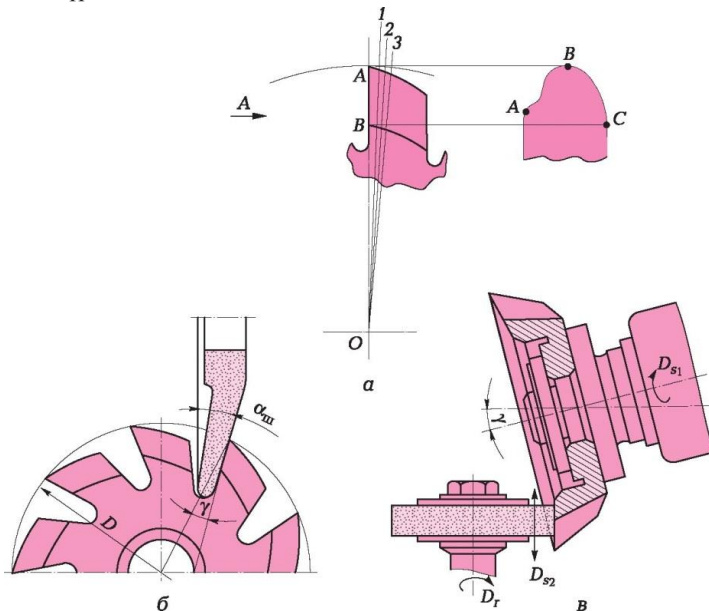
Таңбалауыштарды максималды сомалық тұрақтылықты алу үшін алдыңғы және артқы беттері бойынша қайтадан қайралады. Артқы беті бойынша екі рет қайрағаннан кейін, таңбалауыштың алдыңғы беті бойынша бір рет қайрауды жүзеге асыру ұсынылады (таңбалауыштың кескіш бөлігінде).

Күрделі, фасондық артқы беті бар құралды, тозудың көбіне артқы беті бойынша орын алатынына қарамастан, тек алдыңғы беті бойынша қайрайды. Аспаптардың мұндай түрлеріне фасондық және бұрандалық кескіштер, дискілік (6.9, а суреті) және шүйделенген бұрамдық (6.9, б суреті) фрездер, қашауыштар (6.9, в суреті), бұрандалы ирек фрездер жатады.



6.8 –ші сурет. Аспаптар жүздерінің қимасы:

a – артқы беті бойынша тозумен; b – алдыңғы беті бойынша тозумен;
 ν – қосарланған артқы бетпен; γ – артқы бұрыш; γ – алдыңғы бұрыш;
 δ – қайрау барысындағы сыдырылатын қабат көлемі; h_3 – артқы беті бойына тозу; h_n – алдыңғы беті бойына тозу; α_1 – ұстағыштың артқы бұрышы



6.9 –шы сурет. Күрделі артқы беті бар құралды қайрау сызбасы:

a – алдыңғы беті бойынша фасондық шүйделенген фрезін қайрау:

$01, 02, 03, \dots$ – тиісінше, бірінші, екінші, үшінші және т.б қайрағаннан кейінгі фрездің алдыңғы бетінің сызығы; b – бұрамдық фрезді қайрау барысындағы тегістеу шеңберін орнату сызбасы: γ – фрездің алдыңғы бұрышы; $\alpha_{ш}$ – конустық тегістеу шеңберінің профильдік бұрышы; D – фрездің диаметрі; ν – алдыңғы беті бойынша қайрауышты қайрау сызбасы: γ – қайрауыштың алдыңғы бұрышы; D_r – шеңбердің айналма қозғалысы; D_{s1} – қайрауыштың айналма қозғалысы (шеңберлік беріліс қозғалысы); D_{s2} – шеңбердің кері қарай-алға қарай қозғалысы (бойлық беріліс қозғалысы)

Алдыңғы бет бойынша қайрау фасондық кескіш жиектің өзгеріссіз пішінін сақтауға мүмкіндік береді. 6.9, a суретінде, алдыңғы бет бойынша қайрау барысында ABC кескіш жиектің фасондық пішіні сақталынатын дискілік шүйделенген фрез көрсетілген ($01, 02, 03$ және т.б. сызықтары бойынша). Бұдан бөлек, алдыңғы беті бойынша қайрау айтарлықтай қарапайым және арнайы станоктарды пайдалануды талап

етпейді.

Тегістелетін алдыңғы және артқы беттері сапасы, дұрыс таңдалған тегістеу шеңберлерінде, олардың пішіндерінде және сипаттамаларында және тегістеу мен бабына жеткізудің белгілі бір тәртіптерінде ұстанылатын болады.

Қайрау барысындағы тегістеу шеңберінің абразивті материалы, аспап материалына сәйкес таңдалуы қажет. Қайрау барысында болаттан, қаты қоспалардан, кескіш керамикадан, АҚМ жасалған аспаптарды тегістеуді және бабына жеткізуді орындайды. Шыңдалған болаттарды тегістеу барысында ақ және қоспаланған электркорунды қолданады. Қатты қоспалы құралды тегістеу үшін абразив ретінде, корунд материалдарына қарағанда үлкен қаттылыққа ие кремний карбидін қолданады. АҚМ жабдықталған құралды қайрау үшін алмастан жасалған шеңберлерді пайдаланады.

Құралды бабына жеткізуді АҚМ жасалған кескіш бөлікті шеңберлермен орындау тиімді. Болаттан жасалынған құралды өңдеу үшін, темірге қатысты инертті БТН негізіндегі шеңберлерді пайдаланады. Қатты қоспалардан, кескіш керамикадан жасалынған құралды БТН емес, алмас аспаппен өңдейді, абразивтің шығыны 2-8 есеге қысқарады.

