Ф. 7.11-18

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

М.ӘУЕЗОВ АТЫНДАҒЫ ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІ

Д. Т. ХОДЖИБЕРГЕНОВ

Конструкциялық материалдарды кесіп өңдеу негіздері

О Қ У Қ Ұ Р А Л Ы

050712- «Машина жасау»
мамандығының студенттері үшін

Шымкент, 2012

ӘӨЖ 378(075(8)
ББК 30.4я73
Х-67

Оқу құралы М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университетінің Әдістемелік Кеңесімен баспаға ұсынылған
(№ __ хаттама «___» мамыр 2012 жыл)

Пікір айтушылар:
1. А. Д. Дасибеков т.ғ.д., М. Әуезов атындағы ОҚМУ профессоры.
2. Ж. Б. Сихимбаев, «Карданвал» АҚ Президенті.

Х 67 Ходжибергенов Д. Т.
«Конструкциялық материалдарды кесіп өңдеу негіздері»: оқу құралы – Шымкент, 2012. 136 бет.

ISBN 9965-19-505-6

Оқу құралы кесіп өңдеу негізін зерттеп үйренуге бағытталған. Өңделетін материалдардан бастап кесетін құрал-саймандар, қондырғылар, жабдықтар жайлы тереңдетілген мағлуматтар баяндалған. Теориялық және тәжірибелік жолмен кесіп өңдеуде пайда болатын кесу күштерін, температурасын, жоңқаның шөгуін анықтау, сонымен қатар өңделген беттің сапасын қамтамасыз етуі қарастырылған. Сығу, созу, жылжыту, үлкен үйкеліс пен қабаттасып жүретін жылу бөліну деформацияларына байланысты, металдарды кесу процесінің өз заңдылықтары талдалған және оларды осы процестің өнімді және тиімді болу жолдары ұсынылған.

Қажетті жабдықтау, құралдарының үлгілері, аспаптар және өңделетін материалдары көрсетілген, жиі кездесетін термин сөздер берілген.

Ұсынылып отырған оқу құралы жоғары техникалық оқу орындарына арналған «Кесу теориясының негіздері» пәнінің бағдарламасына сәйкес жазылған.

УДК 378(075(8)
ББК 30.4 я73

ISBN 9965-19-505-6

© Ходжибергенов Д. Т., 2012
© М. Әуезов атындағы ОҚМУ, 2012

АЛҒЫ СӨЗ

Елдің ғылыми – техникалық жетістіктері машинажасау саласы арқылы экономиканың барлық кәсіпорындары өнімдерінде өз нәтижелігін дәлелдейді. Өндіріс нәтижелілігі, тиімділігі, оның техникалық алға басуы, шығарылатын өнім сапасы көптеген өндірісті жаңа, озық машиналармен, білдектермен және апараттармен жабдықтауға, дамудың әдістерін енгізіліуге, мүмкін болған техника - экономикалық талдауға тәуелді болады. Замандас машина жасаудың техникалық алға басыуы тек қана - жаңа машиналардың және агрегаттардың түрлері, немесе шығару көлемін арттыру және олардың эксплуатациалық мінездемелерінің жоғарылатыу емес, сонымен қатар жаңа жоғары өнімді технологиялық процесстер және өңдеу әдістері болып табылады. Сайып келгенде, халық шаруашылығында машина жасаудың басым ролі емес, ал оның - негізгі аспектілері қарастырылады.

Өндіріс көлемдерімен тартылған қаражаттар жағынан жер жүзі өңдірістері арасында машина жасау кәсіпорындары бірінші орында. Машинажасау саласы дамыуының деңгейі ел даму көрсеткіштерінің маңыздысы болып келеді. Машинажасау аумақтық және салалық болып бөлініп, экономика салаларының барлығын машина, құрал жабдық және түрлі тұрмыстық бұйымдармен қамтамасыз етеді.

Құрал сайман өндірісі машинажасау және өңдеу, қайта өңдеу салаларымен тығыз байланыста. Кез келген өңдірістің дамыуына қаншалықты құрал – сайманмен қамтамасыз етілгені тікелей ықпал жасайды. Өнімді өңдеу технологиялық үдерісін дұрыс, тиімді жолға қоюда құрал сайман сапасы, қамтамасыз етілген деңгейі нәтижелі роль ойнайды.

Машиналардың бөлшектерін, түрлі құралдарды және басқада бұйымдарды сұйық металды қалыптарға құюмен, қысыммен (прокаткамен, қақтаумен, штамптаумен) өңдеу арқылы, сонымен қатар кесіп өңдеумен алуға болады.

Металдарды кесіп өңдеу деп - дайындамадан белгілі мөлшердегі қабатын қажетті пішімді бөлшекті дайындау үшін, өңделінген беттердің лайықты сапасын сақтай отырып, кесіп алып тастауды айтады.

Кесумен өңдеу процестері машина жасау өндірісі технологиясында - бастаушы орынға ие болады. Ол метал өңдеудің белгілі физикалық - химиялық әдістерінен (электр химиялық, электрлі бүліну, ультрадыбыс, сәуле әдістерінен) және басқада процестер арасында ондаған, жүздеген мөлшерде энергия кем талап етеді, сондай-ақ күрделі және көп еңбекті қажет ететін өңдеу операцияларды орындалуында биік үнемділікпен ерекшеленеді.

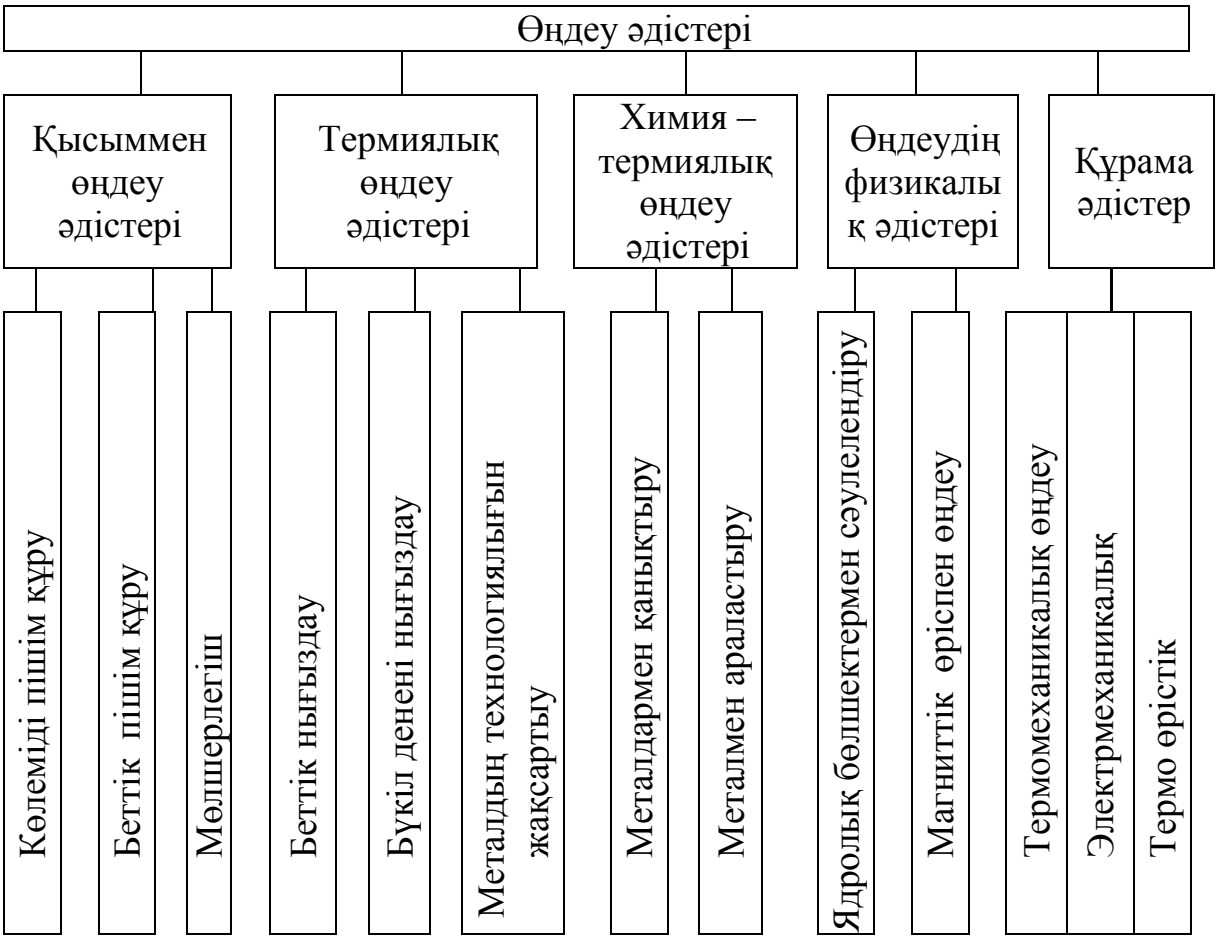
Тарау I

КЕСУ ТЕОРИЯСЫНЫҢ НЕГІЗДЕРІ

1.1. Замандас машина жасайтын өнеркәсіптер өңдеу әдістерін жіктеу

Өндіріс салаларының басым бағыты машинажасау болып табылады. Өйткені кез келген салада қолданылатын технологиялық жабдықтарды, құрал саймандарды машинажасау саласы дайындайды.

Машинажасау саласында бөлшектерді даярлауда өңделіп жатқан беткі қабатты ***өңдеу*** (сурет 1.1), ***кесіп өңдеу*** (сурет 1.2) және ***бетге материал қаптау*** (сурет 1.3) әдістері болып бөлінеді.



Сурет 1.1. Өңдеу әдістерін жіктеу.

Өңдеу әдістерін екі топқа бөлуге болады:

- өңделінетін бөлшек пішімдерімен өлшемдерін өзгертумен (қысыммен өңдеу);

- өңделінетін бөлшек пішімдерімен өлшемдерін өзгерпейтін (механикалық және химиялық – термиялық)

Қысыммен өңдеу:

— көлемді пішімқұру;

— беттік пішімқұру.

Термиялық өңдеу:

— бетті нығыздау;

— бүкіл денені нығыздау;

— металдың технологиялығын жақсарту.

Химилық - термиялық өңдеу:

— металлемес элементтермен қанықтыру;

— металлмен араластыру.