Құралды АҚМ жасалған шеңберлермен бабына жеткізу Құралдың сапасы мен төзімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Оларды пайдалану барысындағы кесу аймағындағы температура, олардың неғұрлым жоғары қаттылықтары мен түйіршіктерінің үлкен өткірліктерінің арқасында шамамен 200 °С төмен. Бұл жылдам кескіш болаттардың күйіп қалуларын жоққа шығаруға және қатты қоспалардағы қалдық кернеулердің деңгейін төмендетуге мүмкіндік береді. Тегістеу сызаттарының пайда болу мүмкіндігі айтарлықтай төмендейді.

Құралды алғашқы өңдеу үшін баптап жеткізгенге қарағанда (12 – 6), үлкен түйіршікті (25—16) шеңберлерді пайдаланады. Төменгі түйіршіктілікте беттің жақсы сапасы қамтамасыз етіледі.

Абразивтік материалдың қаттылығы қаншалықты төмен болған сайын, өңделетін материал соншалықты қаттырақ: CM1—CM2 – жылдам кескіш болаттардан жасалған аспап үшін және M1 —M2 – қатты қоспалылар үшін.

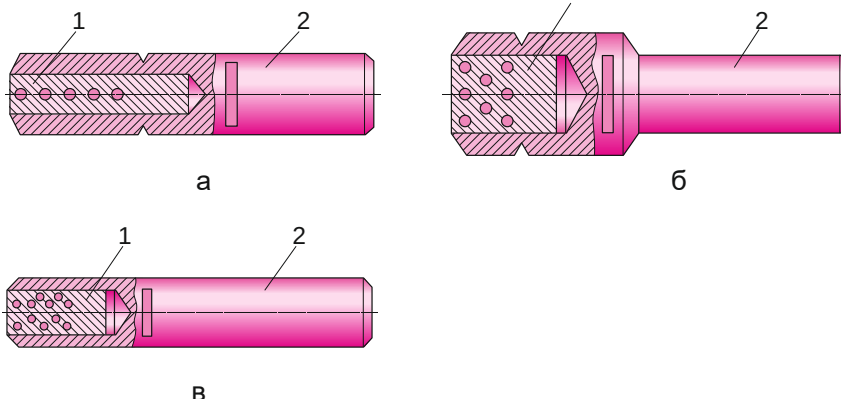
6.3.2. Абразивті құралды қалпына келтіру

Пайдалану барысында абразивті шеңберлер тозады, мұқалады. Өңдеуші бетте күйіп қалулар пайда болады, өңдеу дәлдігі төмендейді. Шеңберлердің кескіш қасиеттерін және геометриялық параметрлерін қалпына келтіру үшін, олардың қалпына келтірілулерін – түзетуді жүргізеді. Түзетуден станокқа жаңадан орнатылған шеңберлерді де,

соғуды жою үшін өткізеді. Шеңберлерді түзету үшін бірқатар технологияларды пайдаланады.

Қайрау әдісімен түзету алмас қарындаштармен, жақтаулардағы алмастармен және алмас инелермен жүргізіледі.

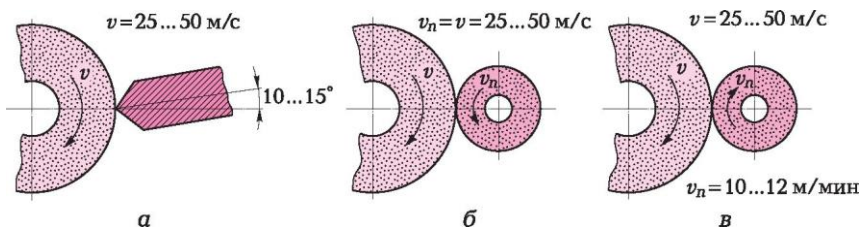
Алмас қарындаштар, оған бірнеше белгілі бір түрде орналасқан алмас кристалдары бар құрамында алмасы бар ендіріме бекітілетін металдан жасалған жақтау болып табылады (6.10-шы суретті қараңыз). Алмас қарындаштарды шеңбердің өзегіне $10... 15^\circ$ бұрышымен орналастырады. Бұл қарындашты айналдыра отырып, кесу аймағына мұқалғандардың орнына жаңа түйіршіктерді енгізуге мүмкіндік береді. Алмас қарындаштар дөңгелек, орталықсыз және фасондық тегістеуге арналған шеңберлерді және өндеудің басқа да объектілерін түзетуде неғұрлым кеңінен қолданыс тапқан. Оларды автоматтық циклде тегістеу барысында шеңберлерді түзету үшін қолданады.



6.10-шы сурет. Алмас қарындаштар түрлері:

а – кристалдар тізбегімен; **б** – кристалдардың бірнеше қабаттарымен; **в** – кристалдардың реттелмеген орналасуымен; **1** – құрамында алмас бар ендіріме; **2** – корпус

Жақтаулардағы алмастар және алмас инелер (6.11, а суреті) – жақтауға орнатылған алмастың бір кристалы бар аспап. Жақтауы бар алмастар үшкір жоғарғы шегі бар өңделмеген алмаспен жабдықталған.