Физикалық өңдеу әдістері:

— Ядролық бөлшектермен сәулелендіру;

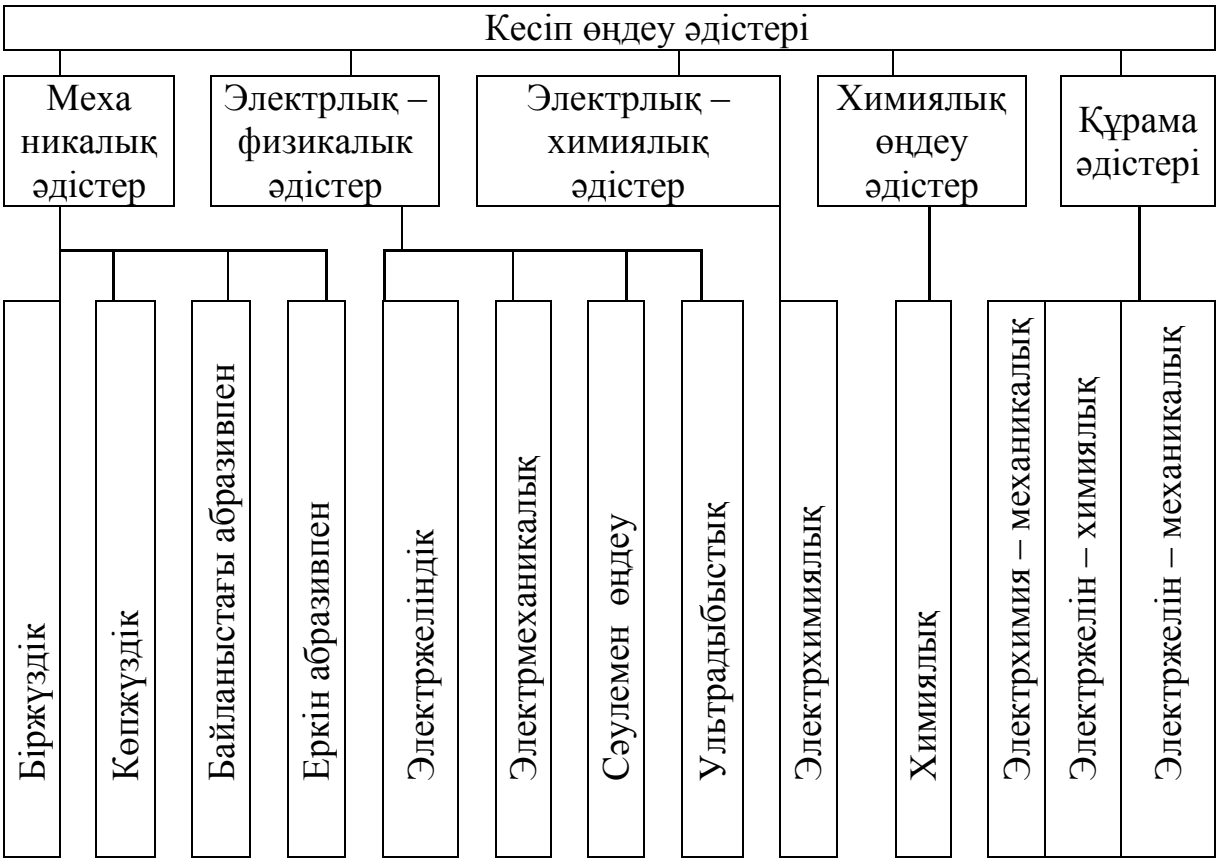
— Магниттік өріспен өңдеу.

Құрама әдістер:

— электрхимия – механикалық;

— электржеліндік – химиялық;

— электржеліндік – механикалық.



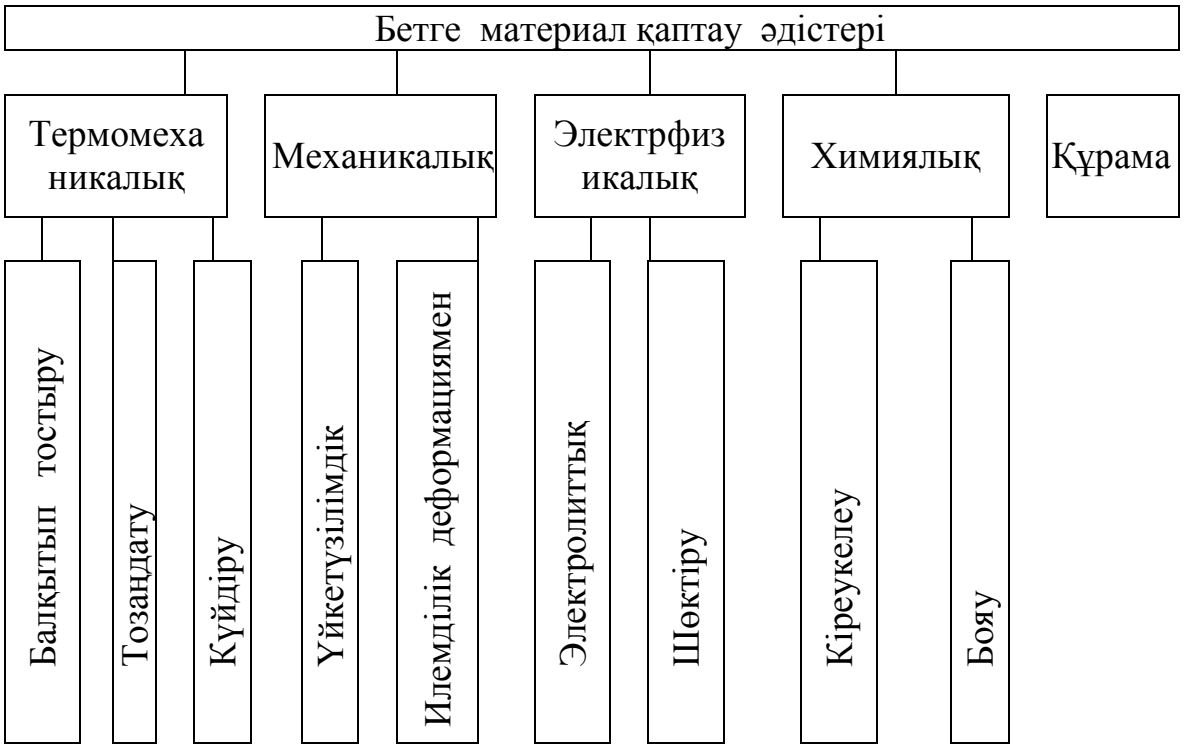
Сурет 1.2. Кесіп өңдеу әдістерін топтастыру

Қарастырылған әдістер үнемді, қалдықсыз технологиялық процестер болып есептелініп кейбір жағдайларында кесіп өңдеу әдістері орнына келген. Сонда-да қазірде кесумен өңдеу әдістері бөлшектерді жоғары дәлдікпен даярлауда негізгі технологиялық амал болып қалады.

Кесіп өңдеу әдістерін қолдауды келесі жағдағдайлар:

- жаңа қиын өнделінетін материалдар қолдануға енгізілгенде;
- бөлшектердің пішімінде конструкциялық элементтерінің күрделеніуінде;
- бөлшектерді даярлауда дәлдікке және сапаға талаптардың жоғарылауында;
- технологиялық үдерісте өңдеу сапасын икемді басқаруды талап етеді.

Қазіргі заман құю және қысыммен өңдеу тәсілдері илемдеу немесе қалыптау, ротациялық соғу және сығымдау,ұнтақталған металлургия бөлшек сапасын 6 ÷ 10 квалитеттегі дәлдікпен және бет кедір - бұдырлығын $R_a = 80 \div 5$ *мкм*ге дейін қамтамасыз етуге мүмкіншіліктері бар. Өте жоғары дәлдікпен құю әдістеріне бөлшек сапасын 6 - 4 квалитеттегі дәлдікпен және бет кедір-бұдырлығын $R_a = 10 \div 0{,}5$ *мкм*ге дейін мүмкіншілік береді. Бірақ бұл тәсілдермен өңделген бөлшектер (шанақ, крыло, қақпақ және с.с.) машинада бет және пішімі сапасына жоғары талап қойылмайтын құрастырушылар қатарына жатады.



Сурет 1.3. Бетге материал қаптау әдістері

Өңдеу үдерістерінде [1,2] метал қалдықтары келесідей түрлі пайызда болып келеді:

- құюда - 44%;
- қысыммен өңдеуде - 40%;
- кесіп өңдеуде - 17%.

Әдебиеттегі мағлуматтарға сүйене отырып [3,4], өңдеу әртүрлі өңдеу түрлерінің өнімділігін ($см^3$/сағат) және энергия шығынын (кВт/$см^3$) реттеп қарастыруға болады:

— жүзімен кесіп өңдейтін - 14,0 және 3,0;
— ажарлау - 8,0 және 30,0;
— электр химиялық -1,0 және 500,0;
— электржеліндік - 0,1 және 150,0;
— ультрадыбыстық - 0,005 және 150,0;
— лазермен - 0,0001 және 150000.

Машина жасауда қазіргі уақытта металдарды кесумен өңдеу бұйымдарды даярлаудың еңбек сіңіргіштігінің 40 ÷ 80% - ын құрайды.

1.2. Материалдарды кесіп өңдеуге негізгі ұғымдар

Материалды өңдейтін аспаптың жұмыс үдересінде кездесетін құбылыстарға қарсы тұру қабілеттілігі ***тұрақтылық*** деп аталады [5,6,7], ол уақытпен өлшенеді, сол уақыт ішінде жұмыстың белгілі шарттарында аспап кесетін қасиеттерін жоғалтпай сақтауы тиіс. Аспаптың кесетін жиегі немесе қыры мезгілсіз уатылмау және өзіне лайықты беріктікпен қамтамасыз ету үшін қажетті қасиеттерге ие аспаптық материал қолдану керек. Демек, кесетін аспапты дайындайтын аспаптық материалдарда жылуға төзімділік, тозуға төтеп беруі, жылу өткізгіштік сияқты, сондай-ақ соққыға және бүгіліске жеткілікті жоғары кедергі қасиеттері болуы шарт.

Аспаптық материалдардың өте маңызды мінездемесі бұл жылу соққысына кедергі келу, мұнда кесу температурасының тез өзгеруінде материал қыйрамай, өз бүтіндігін сақтау керек. Сол мінездеме шартты коэффициентпен айтылып төмендегідей есептеледі [8].

$$\Theta 1 = \frac{\sigma 1 \bullet \lambda}{E \bullet \alpha}, \qquad (1.1)$$

$\sigma_в$ — қыйрауға кедергілігі, ***кГ/мм²***,
λ — жылу өткізгіштіктігі ***•°С;***
E — серпімділік модулі ***кГ/мм²;***
α — ұзындық кеңейту коэффициенті

Экономиканың өндіріс салаларында негізгі өңделетін обьекттер ретінде конструкциялық болаттар, шойындар, түсті металдар мен қорытпалар, табиғи тастар, граниттер, сондай-ақ түрлі металл емес

материалдар жиі кездеседі. Олардың негізгі сипаттамалары келесілер:

σ_B — қыйрауға уақытша қарсыласу (беріктік шегі),

σ_τ -— аққыштық шегі, НВ (HRC) - қаттылық.

Қазірде көміртекті, азлегирленген және аспаптық болаттар кем қолданылады, ал жоғары өнімділікке ие - легирленген болаттарға көп көңіл бөлінуде (хром - ***Х***, кремнийді - ***С***, марганецті - ***Г***, никельді - ***Н***, мысты - ***Д***, молибденді - ***М***, титанды - ***Т***, алюминийді - ***Ю***, вольфрамді - ***В***, ванадийді - ***Ф***, кобальт – ***К***, жоғары сапалы - ***А***), әсіресе материалдың өнімділігі биік қатты болыуына аса мән берілуде.

Қолданыудағы ***0,6%*** С-ге дейін конструкциялық болаттар келесідей классификацияланады:

- көміртекті конструкциялық болаттар: Сталь ***10 ÷ 60***,
- хромды конструкциялық болаттар: ***20Х ÷ 40Х***,
- хромникельді конструкциялық болаттар: ***20ХН ÷ 30ХН***,

-хромникельді-марганецті, -вольфрамды және –молибденді: ***30ХГСА***, ***30ХНВ***, ***30ХНМ***.

Едәуір көп таралған шойындар:

- сұр шойын: ***СЧ 12-28 ÷ СЧ 24-44***,
- қақталған шойын: ***КЧ 33-8*** және т.с.с.

Түсті металдар мен олардың қорытпаларынан кең қолданылатыны: қола, жез, алюминий, никель, титан және олардың қорытпалары.

Материалдардың шынықтырылмаған, шикі күйдегі жоғары беріктік сипаттамасы кең қолданыуына негіз болып келеді (***σ_B = 1,1 ГПа - 110 кгс/мм***^{2} – ге дейін және одан да көп, ***σ_τ - 950 МПа*** - ға дейін, ***НВ = 126 ÷ 265***). Металдарды термиялық өндеумен берілген сипаттамаларын немесе пластикалық деформациясына қарсыласуын **1,2 ÷ 1,4** есеге дейін ұлғайтуға болады. Бірақ шынықтырылған металлдарды өндеуге талаптар ерекше болып келеді. Бөлшек материалдарының жоғары механикалық сипаттамалары өңдеу процесінде көп күш талап етеді, ал өңдеу күшінің көбейу салдарынан өңделінілген беттің сапасы және дәлдігі төмендейді.

Өңдеудің басқа «тіпті дәл» деген тәсілдерінде, мысалға қалыптаумен бөлшек даярлауда шақтама 0,2 мм-ден жоғары. Дәлдікті арттыру үшін өңдейтін құрал мен өңделіп жатқан беттің түйіскен бет мөлшерін кемейтіп, өңдеуде пайда болатын күштің бір нүктеге шоғырланыуының алдыны алу іс шараларымен, өңдеу күштерін кемейту жолдарын қарастыру қажет. Бөлшектерді механикалық өңдеу үдерісін тиімді етумен, машинажасау ықпалын жақсартумен бірге, бұл салаға болған талапты жәнеде күшейте отырамыз.

Металдарды кесу ғылымы машинатану ғылымдарының қатарына кіреді. Ол жоғары температурада, жылдамдықтар мен қысымнан туатын физикалық жағынан пластикалық деформация үдерісін, кесетін құрал жабдық материалдарын зерттейді.

Металдарды кесу бойынша алғашқы ғылыми тәжірибелер орыс

ғылымы профессор Иван Августович Тиме жоңқа түзілу процесін зерттеген кездегі 1870 жылға жатады. Профессор Константин Алексеевич Зворыкинның I890...93 жж. жұмысы кесу процесі динамикасының жұмыстарына арналған болатын, ал Яков Григорьевич Усачевтың зерттеулері 1910 ÷ 1915 жж. Кесу процесінің факторларының жылу көрсеткіштеріне әсер етуі болып табылады. Бұл ғалымдарды металдарды кесу ғылымының негізін салушылар деп атау құқылы. Мұнда металдарды кесу ғылымына үлкен еңбек сіңірген ғалымдар: Г.И.Грановский, М.Н.Ларин, Н.Н.Зорев, Н.И.Резников, А. А. Брикс, А. В. Гадолин, Я. Г. Усачёв, А. Н. Челюсткин, И. М. Беспрозванный, Г. И. Грановский, А. М. Даниелян, Н. Н. Зорев, А. И. Исаев, М. В. Касьян, А. И. Каширин, В. А. Кривоухов, В. Д. Кузнецов, М. Н. Ларин, Т. Н. Лоладзе, А. Я. Малкин, А. В. Панкин, Н. И. Резников, А. М. Розенберг, Мерчент и Эрнст (АҚШ), В. Дегнер, Р. Рейнгольд, Н. Якобс (ГДР), Х. Опиц (ФРГ), Окоси (Жапония), К. Скршиван (ЧССР) және т.б.

Механикалық өңдеудің кесу үдерісі жеткілікті деңгейде еңбегі сыйымды болып есептеледі, сондықтан оның өнімділігін, тіимділігін арттыру бүгінгі күні өте актуальды.

1.3. Құрал-сайманды материалдарға қойылатын талаптар

Металлды кесетін құралдың кескіш сынасы ***1*** кесу қабатына ***2*** әсер ете отырып α қалыңдықпен оны жоңқаға ***3*** айналдырады [9].

Кесіліп жатқан қабат жоңқа арқылы N нормаль күшімен құралдың алдыңғы бетіне қысым жасайды, түйіспе аудан шегінде l_n орташа түйіспе нормаль кернеуі мынаған тең (сурет 1.4):

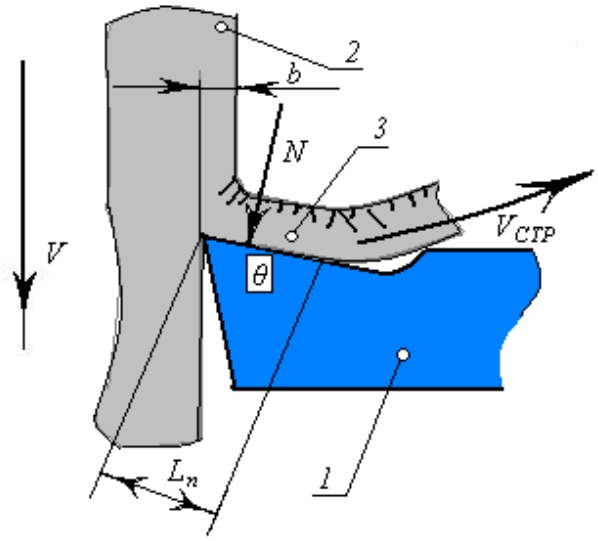
$$\sigma_N = \frac{N}{l_n b}, \qquad (1.2)$$

Мұндағы: b – кесіп алынатын қабаттың ені.

Кесу кезінде бұл кернеу $N = 500 \div 700$ МПа шамасына барып, ал кескіштің алдыңғы бетінде $V = 2 \div 4$ м/сек жылдамдықпен кесіп алынатын қабаттың жылжуындағы үйкелуі және деформациясы нәтижесінде түйіскен беттердің температурасы $\theta = 900 \div 1300°K$ жетеді.

Кескіштің кесуде тікелей қатысатын бөлігі – сына осындай жұмыс істеу шарттарына төтеп беру сонымен қатар белгілі жұмыс орындау үшін, оларды дайындайтын материалға келесі талаптар қойылады:

1. Өңделіп жатқан материалдың H_0 қаттылығынан кесетін құрал-сайман материалының қаттылығы H_u жеткілікті дәрежеде жоғары болуы тиіс. Мұнда H_u/H_0 қатынасының мәні қаншалық жоғары болса сонша жақсы есептеліп, оның бірге жақын мәндерінде кесу процесі мүлдем жүрмейді.



Сурет 1.4. Кесу сұлбасы.

1. Кесетін құрал сайман. 2. Өңделіп жатқан бөлшек. 3. Пайда болып жатқан жоңқа.

2. Жоғары механикалық беріктігі, яғни иілуге жақсы қарсыласу σ_u, қысуға жоғары беріктігі, жоғары төзімділігі мен соққы тұтқырлығы сияқты қасиеттері орасан зор болу керек.

3. Жоғары жылуға төзімділігі, яғни жұмыс уақытында қызғанда өзінің қаттылығы мен кесу қасиеттерін сақтау қабілеті. Жылуға төзімділік аумалы күйдегі температурасымен сипатталады Q_{AT}. Аумалы температураны алу үшін кескіш материалы төрт сағат уақыт қыздырылып, соң оның жоғарыда аталған касиеттері тексеріледі [10].

4. Құрал-саймандардың материалы тозуға және қажалуға төзімді болуы керек.

5. Құрал-сайман материалдары, оларды қажетті пішімде даярлау үшін, қалыптауға, кесілуге, термоөңдеуге, ажарлауға икемді болуы керек.

6. Құрал-сайманды материалдар мүмкіндігінше арзан және құрамында тапшыл элементтері болмауы керек.

Құрал-саймандардың кесуші бөліктерін, яғни кескіш тілімшесін жасауда қолданылатын материалдар.

Жоғарыда аталған барлық талаптарды қанағаттандырып барлық қасиеттеріне ие бір материал қазіргі уақытта жоқ. Соның үшін оларды жеке топтарға топтап, олардың қолдану спецификасы анықталады [11].

1.4. Аспаптық материалдар және оларға қойылатын негізгі талаптар

1.4.1. Аспаптық болат

Көміртекті аспаптық болаттар, көміртегінің мөлшері көп - **0.8 ÷ 1.3%,** жеткілікті арзан, берік, иілуге жақсы жұмыс істейді, бірақ олардың жылуға төзімділігінің өте төмендігі (***~270°C***) нәтижесінде кем қолданылады. Бұл болаттардан көлемі кіші, сонымен аз кесу жылдамдықтарында ***0,2 ÷ 0,3 м/сек*** істейтін, қымбат емес, қол және машина құрал-саймандарын даярлауда қолданады. Мысалға: қашау, егеу, қырғыш, бұрандаойғыш, бұрандакескіш, ұңғылағыш, майда бұрғылар.

Көміртекті болаттардың ерекше қасиеті, оны шынықтыру тереңдігі (***5 мм*** ге дейін) аздығында. Шынықтырудың өзегі өз қалпында, яғни тұтқыр болып қала беруі мүмкін, ал беттік қаттылығы **HRC61 ÷ 63** ге жетеді. Бұл қасиетімен кескіш, кесу үдерісінде пайда болған соққы күштеріне төтеп береді.