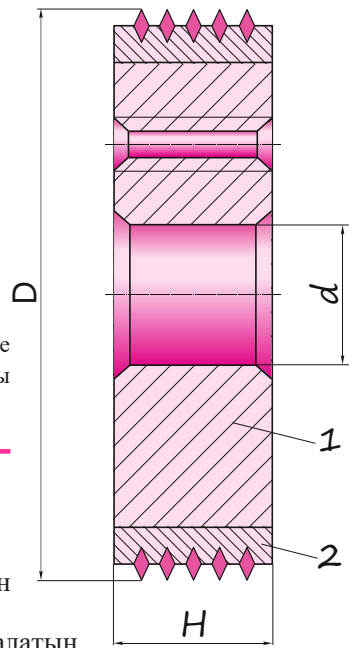
6.11-ші сурет. Абразивтік шеңберлерді түзету:

a – алмасты инемен; ***б*** – таптау әдісімен; ***в*** – тегістеу әдісімен; ***v_с***, ***v_н*** – тиісінше қалпына келтірілуші және түзетуші шеңберлердің айналу жылдамдығы

Алмас инелерде төрт қырлы пирамида түрінде бедерленген алмас пайдаланылады. Жақтаулар цилиндрлік, конустық, сатылық және т.б. тәрізді әртүрлі пішінді болулары мүмкін. Алмастар механикалық жолмен бекітіледі, оларды сонымен қатар жақтауға соғады немесе пісіреді. Жақтаудағы алмастарды үлкен габариттік көлемдердегі шеңберлерді және профильдік шеңберлерді түзету үшін қолданады, инелерді – бір орамды бұранда тегістеуіш шеңберлерді түзету үшін қолданады.

6.12-ші сурет. Алмасты ролик:

1 – болаттан жасалынған корпус; **2** – құрамында алмасы бар қабат; **D**, **d**, **H** – наружный диаметр, диаметр отвер тиісінше роликтің сыртқы диаметрі, саңылауы диаметрі және ені



Таптау әдісімен түзету жекелеген қозғалтқыштан немесе үйкеліс күші есебінен тегістеу шеңберінен айналыс алатын, түзетуші аспаппен жүзеге асырылады (6.11, **б** суреті). Түзетуші аспап айналғаннан бөлек, түзетуді жүзеге асыра отырып тегістеу шеңбері бойынша жүреді. Түзетуді алмассыз аспаппен – жоғары қаттылықтағы кремний карбидтерінен жасалған шеңберлермен, болат дискілермен және қашауастармен, қатты қоспалы роликтермен орындайды.

Таптау әдісімен түзетуді көбіне шеңбердің теңестірілуіне қол жеткізу үшін, абразивті үлкен сыдыра отырып алғашқы өндеу ертінде қолданады.

Тегістеу әдісімен түзету мәжбүрлі айналым алатын түзеткіш

аспаппен жүзеге асырылады. Түзеткіш аспап ретінде кремний карбидтерінен жасалған қатты шеңберлер (6.11-ші суретті қараңыз) және алмас роликтер (6.12-ші сурет) қолданылады.

Илеу әдісімен түзету тек профильді шеңберлерді түзету үшін қолданылады. Түзеткіш аспап – өңделетін беттің профилі бар ролик. Роликтерді 30... 32 HRC қаттылығына ие 45 және 40X болаттардан және 60... 64HRC қаттылығындағы жылдам кескіш болаттардан, тиісінше бастапқы және соңғы тегістеу барысында шеңберлерді түзету үшін дайындайды.

Сериялық және жаппай өндірісте алмас роликтермен түзетуді қолданады, мысалы, тісті доңғалақтарды тегістеу үшін пайдаланылатын корундтан жасалынған бұрамдық шеңберлерді илеу әдісімен түзету үшін.

6.3.3. Кескіш құралдың ресурсы

Құралдың $P_{и}$ ресурсы – құралдың бүкіл қызмет атқару мерзімі өндеген өнімдерінің санын білдіретін шама. Бұл мерзім құралдың оның барлық қайралуларынан кейінгі, кәдеге жаратқанға дейінгі жұмысын есепке алады:

$$P_{и} = P_{ит}(1 + k\xi),$$

бұл жерде $P_{ит}$ – құралдың оның тұрақтылығы кезеңіндегі ресурсы (екі қайралу арасындағы жұмыс кезеңі) k – қайраулар саны; ξ – кездейсоқ зиянды, қайрағаннан кейінгі төзімділіктің мүмкін болатын төмендеуін ескеретін коэффициент ($\xi < 1$).

Аспап ресурсы барлық өңделген беттердің сомалық ұзындығымен (метрлердегі); аталмыш типтегі (данадағы) өңделген бөлшектердің санымен, дайындаудың шығарылған материал көлемімен (текше метрдегі) және басқа да шамалармен көрсетілуі мүмкін.

Ресурс пайдалану шарттарымен ажырамас байланыста: өндеу түрімен, сипатымен, дайындама және аспап материалымен, кесу тәртіптерімен, МСС пайдалануымен, станоктың және құралдың қаттылығымен, рұқсат етілетін тозу критерийімен және оның шамасымен, тозудан кейін қалпына келтіру технологиясымен және т.б.

Рұқсат етілетін қайраулар немесе жиектерді алмастырулардың жалпы саны k анықтамалық әдебиеттерде немесе құралды өндіруші фирмалардың каталогтарында келтіріледі.

Мысалы, Р6М5 (жабындысымен) болаттан жасалынған диаметрі $D = 63$ мм дискілік бұрыштық фрез (3.31, k суретін қараңыз) қаттылығы 180 ... 200 НВ конструкциялық болатты өндеу барысында, кесу тереңдігі $t = 5$ мм, тіске беріліс $z = 0,08$ мм, кесу жылдамдығы $v = 40$ м/мин және эмульсиямен суыту жағдайында, $h_3 =$

0,7 мм артқы беті бойынша тозудың рұқсат етілетін шамасында $T = 60$ мин төзімділіктің тұрақты кезеңіне ие болады. Қайраулардың жалпы саны $k = 12$ (бір қайрау үшін 0,35...0,4 мм қайрау тереңдігінде). $s_z = 0,08$ мм тіске беріліс жағдайында, тістер саны $z = 20$, фрездің айналымдары саны $n = 202$ айн/мин, минуттық беріліс $s_{\text{мин}} = \pi \cdot z \cdot n$: $s_{\text{мин}} = 0,08 \cdot 202 \cdot 20 = 323,2$ мм/мин құрайды.