Көміртекті болаттан даярланған кесу аспабын ***750÷840°C*** шынықтырудан кейін, ***~200°C*** да жасытқаннан соң, жақсы ажарлананып кесетін қырлары жақсы өткірленеді. Өте өткір болған кесетін аспап өңделінген бет жоғары сапасын аз кесу жылдамдықтарын қолдау арқылы қажетті деңгейге жеткізеді. Кесетін аспаптарға қолданылатын көміртекті болаттар таңбалануы: ***У7А, У8А, У9А, У13А***.

1.4.2 Легирленген құрал-сайманды болаттар

Бұл болаттардың құрамында 2,5% мөлшерге дейін легирлеуші хром, марганец, вольфрам, кремний элементтер болады. Едәуір кең таралған маркалары: ХВ5, ХВГ, 9ХС, ХВСГ, ХГС. Бұл болаттардың шынықтырудан кейін шалыстығы өте аз сондықтан, олардан ұзын күрделі пішімді құрал-саймандар жасайды. Мысалға: тісқашауыштар, тартажонғыштар, сонымен қатар термоөңдеуден кейін ажарланбайтын желкеөңделген, ұшталған құрал-саймандар, жонғыштар.

Құрал-сайманды болат қаттылығы - HRC63 ÷ 65, жылуға төзімділігі 200-260°C, кесу жылдамдығы 0,3 ÷ 0,4 м/сек, шынықтыру тереңдігі 25 мм ге дейін (егер құрамында хром болса), ал ХВСГ таңбалы болат 80 мм ге дейін.

1.4.3. Жылдам кесетін, жоғары легирленген болаттар

Көміртекті болаттартар құрамына (0,8 ден 1,1% ға дейін көміртекден тұрады), оның кесетін қасиетін жақсартатын элементтерді (хромды, вольфрамды, ванадийді және басқа) қосу арқылы алуға болады.

Қоспалаушы элементтермен болат шынықтырылған күй-жағдайда тұтқырлығы жоғарылап, уатылуға, деформацияға және жарықшаққа аз бейімделенеді, сонымен бірге өзіне жараса қаттылыққа ие болады.

Жылдамкескіш болаттар таңбасы ***Р*** әрпімен басталып, жылдамкесер екендігін білдіреді. Таңбадағы әріптен кейінгі сан вольфрамдың пайыздарда қоспадағы үлесін көрсетеді.

Жылдамкескіш аспаптық болаттар құрамында келесі қоспалаушы элементтері жиі кездеседі:

- ***хром***, болаттың терең шынықтырылыуын және қаттылығын жоғарылатыуын қамтамасыз етеді;

- ***вольфрам***, болаттың жылуға төзімділігін $\Theta_{жт}$ және тозуға төтеп беруін жақсарыуына жағдай жасайды;

- ***ванадий***, болатта берік және қатты карбидтер пайда болуына, сондай-ақ ұсақ дәнді құрылым алуына ықпал жасайды.

- ***кобальт***, болат бір уақыттың өзінде жылуға төзімділігін және жасытқаннан соң қаттылығын жақсартады. Сонымен қатар, кобальтты болаттар жылу әсерінде (шынықтыруда, жасытуда), құрамындағы көміртектің жойылыуына алып келеді. Бұл өз кезінде кескіш қырларының уатылуына себеб болып, кесу процесінде соққы, діріл болған жағдайда қолданыуға болмауын көрсетеді. Болаттың морттығы кобальттың 5% - на дейін қорытпаларында байқалады.

- ***темір – ваннадий***, жылдамкескіш болаттар тізімінде ең қаттысы.

- ***кобальт – ванадий***, жылдамкескіш болаттар тізімінде ең жақсы кесетін қасиеттерге ие қорытпа.

Жылдам кесетін болаттарды нормаль жылуға төзімді және жоғары жылуға төзімді деп бөлінеді.

Нормаль жылуға төзімді болаттарға мыналар жатады: ***Р18, Р12, Р9, Р6М5*** / 6% вольфрам, 5% молибден/.

Барлық жылдамкескіш болаттарда 4% - дық хром және 1,5 ÷ 2,5% ванадий міндетті түрде болады.

Р18 жылдамкескіш болаты өнеркәсіпте ұзақ уақыттан бері кеңінен қолданылып келеді. Бірақ вольфрамның тапшылығынан (жылда бағасы 5-6%- ға өсіп отырады) қазіргі кезде ***Р18*** болаты санаулы мөлшерде шығарылады және күрделі пішімді, жоғарғы талаптарға жауапты құрал-сайман дайындау үшін қолданылады.

Негізгі кесетін құрал саймандарды дайындауда /75 ÷ 80%/ ***Р6М5*** жылдам кесетін болатына қолданады.

Р18 бен ***Р9*** өздерінің кесу қасиеттерімен шамамен ұқсас.

Р9 болаты нашар ажарланады, бірақ ***Р18*** - ге қарағанда 2 есе арзан, едәуір берік және жылу өткізгіштігі жақсы.

Р12 болаты ***Р18*** бен ***Р9***-дың арасындағы орташа қасиеттерге ие. Бұл болаттардың қасиеттері:

- қаттылығы ***HRC63 ÷ 65***,

- бүгілісге беріктігі $\sigma_б = 3000 \div 3100$ МПа,

- жылуға төзімділігі $\Theta_{ЖТ} = 870 \div 880°К$.

РбМ5 болатында вольфрам 6%, бірақ молибденді қосу оның иілуге беріктігін $\sigma_б = 3100 \div 3300$ МПа-ға дейін жоғарылатады бірақ жылуға төзімділігін $\Theta_{ЖТ} = 850 \div 860°К$ дейін төмендетеді, қаттылығы ***HRC63 ÷ 65***.

Нормаль жылуға төзімді болаттар құрал-сайманның барлық номенклатурасын даярлауда қолданылады, әсіресе келесі жағдайларда:

а) қатты қорытпадан құрал-сайман жасау технологиясы күрделі немесе қымбат;

б) өңдеу беттері бір тұтас емес, яғни үзік-үзік, қарапайым конструкциялық болаттардан және шойындардан жасалған бөлшектерді кесу күштері көп болған жағдайда жұмыс істейтін құрал-саймандар үшін.

Р18-ді аз интенсивті жылу бөлінудің кесу режімінде қолданылады;

Р9-ды интенсивті жылу бөліну шарттарында жұмыс істейтін күрделі емес құрал-сайман жасауда қолданады;

Р6М5-ды үлкен емес кесу жылдамдықтарында $V = 0,5 \div 0,8$ м/сек, бірақ кесіп алынатын қабат жуан, яғни кесу күштері көп болған жұмыс істейтін құрал-сайманды жасауда қолданылады.

Жоғары жылуға төзімді болаттар ванадийлі, кобальтты, кобальт-молибденді, кобальд-ванадийлі, күрделі легирленген болып табылады.

Ванадийдің негізгі маркалары: ***Р18Ф2*** /2% ванадий/, ***Р14Ф4, Р9Ф5, РбМ5Ф3***. Алғашқы үшеудің кеңінен қолданылатыны - Р12Ф3 болаты. Бұл болаттардың қаттылығы жоғары ***HRC67*** және аумалы түрдегі температура $895 \div 905°К$,бірақ беріктігі төмен $\sigma_б = 2500 \div 2900$МПа. Бұл болаттар нашар ажарланады, бірақ едәуір тозуға төзімді.

Кобальтты болаттардың негізгі маркалары: ***Р9К5, Р9К10, Р6М5К5*** /5% кобальт/. Олар едәуір жоғары аумалы түрдегі температураға, жоғары қаттылыққа ***HRC68*** ие, бірақ олардың беріктігі төмен $\sigma_б = 2000 \div 2800$МПа, жылуға төзімділі $\Theta_{ЖТ} = 910 \div 940°К$.

Жоғары жылуға төзімді жылдамкескіш болаттарды, қиын өңделетін материалдарды – жоғары беріктікті және шынықтырылған болаттарды, ыстыққа берік және ыстыққа төзімді болаттар мен қорытпаларды, титанды қорытпаларын өңдегенде қолданылады.

Жоғары жылуға төзімді жылдамкескіш болаттарды қарапайым конструкциялық материалдарды өңдеуде қолданғанда экономикалық жағынан үздік құнын ақтамайды, өйткені олар қымбат болып келеді. Бұл жылдамкескіш болаттарды үзілмелі кесуде , дірілмен өңдеуде қолданбаған жөн. Соққылы жүктемеге әсіресе кобальтты болаттар сезімтал. Ванадийлі болаттар төмен кесу жылдамдықтарында және жоғары күшпен өңдегенде қолданады.

Техникалық шарттарға (***ТШ***) сәйкес шығарылатын күрделі легирленген жылдамкескіш болаттар кем қолданылады. Бұл жылдамкескіш

болаттардың маркаларының мысалдары: ***Р12М3Ф2К8, Р10М4Ф3К10, Р6М5Ф2К8***. Жоғары жылуға төзімді жылдамкескіш болаттарды қолдану кесу жылдамдығын мәндерін ***V = 0,8 ÷ 1,2 м/сек*** дейін арттыруға мүмкіндік береді.

1.4.4. Қатты қорытпалы болаттар

Кескіш құрал-сайманға қатты қорытпалар әр түрлі пішімде және өлшемді тілімше түрінде даярланады. Құрал-сайманның корпусына пластиналарды дәнекерлеумен немесе әр түрлі механикалық қондырғылармен бекітеді.

1926 жылы бірінші *металлокерамика*, яғни *карбидвольфрамды* қатты қорытпалар ұнтақталған металлургияның бірігу әдісімен алынған. Бұл қорытпалар тіпті өте қызған кезіндеде ерекше қаттылыққа ие болады, әсіресе олардың жылуға және тозуға төтеп беру, сондай-ақ шынықтырылған болат және шойын, әдеттегі кесетін аспаптармен тіпті өңделмейтін марганецті болат, шыны, тас және басқа да ұшырайтын түрлі материалдарды олардың көмегімен өңдеуге мүмкіндік туғызады. Олардың кемшіліктері, беріктігінің аз болуы (***$\sigma_б$ = 110 - 260 кГ/мм^2***) және адгезияға бейімділігі, яғни болат жоңқамен жабысу, аспаптың жылдам уатылыуына жағдай жасайды.

1931 жылдан бастап, құрамында екі карбидті - ***вольфрам- титандық,*** үш карбидті ***вольфрам-титан-танталды*** қорытпалар алуды бастайды.

Қазірде:

- ***вольфрамды - ВК (HRA91)***, бір карбидті қорытпалар (***Co, WC***-дан тұрады) - ***ВК2, ВК3, ВК3М, ВК4, ВК6, ВК6М, ВК60М, ВК8, ВК1О, ВК1ОМ, ВК10ОМ, ВК10ХОМ***;

- ***вольфрам- титандық –ТК (HRA92)***, екі карбидті қорытпалар (***Co, WC, TiC***-нен тұрады) -***Т3ОК4, Т15К6, Т14К8, Т5К10***;

- ***вольфрам-титан-танталды-ТТК (HRA91,5)***, үш карбидті қорытпалар (***Co, WC, TiC, TaC***-нен тұрады) - ***ТТ7К12, ТТ8К6, ТТ10К8Б*** және т.б. өндірістері кеңінен қолданылады.

Таңбасындағы ***В***- ірі дәнді, ***М*** - ұсақ дәндіні, ***ОМ*** – аса ұсақ дәнді құрылымды екенін көрсетеді.

ВК үлгілі қорытпада кобальттың артуымен тозуға төтеп беруі және қаттылығы азаяды, бірақ бүгіліске кедергісі, сонымен қатар қызу кезінде ұзайуы өседі.

Титан карбидтерінің артуымен, екі карбидты қорытпалардың механикалы қасиеттері жақсарып, қаттылық жоғарылайды, бірақ қорытпаның тұтқырлығы және бүгіліске кедергісі азаяды. Екі карбидті қорытпалардың жылуға төзімділігі ***(~ 900 ÷ 1000°С)***, бір карбидті ***(~ 800°С)*** қорытпаларға қарағанда жоғары.

ВК қорытпаларын ***ТК*** мен салыстырғанда, пісіріліп қосылуы температурасы аздау. Соның үшін ***ВК*** қорытпалы кескіштерді шойынды, түрлі түсті металдарды және металл емес материалдарды өңдеуде қолданады.

ТК қорытпа болаттарды өңдеуі үшін арналған.

ТТК қорытпа жоғары беріктікке және тұтқырлыққа ие болып, қысыммен өңдеу, құю тәсілдерінен алынған дайындамаларды қолайсыз жағдайларда өңдеу үшін қолданылады.

Қатты қорытпада кобальт байланыстырушы ролін, ал карбидтер кескіш қатты каркас ролін ойнайды. Кобальт қорытпаға беріктік береді, ал карбидтер – қаттылық пен тозуға төзімділік береді.

Төмендегі кестеде қатты қорытпалардың едәуір кең тараған маркаларының кейбір физика-механикалық қасиеттері келтірілген, ISO бойынша /стандарттау бойынша халықаралық ұйым/ қолдану тобы көрсетілген.

Кестеден ұғатынымыз:

1. Кобальттық пайыздық мөлшері артқан сайын қаттылық азаяды, ал беріктік артады.

Кесте 1.1. Қатты қорытпалардың физика-механикалық қасиеттері

Таңбасы		**ISO бойынша топ**	**HRC**	$\sigma_и$ **МПа**	$\sigma_у$ **(уақытынша) МПа**	$\Theta_{кр}$ **°К**
ГОСТ	**ТУ48-19--307-80** (техникалық шарттарында)					
ВК2	МС30І	К0І	90	1200	4100	1070—
ВК6	МС321	К20	88	1500	4600	---1120
ВК8	МС241	К40	87,5	1700	4800	
Т30К4	МС10І	Р01	92	950	3500 ---	1120---
Т15К6	МС111	Р10	90	1200	--- 4000	---1170
Т5КІО	МСІ3І	Р30	88,5	1500		
ТТ7КІ2	МСІ46	М40	88,5	1500	3500 ---	1020
ТТ8К6	МС3І2	К10	88,5	1500	--- 4000	
ТТІОК8Б	МС22І	М20	88,5	1500		

Ескертпе: Т15К6 қорытпасының құрамында - 15% титан карбиді, 6% кобальт, қалған /79%/ - вольфрам карбиді бар.

2. Қатты қорытпалар морт, бірақ сығуға жақсы жұмыс істейді.

3. Екі карбидті қорытпалар едәуір жоғары ауыспалы температураға ие, бірақ беріктіктігі төмен.

4. Физика-механикалық қасиеттерімен үшкарбидті қорытпалар жылдам кесетін болат пен бір-екі карбидті қатты қорытпалардың

ортасында орналастыруға болады.

Қиын өңделетін материалдарды кесу үшін шектеулі мөлшерде шағын дәнді (***ВК6М***) және ерекше шағын дәнді (***ВК6ОМ***) қорытпалары шығарылады. Дәннің шағындалуы /***1 мкм***-ден төмен/ қаттылық пен тозуға төзімділікті арттырады, бірақ бір уақытта беріктікті кемейтеді.

Вольфрамның тапшылығынан вольфрамсыз (титандық) қатты қорытпаларды пайдаланыуға алып келді. Қазіргі кезде оның екі типі шығарылады:

1. Титан карбидінің негізінде никель-молибденді байланыстырушымен - ***ТН-20*** (***79% TiC, 16% Ni, 5% Mo***);

2. Титан карбонитридінің негізінде никель-молибденді байланыстырушымен - ***КНТ-16*** (***74%TiCN,19.5%Ni, 6.5% Mo***). ***КНТ-16*** қорытпасы едәуір берік, бірақ ***ТН-20*** қорытпасымен салыстырғанда жылуға және тозуға төзімділігі төмен. Қатты қорытпалардың қасиеттері олардың қолданылуын анықтайды. Жарықшақ жоңқа беретін шойындарды, қолаларды, пластмассаларды және т.б өңдеуде алдыңғы беттің l_n түйіспе ауданы аз, онда сығу кернеуі үлкен, бірақ кесу зонасында температура үлкен емес жағдайда ***ВК*** (ISO – К бойынша) тобының қорытпаларын қолданады. Иірмелі жоңқа пайда болатын материалдарды өңдеуде ***ТК*** (Р) тобының қорытпаларын қолданады. Титандық қатты қорытпаларды келесі жағдайларда қолданбайды, егер:

- жоғары беріктікті болат өңделіп жатса,
- технологиялық жүйенің қатаңдығы аз және дірілдер пайда болып жатса,
- үзілмелі кесу, дірілдермен - ***ВК***-ны қолданып жатса.

Қатты қорытпа маркасын келесі принциппен таңдайды:

- жұмыс шарты ауыр болған сайын кобальт қатты қорытпада соғұрлым көп болуы керек;
- таза өңдеуді ***ВК2, Т30К4*** қорытпаларымен жүргізеді,
- ақтық өңдеуді - ***ВК8, Т5К10***.

Қатты қорытпалар – қымбат құрал-сайманды материал, бірақ оны қолдану кесу жылдамдығын ***V = 2 ÷ 3 м/сек***-ке дейін арттыруға мүмкіндік береді.

1.4.5. Минералокерамика

Аспаптық материал - минералокерамика (*микролит*)- алюминий тотығы ($A1_2O_a$), өз кесетін қасиеттердің арқасында, яғни жоғары қаттылық, жылуға төзімділігі және тозуға төтеп берумен ерекшеленеді. Жоғары төзімді кесетін минералокерамиканы алюминийді алудағы техникалық топырақ тотығы болып келеді. Микролит қаттылықтығы және жылуға төзімділігімен (***1300°С***), қатты қорытпалардан басым болып, тұтқырлықта оларға едәуір жол береді.

Қазіргі уақытта кескіш керамика ұнтақ металлургия әдісімен алынатын көпжақты ашылмайтын үшжақты, төртжақты, ромбты және дөңгелек формалы тілімше түрінде шығарылады.

Керамиканың екі түрі бар: оксидті және карбид оксидті. Карбид оксиді алюминий оксидінен Al_2O_3 (**99,2%**) және магний оксидінен (**0,8%)** тұрады. Оның түсі ақ болып, негізгі маркалары -**ЦМ332**, **ВОК60**. Карбид оксидті керамикада алюминий оксидінен басқа карбидтің қажетті қоспалары бар. Бұл керамиканың маркалары: **В3** (**25% TiC, Mo_2C, WC**, қалғаны – алюминий оксиді), **ВОК60** (20% TiC, қалғаны - Al_2O_3, **ВОК63** (**20% TiC**, **1% Co** және **Ni**, қалғаны - Al_2O_3), қара түсті. Оксидті керамиканың қасиеттері: **HRA92**, $\sigma_б$ **= 450 ÷ 500 МПа**, карбид оксидті: **HRA93 ÷ 94**, $\sigma_б$ **= 600 ÷ 750 МПа**. Екі типте де $Q_{аум}$ **= 147 ÷ 1520°К.** Оксидті керамика болаттарды (**HRC35**) ақтық және жартылай ақтық,қақталған және сұр шойындарды (**НВ 200**-ге дейін); карбид оксиді – ақтық және жартылай ақтық өңдеуде шынықтырылған болаттарды (**HRC45 ÷ 65**), ағартылған және берік шойындарды ақтық және жартылай ақтық өңдеуде қолданылады. Кескіш керамиканың пластиналарымен кескіштер, бүйірлік жонғыштар саймандалады. Кесу жылдамдығы **4 ÷ 5 м/сек.**

1.4.6. Алмастар

Жоғары қаттылыққа, тозуға төтеп беруі және өте аз үйкеліс коэффициентіне ие болған, алмасты кесу аспаптары әсіресе өте нәзік, соңғы өңдеу жұмыстарыда кеңінен қолданылады. Әдебиеттердегі мағлуматтарға сүйенсек, 19 каратты салмақпен, алмасты кескіш 105 рет шарықталып, 16 жыл қызмет етген [8].

Өнеркәсіпті көлемде 1958 жылдан бастап жасанды алмастар өңделген. Алғашқы жасанды алмастар графитті жоғарғы қысыммен **(~200 000 ат)** және температурамен (**4000°С**) өңдеу арқылы алынған. Катализаторларды қолдануының арқасында, мысалы сұйық металдар (**Сг, Mo, Fe, Co, Ni**), қысымды **56000-126000 ат** азайтуға, ал температураны **1200-2400°С** төмендетуге алып келді.

Температураға алмас кристалының пішімі тәуелді (куб, октаэдрлік, додекаэдрлік және араласқан пішімді), сондай-ақ төменгі температураларда қарадан жасылға, ал жоғарғы температураларда сары және ақ түске өзгереді.

Құрал-саймандарды жасауда **0,3** тен **0,75** каратқа дейін (**1 карат = 0,2 г**) табиғи және жасанды алмастар қолданылады.