Төзімділік кезеңі үшін $T(60 \text{ мин})$ кесу жолының ұзындығы L (яғни, енгізу және асқыноту ұзындығы қосылған, дайындаманың өңделген бетінің ұзындығы) $L = s_{\text{мин}} \cdot T$ болады және: $323,2 \cdot 60 = 19\,392$ мм құрайды, яғни ресурс $P_{\text{иТ}} = 19,39$ м болады.

$\xi = 0,95$ коэффициентін қабылдай отырып және және қайраулардың жалпы санын есепке ала отырып $k = 12$, фрездің ресурсын есептеп шығарамыз, яғни келесіні құрайтын оның барлық қайрауларын есепке ала отырып, фрезбен өңдеу барысындағы кесу жолының ұзындығын: $P_{\text{и}} = 19,39(1 + 12 \cdot 0,95) = 240,4$ м.

Құралдың ресурсы есептелінетін анықтамалық деректер, тәжірибелік деректер негізінде түзетілулері қажет.

Жиналмалы алмастырмалы кескіш бөліктері бар, қайрауға келмейтін аспаптардың (мысалы, СМП бар), ресурсын жиектердің олардың әрқайсысы тозғаннан кейінгі мүмкін болатын алмастырылуларын есепке ала отырып және мұндай алмастырулардың жалпы санын ескере отырып анықтайды. Мысалы, кескішке орнатылған шаршы пішініндегі екі жақты СМП, пластинаның әр жағында төрт-төрттен сегіз жиегі болады. Кескіштің корпусы N пластиналарды алмастыруға рұқсат береді (мысалы, 40). Онда кескіштің бүкіл пайдалану мерзімінде жұмыс істеуші жиектердің жалпы саны $8N$ құрайды.

Құралдың ресурсын қамтамасыз ету, оның рұқсат етілмейтін артық тозуына жол бермеу үшін әртүрлі әдістер мен құралдарды пайдаланады – жұмысшыны бақылаудан өңдеу үдерісін толық автоматтандыруға дейін. Бұл ретте тозудың уақыт бойынша қалай орын алатынын білу маңызды.

Аспаптардың көптеген түрлері үшін, олардың жұмыс барысындағы тозулары (артқы беті бойынша h_3 тозу шамасымен өлшенетін, 6.8-ші суретті қараңыз) біркелкі орын алмайды. Жұмыстың басында h_3 шамасы жылдам ұлғаяды, бұл h_3 тозу шамасының құралдың жұмыс істеу уақытына тәуелділігіндегі **OA** аймағына сәйкес келеді (6.13-ші сурет), сосын тозу баяу жүреді (**A—B** аймағы — тұрақтандырылған тозу), бірақ одан әрі h_3 рұқсат етілмейтін үлкен шамасына, ал кейбір жағдайларда құралдың қатты қызуына алып келуі мүмкін жылдам, жылдамдатылған (апатты) тозу орын алады, бұл өз кезегінде қаттылықтың жоғалуына, мүмкін жиектердің үгітілуіне немесе тіпті, құралдың сынуына және дайындаманың зақымдануына алып келеді.

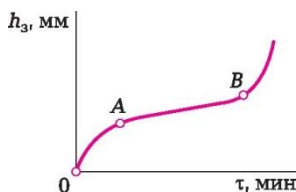
Сондықтан, құралды пайдалану барысында, Құралдың баяу тозу аймағында жұмыс істегенін бақылау аса маңызды және оның

жылдамдатылған тозу аймағындағы жұмысын жоққа шығару қажет (6.13-ші сурет, В нүктесінен оңға қарай).

СББ бар заманауи станоктарды диагностика жүйелерімен жабдықтайды. Лазерлік өлшеу жүйелері бөлшек пен құралдың көлемдерінің өзгеруін бақылауға (мысалы бұрғы диаметрі, кескіш ұстағыштан шығуы) және олардың жол берілмейтін үлкен өзгерістерін алдын-алуға мүмкіндік береді.

6.13-ші сурет. Құралдың тозу графигі:

b_3 – құралдың тозу шамасы; τ – құралдың жұмыс істеу уақыты.



Станокты басқару жүйесімен байланысты жоғары дәлдіктегі тетіктер, аспап тозған сайын ұлғаятын, кесу күшін P , қуаттылықты N , айналу кезеңін M үздіксіз өлшеп отыруды қамтамасыз етеді. бұл параметрлер белгілі бір мәнге жеткенде, сигнал беріледі, станок сөндіріледі немесе құралды автоматты түрде кері қайтару және алмастыру жүзеге асырылатын болады.

6.4. ҚҰРАЛДЫ СББ БАР СТАНОКТАРДА ПАЙДАЛАНУ

СББ бар станоктарда стандартты құралды және жабдықтарды пайдаланады. Сонымен бірге аспапқа сенімділігі, дайындау дәлдігі, орнатылуы және бекітілуі, МСС кесу аймағына тиімді алып келуі және жаңқаны шығаруы бойынша жоғары талаптар қойылады.