Құрал-сайманды материал ретінде алмастарды пайдалану олардың щектеулі жоғары қаттылығымен, тозуға төзімділігімен, жылу өткізгіштігімен өткір кескіш жиектермен түсіндіріледі. Синтетикалық алмастар ірі поликристалдар (**3...5 мм** өлшемді) түрінде негізгі маркалары шығарылады:

- АСБ - алмас синтетикалық баллас (атауы аналогты табиғи алмаздармен);

- АСПК - карбонадо.

Құрал-сайманды материалдар ретінде алмастың кемшіліктері:

1.Төмен механикалық беріктік $\sigma_б = 300 \div 500$ **МПа**.

2.Төмен жылуға төзімділік $\Theta_a = 970 \div 1020°K$. Бұл температурада ауада алмас графиттелініп кетеді.

3.Алмас өте қымбат құрал-сайманды материал.

Қара металдарды өңдеуде алмастарды қолданбайды. Түсті металдарды, титан қорытпаларын, берік пластмассаларды, шыныларды, керамиканы ақтық өңдеуде қолданады. Өтпелі және ішкі тесіктерді жону кескіштері, бүйірлік жонғыштар, арнайы бұрғылар алмазбен жабдықталады. Алмастар көбінесе ажарлайтын дөңгелектерде қолданылады.

Бор және ***азот*** (***40 % Bo, 50% N***) тардан тұратын қорытпадан-***боразан***. Боразанда жасанды алмас болып, алмас сияқты қатты, бірақ жылуға төзімділігі алмастан (***900°C***) жоғары (***1930°C***).

1.4.7. Кубты бор нитриды

Бор нитриді – бұл алмаз сияқты бағытталған синтетикалық құрал-сайманды материал. Оның жасалу технологиясы алмастың жасалу технологиясымен ұқсас. Бұндай материалдар ***4-8 мм*** өлшемдегі дайындама тәрізінде өңделіп үш таңбалы *композит*терден тұрады:

- ***композит 01*** (***ЭЛЬБОР-Р***, қаттылығы ***6000 HV***);
- ***композит 02*** (***белбор***)
- ***композит 05***, (05И)

композит 10 (***гексанит Р***) көміртекке химиялық инерттілігімен, және құрамында темірі бар материалдардан тұрады. Композиттер қаттылы бойынша алмасқа жақын, бірақ жылуға төзімділігі өте жоғары ($\Theta_a = 1470 \div 1570^0$, $\sigma_в = 400 \div 600$ (***1000 МПа***)). Сондықтан ол шикізат материалдарын кесумен бірге өте қатты шыныктырылған болаттардыда кеседі.

Бор нитридінің темірге инерттілігі болаттар мен шойындарды өңдегенде қолдануға мүмкіндік береді. ***01, 02*** композиттерін болаттарды (***HRC 50 70***) соққылы жүктememен, шойындарды, ***ВК*** тобының қатты қорытпаларын өңдегенде қолданады.

Композиттен жасалған қырлық құрал-сайман кейбір үдерістерде ажарлау өңдеу түрін сәтті ауыстырады. Токарлық кескіштерді (өтпелі, бүйіршіктейтін, қиғыш кескіш), бүйірлік жонғыштарды композиттермен саймандайды. Бор нитридіні көбінесе ажарлайтын дөңгелектерде қолданылады.

1.4.8. Металлды керамика және керметтер

Кермет және металлды керамиканы материалдардың бірінші сыныбына жатқызады. Олар жасанды көп фазалы жүйелер болып, екі немесе көбірек компоненттердің құрылған болып химиялық қоспаларға жатпайды.

Композиттерді алуда тотықтар, карбидтер, металдардың боридтері қолданылады. Ал екінші құрастырушысы болып металдар келеді: темір, кобальт, никель, ванадий, хром, молибден, цирконий, вольфрам, ниобий, тантал және басқалар. Компоненттерді таңдаған кезде, олар бір бірімен химиялық қоспаға айналмауына мән береді.

Керметтердің негізі болып керамикалық материалдар, ал металдар қоспа ретінде келеді. Металлды керамикада керісінше.

Олардың ерекшелігі аса қатты және берік, кемшілігі пластикалығы аздау. Мұнда вольфрам карбиді және кобальттың негізінде керметтер кеңінен бетон, гранит өңдеуі үшін қолданылады, ол қызған күй-жағдайдада өз қаттылығын жоғалтпайды. Кесу процессінде соққы болған жағдайда қолданыуға болмайды.

1.5. Токарлық кескіштің геометриялық параметрлері.

1.5.1. Негізгі түсініктер мен анықтамалар

Құрал-сайманның негізгі жұмысшы функциялары: бөлшектің берілген бетінің пішінінің түзеу және дайындаманың материалының артық көлемінің әдібін жойу болып табылады.

Кесу процесін мұқият зерттеу үшін өңдеу процесіндегі дайындама және кескіштің беттеріне жазықтыққа салыстырма түрде келесідей атауға ұсынылады(сурет 1.5):

1. ***Өңделіп жатқан бет***, әдіпті кесіп алу нәтижесінде жойылатын бөлшек дайындамасының беті.

2. ***Өңделген бет***, әдіпті алған соң түзілетін бет.

3. ***Кесу беті***, кесу процесінде құрал-сайманның жүздерімен түзілетін бет.

Құрал-сайман кесу процесін жүзеге асыра алуы үшін оның кеуше бөлігі белгілі беттермен шектелген болуы керек:

4. ***Алдыңғы бет***, кесу процесінде жоңқа шығатын бет.

5. ***Артқы бет*** – кесу бетіне қаратылған бет.

6. ***Көмекші артқы бет*** – өңделген бетке қаратылған бет.

Барлық беттер геометриялық көзқарастан әр түрлі болуы мүмкін.

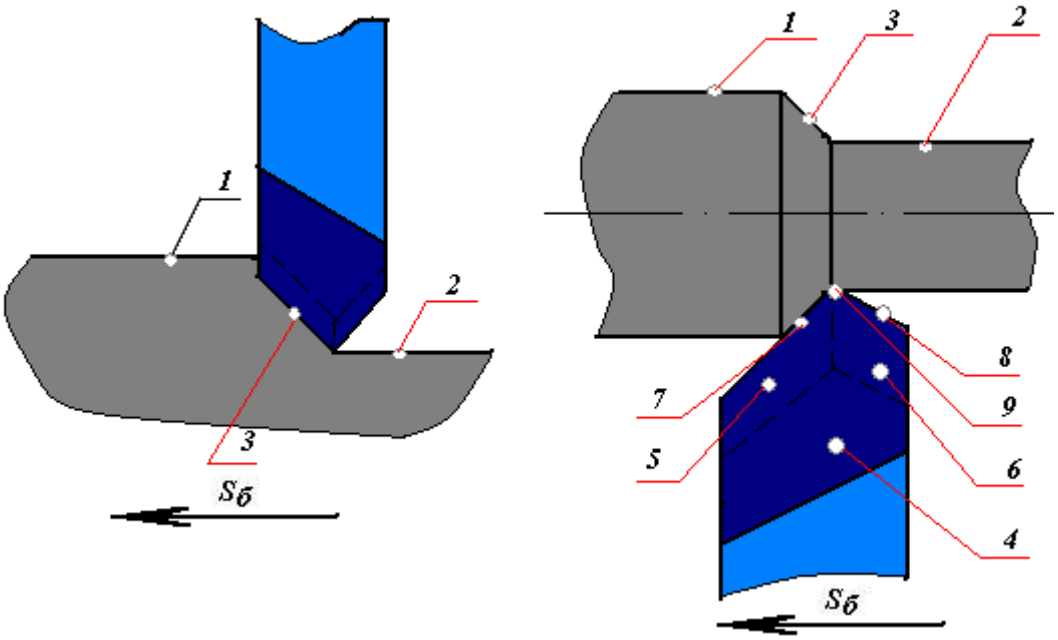
Құрал-сайманның беттері қиылысуы кескіш жүздерін береді:

7. ***Негізгі жүз*** – бұл алдыңғы және артқы беттің /сызық/ қиылысуы,

8. ***Көмекші жүз*** – бұл алдыңғы және көмекші артқы беттің қиылысуы

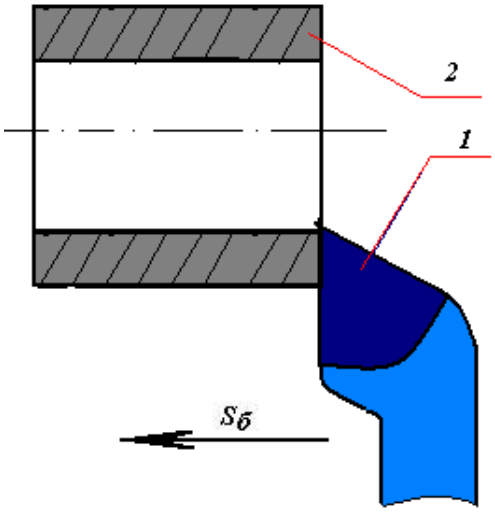
9. ***Кескіш кесетін жүзінің шыңы*** – негізгі және көмекші жүздерінің

қиылысуынан пайда болған нүкте.



Сурет 1.5. Токарлық кесіп өңдеу процесі.

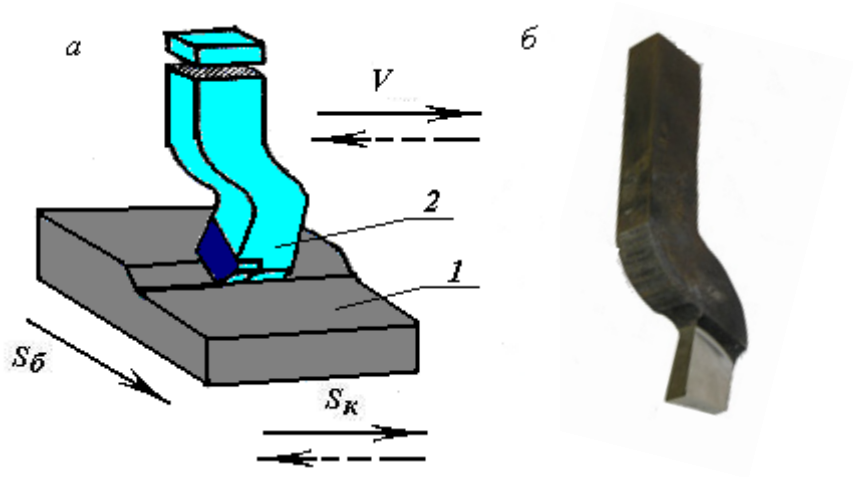
Еркін және ***еркін емес*** кесуде болады. Егер жұмыста тек негізгі жүз қатысса, онда мұндай кесуді еркін кесу деп атайды (сурет 1.6). Егер жұмыста негізгі мен қоса көмекші жүз қатысқан болса, онда ондай кесуді еркін емес кесу деп атайды (сурет 1.5).