СББ бар станоктарда өңдеуге арналған кесу тәртіптерін таңдау *құралды өндірушілердің нормативтік құжаттары, анықтамалықтары және ұсынылымдары бойынша жүзеге асырылады. Пайдалану шамасы бойынша тәртіптер өңдеудің алынатын сапасына (дәлдігіне, бұдырлығына) және құралдың төзімділігіне байланысты түзетулер енгізіледі.*

СББ бар аспаптарға арналған аспаптар мен тәртіптерді таңдаудың әртүрлі әдістемелері бар.

Токарлық және фрезерлеуші-бұрғылаушы-қайраушы топтың СББ бар станоктарына арналған операциялық технологиялық үдерісті әзірлеу кезеңінде өңдеудің төрт мүмкін болатын кезеңі қарастырылады.

Қайрау және қашау барысында I – алғашқы өңдеу кезеңі, дайындаманың көлемдерінің 14-ші дәлдік қалыптетуіне алуға

мүмкіндік береді, II – өңделгеннен кейінгі жартылай таза кезеңі, 12—13- дәлдік қалыптетуін қамтамасыз етеді, III – таза кезеңі, 9—10- дәлдік қалыптетуін алуға; IV – әрлеу кезеңі, 7 – 8-ші қалыптетуін алуға есептелінген.

Қажетті кезеңдердің саны, дайындаманың дәлдігі қалыптетуіне және қорытынды өңдегеннен кейінгі дәлдік қалыптетуіне байланысты бірден төртке дейін болуы мүмкін. Жалпы сыдырылатын әдіп бұл ретте белгілі және негізделуі (жеткілікті) қажет.

Құралды және кесу тәртібін таңдауға арналған нормативтерді пайдалану мысалын келтіреміз (қысқартылған түрде).

Қайрау арқылы $d_1 = 28h_{10}$ (10-шы қалыптету) және бұдырлығы $Ra5$ мкм (3.10-ші суретті қараңыз) болатын сатылы біліктің цилиндрлік бегін алу талап етіледі. Материалы —30Г (207... 209 НВ) болат, дайындамасы – (IT16) қалыптама; қабыршығы бар.

Диаметрдің жартысына арналған жалпы әдібі – 6 мм.

16K20T1 модельді станок: шпиндельдің айналу жиілігі 10; 18; 25; ..., 1 400; 2 000 мин^{-1} ; **З**өзегі бойынша беріліс диапазоны (дайындама өзегі бойынша) 0,1.5 600 мм/мин; **Х** өзегі бойынша (дайындама өзегіне перпендикулярлы) 0,05.2 800 мм/мин, негізгі қозғалыс жетегінің қуаттылығы 11 кВт.

Нормативтерде келтірілген карталар бойынша, өңдеу кезеңдері санын анықтайды. 16-шы қалыптетуіне дайындамадан 10-шы қалыптетуіне алу үшін үш кезең талап етіледі: алғашқы, жартылай таза және таза өңдеу. Сонымен бірге, карталар бойынша соңғы, қорытынды кезеңінен бастап кесу тереңдігін табады: таза кезеңде $t = 0,6$ мм; жартылай таза кезеңде – 1 мм; алғашқы кезеңде – 4,4 мм.

Нормативтердің ұсынылымдары бойынша кескіштерді таңдайды: ұстағыштың қимасын (25 x 25 мм), қатты қоспалы пластинаның қалыңдығын және пішінін, қатты қоспа маркасын (Т30К4 – таза кезең үшін және Т14К8 – басқалары үшін). Бекіту: алғашқы кезең үшін сына – қысқышты және екі иінді иінтіректі – таза және жартылай таза кезеңдер үшін (3.14-ші суретті қараңыз).

Өңделетін материал, беттің қалпы (қабыршық, қабықша), қатты қоспа маркасы, кескіш маркасы, станоктың қаттылығы есепке алынған кестелер бойынша алғашқы өңдеу кезеңіне S , мм/айн: 0,28; жартылай таза – 0,23; таза кезеңге – 0,13 арналған берілісті табады.

Ең үлкен берілісті кесудің максималды рұқсат етілген күштері бойынша тексереді P_x және P_y (аталмыш станок үшін олар 8 000 Н бойлық үшін және 3 600 Н – көлденең үшін) (1.3 -ші суретті қараңыз).

Бұдан әрі кестелер бойынша өңдеу шарттарын есепке ала отырып (дайындама, аспап материалы, кесу тереңдігі, беріліс, МСС пайдалану және т.б.) кесу жылдамдығын табады, м/мин: 127 – алғашқы өңдеу кезеңі үшін, 185 – жартылай таза, 285 – таза кезең үшін. Төзімділіктің

нормативтік кезеңі ретінде $T = 30$ мин қабылдайды.

Табылған жылдамдықтарға сәйкес келетін шпиндельдің n айналу жиілігін есептейді (1.1-ші қосымша бөлім) және станоктағы көрсетілгендердің арасынан оларға жақын төмен мәнді қабылдайды. Қорытынды қабылданған айналу жиіліктері бойынша кесудің нақты жылдамдықтары есептеледі, м/мин: 97,4 (алғашқы өңдеу кезеңінде $n = 1\,000$ айн/мин болғанда), 127,5 (жартылай таза өңдеу кезеңінде, $n = 1\,400$ айн/мин болғанда) және 176 (таза өңдеу кезеңінде, $n = 2\,000$ айн/мин болғанда). Таңдап алынған тәртіптерді станоктың негізгі жетегінің рұқсат етілетін қуаттылығы бойынша тексереді; таза берілісті – берілген бұдырлық бойынша.

Кестелер бойынша кесудің қажетті қуаттылығы алғашқы өңдеу кезеңі үшін 4,7 кВт, жартылай таза өңдеу кезеңі үшін – 3,2 кВт құрайды, бұл рұқсат етілген шекте, өйткені станок жетегінің қуаттылығы 11 кВт.