Сурет 1.6. Токарлық бүйіршіктейтін кескішпен (1) төлкенің (2) бұйырын жону процесі.

Негізгі үлгілердегі кескіштерді келесі түрде топтастыруға болады:

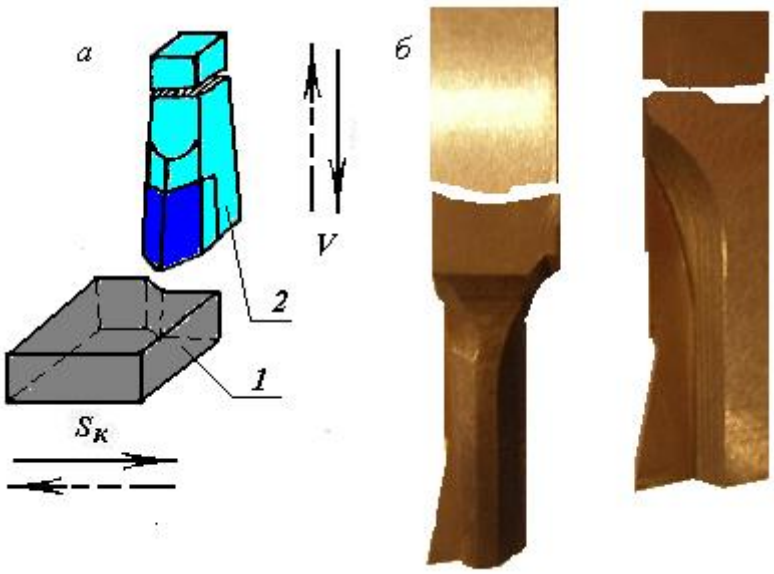
а) жұмыс түріне қарай ГОСТ 17420—72– жонғы кескіш(сурет 1.5), сүргілей кескіш (сурет 1.7), қашаулы кескіш (сурет 1.10);



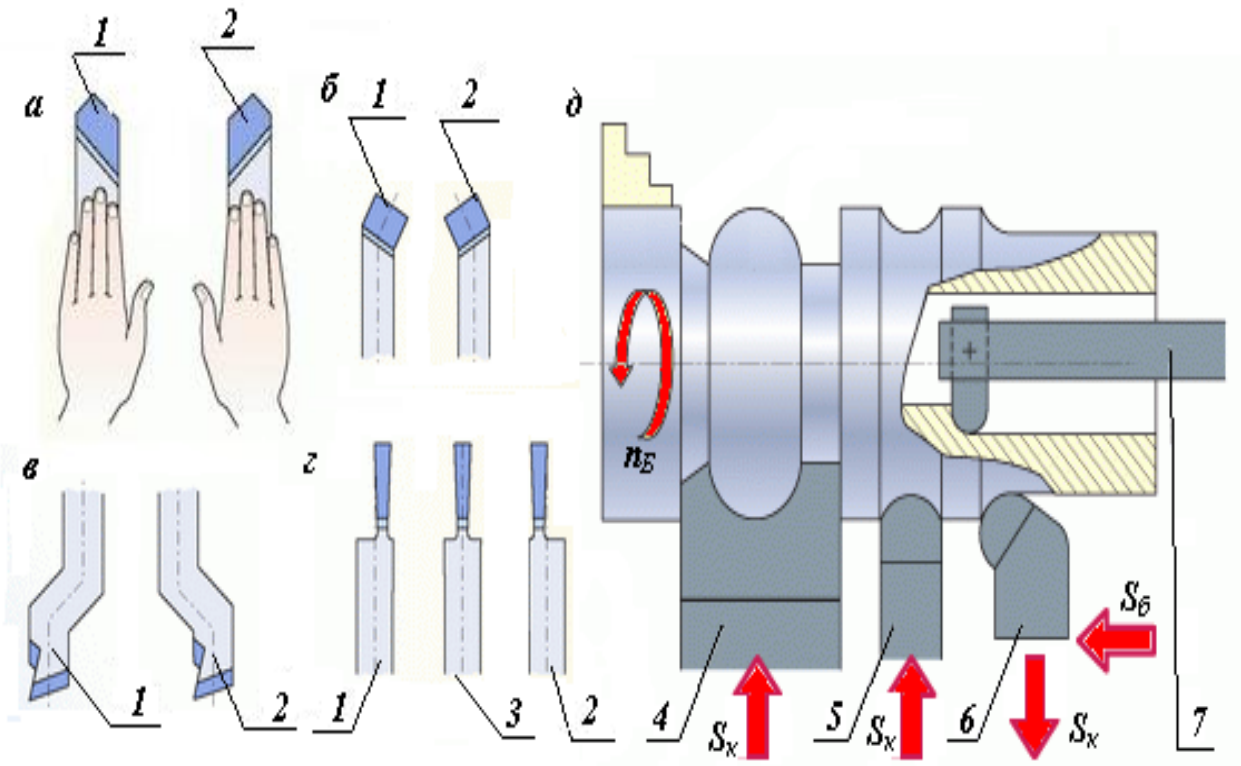
Сурет 1.7. Сүргілей өңдейтін кескіш.
а – сұлбасы: 1 – дайындама; 2 - кескіш; б – фотосуреті.

б) беріліс бағытына қарай — оң және сол (сурет 1.9, а);

в) кескіш басінің түрімен және оның орнына қондырылуымен — түзу (сурет 1.7, *а*), қайырылған (сурет 1.9, *б*), бүктелген, иілгендер (сурет 1.9, *в*), тартылғандар (сурет 1.7; 1.9, *г*;);

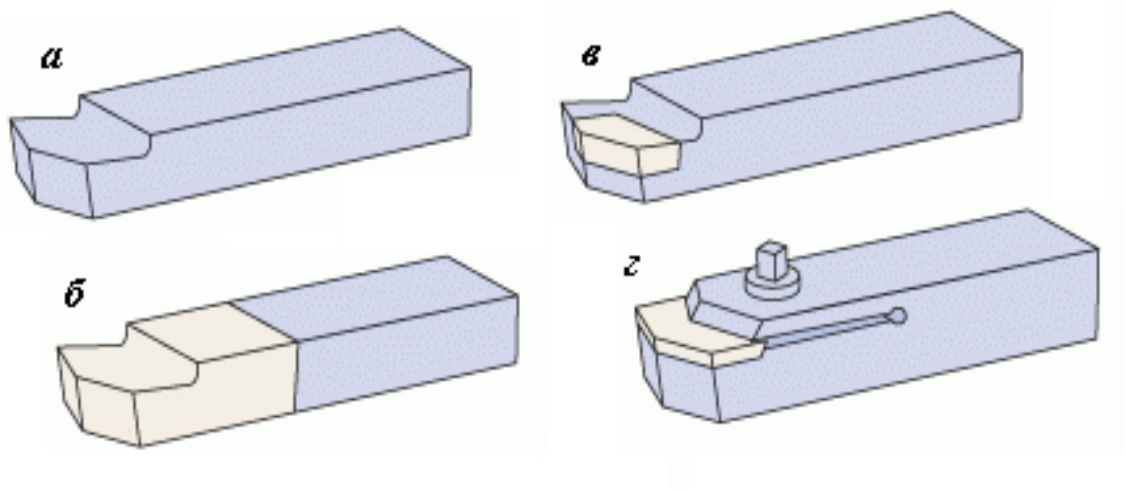


Сурет 1.8. Қашаулап өңдейтін кескіш.
а) – сұлбасы: 1 – дайындама; 2 - кескіш; б) – фотосуреті



Сурет 1.9. Кескіш басінің түрімен беріліс бағытына қарай кескіштерді таптастыру: 1 - сол; 2 - оң; 3 – симметриялық; 4 - күрделі пішімді; 5 – жұмыр пішімді ойық; 6 – сыртқы ойың;7 - ішкі ойың ою ұшын.

а) түзу; б) бүктелген; в)иілген; г)тартылғандар



Сурет 1.10. Кескіш тілімшесінің бекіту тәсіліне қарай таптастыру:

а) біртұтас; б) кескіш басімен құрама; в) тілімшесімен құрама г) тілімшесімен механикалы бекітуімен

г) кесетін жиектер түрімен — тегіс пішінді (сурет 1.9, *а,б,в,г*) және пішімді сұлбалы кескіш (сурет 1.9, *д*);

д) кесетін тілімін бекіту тәсілімен — біртұтас, құрамалы — тіліміндерін механикалы бекітуімен (сурет 1.10);

е) кескіштің кесетін тілімінің материалына қарай — жылдамкескіш аспап болатты тілімімен ГОСТ 18868—73, ГОСТ 18876—73, қатты қорытпалы және минералды, металл керамикалық тілімді ГОСТ 18877—73, ГОСТ 18878—73, ГОСТ 18879—73, ГОСТ 18880—73,18881—73, ГОСТ 18885—73 және с.с

ж) кескіш ұстағыш қимасымен — квадрат, тік бұрышты , жұмыр, арнайы.

Заманауый машинажасауда тілімшесімен механикалы бекітуде ***CoroTurn RC*** тілімшелері және бекіту тәсілдері кеңінен қолданылады.

1.5.2. Токарлық кескіштің геометриялық параметрлері

Құрал - сайманның кесетін жүздерінің және беттерінің кеңістікте және өзара орналасуын сипаттайтын бұрыштар қатарының жиынтығы оның ***геометриялық параметрлері*** деп аталып ГОСТ 25762-83 негізінде өндірісте пайдаланылады.