Бұған дейін келтірілген кестелік таңдаумен қатар, бірқатар параметрлерді, мысалы кесу күші мен қуаттылығын есептеуге де болады (1.1-ші қосымша бөлімді қараңыз). Одан да нақтырақ деректерді станоктар тетіктері арқылы алуға болады (6.3-ші қосымша бөлімді қараңыз).

СББ бар станоктарға арналған басқару бағдарламаларын әзірлеу не қолмен, немесе неғұрлым жылдамырақ автоматтандырылған тәсілмен жүзеге асырылады (***T-flex*** жүйесінде немесе міндеті бойынша ұқсас басқа жүйеде орындалған бөлшектің жұмыс сызбасын компьютерге енгізу арқылы). Өндеудің техүдерісі енгізілуі қажет, оның ішінде тәртіптері.

Бірінші тәсіл оған МемСт 20999—83 сәйкес келетін, **ISO** халықаралық стандартын пайдалануға негізделген.

МемСт пайдаланғанда басқарушы бағдарламаға белгілі бір символдардың көмегімен (сөздер, әріптер, белгілер, цифрлар) құралдындайындамаға қатысты барлық қозғалыстары, сонымен қатар қозғалысты іске қосу (сөндіру), МСС беру, құралды және дайындаманы алмастыру бойынша командалары жазылады.

Барлық қозғалыстар (алға қарай немесе айналу, біркелкі немесе ауыспалы жылдамдықтағы) **X**, **Y**, **Z** координаттары өзегіне қатысты беріледі. Әрбір өзектің станокқа қатысты орналасуы, станоктың типіне байланысты жалпыға ортақ халықаралық стандарттар бойынша орнатылады. Мысалы, токарлық топтың станоктары үшін, **Z** өзегі негізгі қозғалыстың айналуы өзегімен сәйкес келетін, ал **X** өзегі **Z** өзегіне перпендикулярлы болатын координаттар жүйесі қабылданған (5.2-ші суретті қараңыз). **X** өзегі бойымен алға қарай жылжудың оң бағыты үшін ескіш дайындамаға қарай жылжитын қозғалыс алынады. (МемСТ бойынша бөлшектің шартты орнынан жылжымайтын кескішке қатысты қозғалысы қарастырылады және **X** өзегі 5.2-ші суретте көрсетілгенге қарама-қарсы бағытталған).

Басқарылатын қозғалыстардың көп мөлшері бар көп мақсатты станоктарда (координаттарының саны 4-5 және одан да көп), алға қарай немесе айналу қозғалыстарына арналған қосымша өзектер пайдаланылулары мүмкін.

X, Y, Z өзектеріне параллельді өзектердің бойына айналу A, B және C әріптерімен белгіленеді. Мысалы, Y.5 жазбасы Y өзегі бойынша 0,5 мм тең көлемді білдіреді; Y120 Y өзегі бойынша 120,0 мм тең көлемді білдіреді. Y—120 жазбасы Y өзегі бойынша 120,0 мм тең көлемді білдіреді.

S—2500 жазбасын шпиндельдің сағат тілі бойынша 2 500 айн/мин жиілікпен айнаруды орнату үшін пайдаланады.

Басқарушы бағдарлама басқарушы символдар (A, B, C, D, E, F, G, ..., S, T, U, ..., Z), дайындау функциялары (G00, G01, G02, ..., GG96, GG97), қосымша функциялар (M00, M01, M02, ..., M48), сөздер және белгілер жазылатын кадрлардың (жолдардың) жүйеліліктерінен тұрады.

осылай, G00 жылдам жүріспен белгіленген нүктеге жылжуды, қозғалуды көрсетеді; G01 – сызықтық интерполяцияны, нүктеге тура сызық бойынша бағдарламаланған беріліспен жылжуды білдіреді; G05 – одан кейін станокты түймешікті басу арқылы қосатын уақытша тоқтау; M06 – құралды алмастыру.

Өртүрлі станоктарда, стандарттыдан бөлек, қосымша немесе түрлендірілген символдар пайдаланылулары мүмкін. Мысалы, G01 орнына G пайдаланылады.

95 модельді (**La Prora**, Италия) СББ бар дөңгелектеп тегістеуші станоктағы тегістеу цилиндріне арналған бағдарламаның үзінділерін келтіреміз. Станок – төрт координатты (бөлшектің айналуы және оның үш алға қарай қозғалысы, шеңбер шпинделінің айналысын есептемегенде, X, Y, Z өзегі бойымен). Бұдан әрі төрт пішін түзгіш қозғалыстардың тек екеуі ғана пайдаланылады. Дөңгелектеп тегістеу 4.2-ші суретте көрсетілген, X өзегі бөлшектің өзегімен сәйкес келеді, Z өзегі оғаны қалыпты және төмен қарай бағытталған. Цилиндрді тегістеу (немесе конусты) ПП (жалпақ, тік сызықты) пішінінің шінберінің цилиндрлік бетімен жүзеге асырылады. Бойлық беріліс қозғалысы шеңбер бойынша беріледі. Бойлық жүріс ұзындығы (X өзегі бойынша) ену мен асқынотуді есепке алғанда 600 мм тең.

N10 S6000 F100 M40

N20 G X0Y0Z0AO M08

N30 G1 X60 Z—10.6 A10000

N80 M05 M09

M02

Бірінші жолда «%» символы тұр – бағдарламаның басталуы.

Екінші жолда, яғни бірінші кадрда: «N10» – бағдарламаға түзету енгізу барысында, төмен нөмірлі кадр қоя алу үшін, кадр нөмірі 10

цифрынан басталады. (сол мақсатпен екінші кадр N11 нөмірінен емес, оның орнына N20 нөмірінен басталады) . Бұдан әрі бірінші кадрдағы S6000 жазбасы сағат тіліне қарсы 6000 айн/мин айналу жиілігі бар шеңбер шпинделін қосуды білдіреді. F100 бөлшектің бойлық берілісі шамасын береді – 100 мм/мин; M40 – шеңбер шпинделінің қосылуы.

N20 нөмірлі екінші кадрда G X0Y0Z0AO жазбасы XYZ координаттар жүйесінің бірқатар бастапқы нүктелеріндегі (X0, Y0, Z0) бөлшектің бүйіржақ сыртқы диаметріндегі нүктенің жайғасуын (жылжуын) білдіреді. Бұл жерде нүкте (яғни X0, Y0, Z0 мәндері) келтірілмеген, өйткені алдыңғы бағдарламамен ұсынылған.A0 – бөлшек өзегінің бастапқы бұрыштық қалпы (оның бұрыштық координаты, Z өзегі бойы маңындағы бұрын берілген бұрышқа бұрылыс). M08 – MCC беруді іске қосу.

Үшінші кадрда (N30 нөмірі) G1 жазбасы $X = 60$ мм; $Z = -10,60$ мм координаттары бар нүктеге тігінен (бастапқы нүктеден) жылжуды білдіреді.

Егер, Z0 -10,60 мм мәніне тең болмаса, онда цилиндрді емес, конусты тегістеу орын алады.

A10000 бөлшек жұмыс жүрісінің толық ұзындығына бойлық жылжу уақыты бойына 10 000° (аталмыш станокқа ғана тән команда) бұрылады дегенді білдіреді.

Соңғының алдындағы жолда (N80): M05 – шеңбер шпинделінің сөндірілуі; M09 – MCC беруді сөндіру.

Соңғы жол: M02 – станокты сөндіру.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Кесу тәртіптерін таңдауды қандай тәртіпте жүзеге асыру қажет?
2. Кесу арқылы өңдеу барысында MCC рөлі қандай?
3. Ол тозғаннан кейін, кескіш құралды (жүздік, абразивті) қалпына келтіруді қалай орындайды?
4. Кескіш аспап ресурсына анықтама беріңіз.
5. СББ бар станоктарға арналған құралдарға қандай талаптар қойылады?
6. СББ бар станоктарда бөлшектерді өңдеуге арналған кесу тәртіптерін қандай жүйелілікте тағайындайды?
7. СББ бар станоктарда қайраған жағдайда өңдеу кезеңдері санын қандай факторларға байланысты таңдайды?
8. СББ бар станоктарды кесу тәртібін таңдау барысында қандай тексеру есептемелерін орындайды?
9. СББ бар станоктарына арналған басқару бағдарламаларын әзірлеу барысында қандай символдарды пайдаланады?

1. Материалдарды абразивтік және алмастық өңдеу : анықтамалық / [А. Н. Резников, Е.Н. Алексенцев, Я. И. Баран және т.б.] ; А. Н. Резникованың редакторлығымен. - М. : Машина құрастыру, 1977. - 391 б.
2. **Арзамасов Б.Н.** Материалтану : оқулық / Б.Н.Арзамасов, В. И. Макарова, Г. Г. Мухин. - М. : Н.Э. Бауман атындағы ММТУ баспасы, 2001. - 646 б.
3. **Верещака А. С.**Материалдарды кесу : оқулық/ А.С.Верещака, В.С.Кушнер. - М. : Жоғары мектеп, 2009. - 535 б.
4. **Геллер Ю.А.** Құралдық болаттар / Ю. А. Геллер. - М. : Металлургия, 1983. - 526 б.
5. **Гольдштейн Я.Е.**Жоғары өңделімділікті конструкциялық болаттар / Я.Е.Гольдштейн, А.Я.Заславский. - М. : Металлургия, 1977. - 248 б.
6. **Горбунов Б.И.**Металдарды кесумен өңдеу, метал кесуші аспап және станоктар : оқу құралы / Б. И. Горбунов. - М. : Машина құрастыру, 1981. - 287 б.
7. **Гоцеридзе Р.М.**Пішін қалыптастыру үдерістері және аспаптар : оқулық/ Р. М. Гоцеридзе. - М. : «Академия» баспа орталығы, 2006. - 384 б.
8. **Грановский Г. И.**Металдарды кесу : оқулық/ Г. И. Грановский, В. Г. Грановский. - М. : Жоғары мектеп, 1985. - 304 б.
9. **Григорьев С.Н.**СББ бар станоктарды құралдық жабдықтау : анықтамалық / С.Н. Григорьев, М.В.Кохомский, А. Р. Маслов ; А.Р.Масловтың жалпы редакциясымен. - М. : Машина құрастыру, 2006. - 544 с.
10. **Гузев В.И.**Сандық бағдарламалық басқаруы бар токарлық және бұрғылаушы-фрезерлік-қайрау станоктарына арналған кесу тәртіптері: анықтамалық/ В.И.Гузев, В.А.Батуев, И.В.Сурков ; В.И.Гузевтің редакциясымен. - М. : Машина құрастыру, 2005. - 366 с.
11. **Лахтин Ю.М.** Материал тану : оқулық / Ю.М.Лахтин, В. П. Леонтьева. - М. : Машина құрастыру, 1990. - 528 б.
12. **Лысанов В.С.**Машина құрастырудағы эльбор / В.С.Лысанов, В.А.Букин, Б.А.Глазовский. - Л. : Машина құрастыру, 1978. - 280 б.
13. Материал тану : оқулық / [А. М.Адашкин, Ю.Е.Седов,

- А. К. Онегина и др.]. - М. : Юрайт, 2013. - 536 б.
14. Метал өңдеуші қатты қоспалы аспап: анықтамалық / [В.С.Самойлов, Э.Ф.Эйхманс, В.А.Фальковский және т.б.]. - М. : Машина құрастыру, 1988. - 367 б.
 15. *Подураев В.Н.*Қиын өңделетін материалдарды кесу : оқу құралы/ В. Н. Подураев. - М. : жоғары мектеп, 1974. - 590 б.
 16. Аса қатты жне керамикалық материалдармен жабдықталған кескіш аспаптар, және оларды қолдану: анықтамалық/ [В.П.Жедь, Г.В.Боровский, Я.А.Музыкант, Г.П.Ипполитов]. - М. : Машина құрастыру, 1987. - 320 б.
 17. Сайманшының анықтамалығы / [И.А.Ординарцев, Г.В.Фил- липов, А.Н.Шевченко және т.б.]. - М. : Машина құрастыру, 1987. - 845 б.
 18. Конструктор сайманшының анықтамалығы/ [В. И. Баранчиков, Г.В.Боровский, Ю.В.Гаврилов және т.б.] ; В. А.Гречишников пен С. В. Кирсановтың редакциясымен. - М. : Машина құрастыру, 2006. - 542 б.
 19. Фельдштейн Е.Э. Бөлшектерді СББ бар станоктарда өңдеу: оқу құралы / Е.Э.Фельдштейн, М.А.Корниевич. - Минск : Жаңа білім, 2008. - 299 б.
 20. *Юликов М. И.* Кескіш құралды жобалау және өндіру / М.И.Юликов, Б.И.Горбунов, Н.В.Колесов. - М.: Машина құрастыру, 1987. - 296 б.

Мазмұны

Кіріспе.....	4
1-ші бөлім. Кесумен өңдеу және кесу құралы. Негізгі түсініктер	6
1.1. Кесумен өңдеу үдерісі элементтері.....	6
1.2. Кескіш құрал конструкциялары элементтері.....	13
2-ші бөлім.. Кесу құралдары материалдары	18
2.1. Метал өңдеу өнеркәсібіндегі құралдық материалдардың рөлі.....	18
2.2. Құралдық материалдардың қасиеттеріне қойылатын талаптар.....	19
2.3. Көміртекті және қоспалы құралдық болаттар.....	21
2.4. Жылдам кескіш болаттар.....	23
2.5. Қатты қоспалар және кескіш керамика.....	28
2.6. Алмас және бордың текше нитридi негізіндегі аса қатты материалдар.....	36
2.7. Беткі қабаттың қаттылығын ұлғайту жолымен Құралдың төзімділігін арттыру.....	39
2.8. Жүздік құралдың конструкциялық материалдары.....	43
2.9. Абразивті аспаптар материалдары.....	43
3-ші бөлім. Жүздік құралдың заманауи конструкциялары.....	53
3.1. Кескіш құралдың жіктелімі.....	53
3.2. Құралдың станоктарда бекітілуі.....	54
3.3. Көп қырлы кескіш пластиналар.....	64
3.4. Кескіштер.....	74
3.5. Саңылауларды өңдеуге арналған аспап.....	83
3.6. Фрездер.....	98
3.7. Бұранда қиғыш аспап.....	123
3.8. Тіс өңдеуші аспап.....	129
3.9. Созғыштар.....	139
3.10. Аралар.....	147
4-ші бөлім. Абразивтік өңдеу және құрал.....	157
4.1. Қатты негіздегі абразивтік құрал.....	157
4.2. Иілгіш негіздегі құрал.....	170
4.3. Абразивтік пасталар.....	172

4.4. Еркін қалыптағы ұнтақпен абразивтік өңдеу.....	173
5-ші бөлім. Кескіш құралды таңдау.....	174
5.1. Жүздік құралдың түрін және конструкциясын таңдау.....	174
5.2. Жүздік аспапқа арналған құралдық материалды таңдау.....	180
5.3. Абразивті құралды қолдану.....	189
6-шы бөлім. Кескіш құралды пайдалану.....	192
6.1. Кесу тәртіптерін таңдау.....	192
6.2. Майлап-суыту технологиялық орталары.....	200
6.3. Құралдың тозғаннан кейінгі қалпына келтірілуі.....	202
6.4. Құралды СББ бар станоктарда пайдалану.....	211
Әдебиеттер тізімі.....	217

Оқу басылымы

Адашкин Анатолий Матвеевич,

Колесов Николай Викторович

Заманауи кескіш аспап

Оқу құралы

4-ші басылым, стереотипті

Редакторлары Е. Б. Махиянова

Техникалық редакторы Н. И. Горбачёва

Компьютерлік беттеу: В. А. Крыжко

Корректоры С. Ю. Свиридова

Баспа № 104113621. 19.01.2016 басуға қол қойылды. Формат 60 x 90/16.

Гарнитурасы «Балтика». Офсеттік баспа. Қағазы офсеттік № 1. Шартты баспа табақ 14,0.

Таралымы 500 дана. Тапсырыс №

«Академия» баспа орталығы» ЖШҚ. www.academia-moscow.ru129085, Мәскеу,

Мир даңғылы, 101В, 1 құр.

Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.

Санитарлық-эпидемиологиялық қорытынды № РОСС RU. АЕ51. Н16679, 25.05.2015

Идел-Прессте басылып шығарылды.

www.academia-moscow.ru