Кесуге арналған құрал-саймандарға екі түрлі көзқараспен қарауға болады: белгілі өлшемді және пішімді геометриялық дене ретінде, сондай-ақ бір өңдеу әдісіне арналған еңбектің қаруы сияқты. Осыған сәйкес құрал-сайман геометриялық параметрлерін келесі топтарға бөлу мақсатқа лайықты:

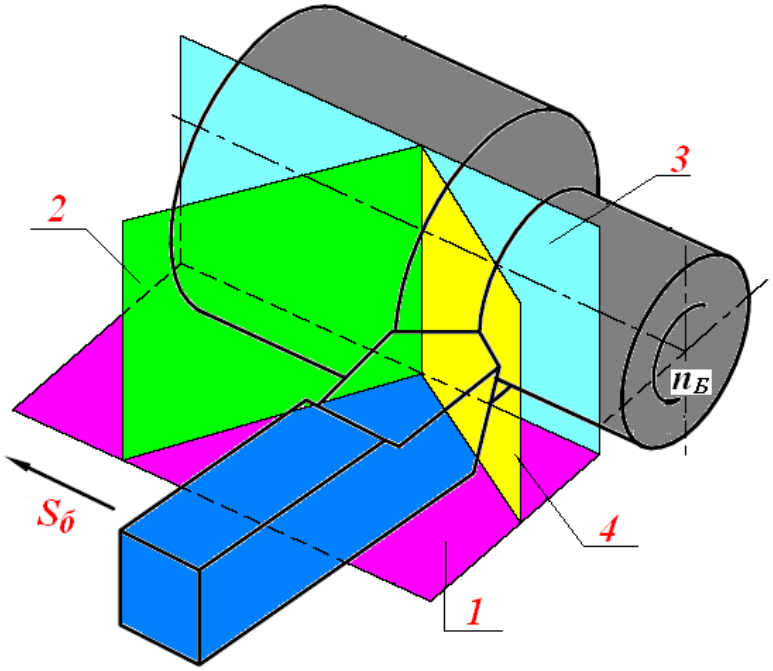
1.Белгілі пішімді дене ретінде қаралатын құрал-сайманның геометриялық параметрлері. Бұл параметрлер құрал-сайманды жасау және оны бақылау үшін қажет болып, ***статикалық параметрлері*** немесе ***қайрау, шарықтау бұрыштары*** деп аталады.

2. Құрал -сайманның статикалық бұрыштары кесу процесінде өз мәндерін өзгерте отырып ***кинематикалық*** немесе ***жұмысшы параметрлер*** (***бұрышта***р) деген атауға ие болады. Кинематикалық бұрыштар кесу процесі қандай жағдайда жүргізілу шарттарын сипаттайды. Құрал-сайманға жұмыс істеуі барысында оң, сол немесе өзге қозғалыстарды, сондай-ақ бұл қозғалыстардың жылдамдықтарымен қатынастарын өзгерте отырып статикалық бұрыштарды шамасы бойынша әр түрлі жұмысшы бұрыштарға ауыстыруға болады.

Құрал-сайманды геометриялық дене ретінде қарастырғанда, қай жазықтыққа негізделіп жұмыс істеуін және қалған беттерін орналасуын есепке ала отырып, оның жасалыуын едәуір қарапайымдылығын және бақылауын қамтамасыз етуі керек. Егер де құрал-сайманды жұмыс процесінде қарастырса, онда оның беттері мен жүздерін кесу бетіне сәйкес орналастыру керек.

Құрал-сайманды қайрауда және бақылауда кескіштің кесетін беттері және жүзін үш өзара перпендикуляр жазықтықтардың қиылысуымен түзілген төртжаққа қатысты түзген мақсатқа лайықты (сурет 1.11):

1. ***Негізгі статикалық жазықтық*** P_{vc} - *тірек жазықтық,* координаттық жазықтық, қаралатын кесетін жиек нүктесі арқылы өткізілген және сол нүктеде кесу негізгі қозғалысы жылдамдық бағытына перпендикуляр жазықтық.



Сурет 1.11. Кесіп өңдеу процессінде статикалық координаттық жазықтықтар.

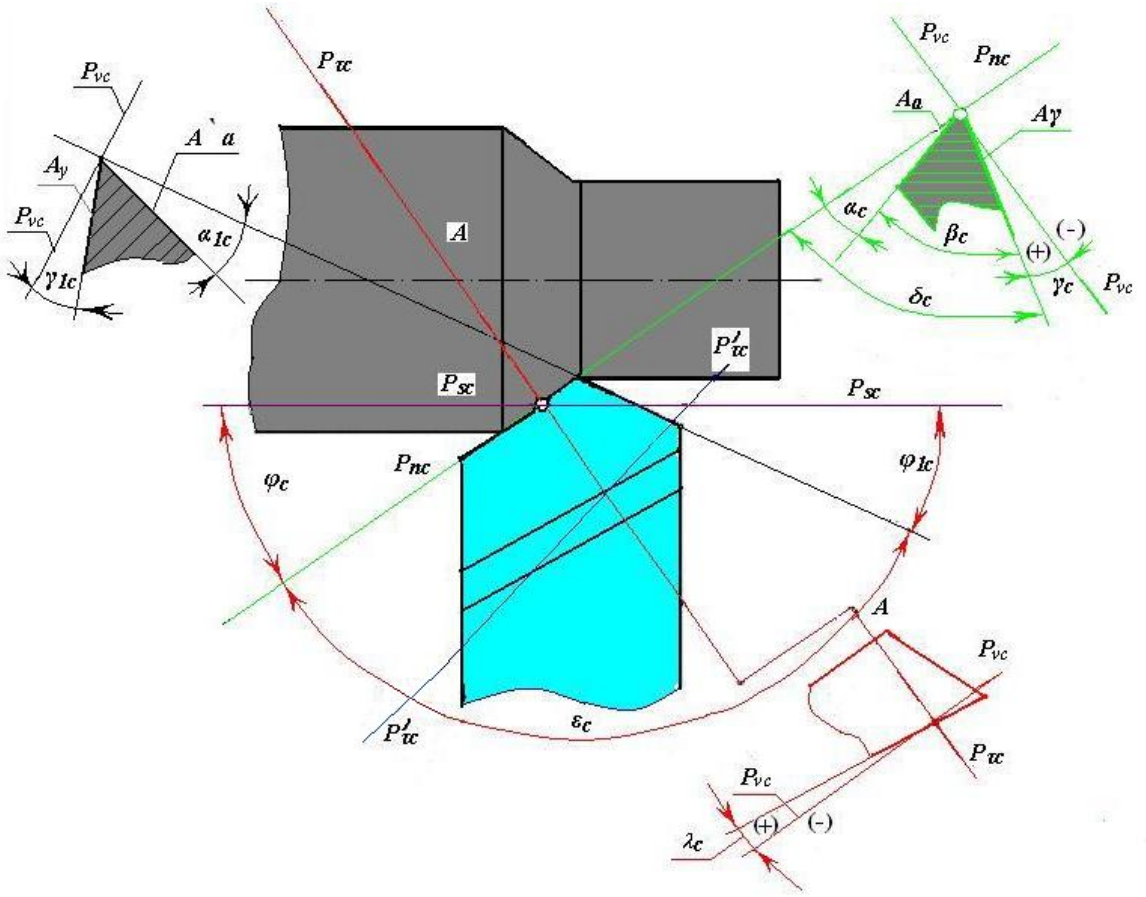
2. ***Кесу статикалық жазықтық*** P_{nc} - *бүйірлік жазықты,* координаттық жазықтық, қаралатын нүктеде негізгі кесетін жиекке жанама және статикалықтың негізгі жазықтықтыққа перпендикуляр жазықтық.

3. ***Жұмысшы статикалық жазықтық*** P_{sc} - координаттық жазықтық, кесу негізгі қозғалыстары және беріліс қозғалыстары жылдамдықтарының бағыттары орналасқан жазықтық.

4. ***Негізгі қиюшы статикалық жазықтық*** $P_{\tau c}$ - координаттық жазықтық, статикалық негізгі жазықтықтығы және кесу статикалық жазықтығының қыйылысу сызығына перпендикуляр жазықтық.

Құрал-сайманның жұмысшы (кинематикалық) бұрыштары статикалық бұрыштарымен салыстырғанда кесу процесінде пайда болатын физикалық құбылыстарды едәуір дұрыс бағалауға мүмкіндік береді. Кинематикалық бұрыштар статикалық бұрыштарынан ерекшеленуін ескерсек, құрал-сайманды жобалап жатқан конструктордың есебі құрал-сайманның жұмысы барысында кез келген көзқараспен қарағанда да тиімді жұмысшы

бұрыштарды (мысалы: едәуір жоғары тұрақтылық, қажетті дәлдік, бөлшектің беттік қабатының берілген сапасын қамтамасыз ететін статикалық бұрыштар) тағайындауы қажет.



Сурет 1.12. Кесіп өңдеу процесінде статикалық координаттық жазықтықтар және кескіш статикалық геометриялық параметрлері.

Қарастырылған жазықтықтарға тәуелді кескіштің кесетін беттері және жүздерін статикада келесідей атау ұсынылған (сурет 1.12).

Негізгі алдыңғы статикалық бұрыш $γ_c$ - алдыңғы беттің орналасу бұрышы. Алдыңғы бұрыш статикалық негізгі қыйушы жазықтыққа $P_{τc}$ тиесілі болып, кескіштің алдыңғы бетімен статикалық негізгі жазықтық P_{vc} арасындағы мәнді береді. Статикалық негізгі алдыңғы бұрыш оң және теріс болуы мүмкін. Егер γ бұрыш құрал-сайманның денесінен тысқары жатса яғни теріс, ал құрал-сайманның денесінде жатса оң деп қабылдауға болады.

Негізгі артқы статикалық бұрыш $α_c$ – артқы беттің орналасуын сипаттайды. Алдыңғы бұрыш статикалық негізгі қиюшы жазықтыққа $P_{τc}$

тиесілі болып, артқы бетпен кесу статикалық жазықтық P_{nc} арасындағы мәнді береді.

Сына немесе өткірлік статикалық негізгі бұрышы β_c – алдыңғы бұрыш статикалық негізгі қиюшы жазықтыққа $P_{\tau c}$ тиесілі болып, кескіш сынасының алдыңғы және артқы беттер арасындағы мәнді береді.

Негізгі кесу статикалық бұрышы δ_c – алдыңғы бұрыш статикалық негізгі қиюшы жазықтыққа $P_{\tau c}$ тиесілі болып, кескіштің алдыңғы бетімен кесу статикалық жазықтық P_{nc} арасындағы мәнді береді.

Негізгі бұрыштар мәндерін тексеру үшін келесі арақатынастардан пайдаланыуға болады:

$$\alpha_c + \beta_c + \gamma_c = 90^\circ, \qquad (1.3)$$

$$\delta_c + \gamma_c = 90^\circ$$

Статикалық негізгі артқы бұрыш және өткірлік статикалық негізгі бұрыш қосындысы $(\alpha_c + \beta_c) < 90$ тік бұрыш мәндерінен кіші болған жағдайда статикалық негізгі алдыңғы бұрыш γ_c «***оң***», ал керісінше болса $(\alpha_c + \beta_c) > 90°$, яғни тік бұрыштан артып жатса «***теріс***» деп саналады.

Көмекші артқы статикалық бұрыш α_{1c} - көмекші қыйушы статикалық жазықтыққа $P'_{\tau c}$ тиесілі болып, көмекші артқы бетге жанама, сондай-ақ статикалық негізгі жазықтыққа P_{vc} перпендикуляр жүргізілген түзү сызықпен көмекші артқы бет арасындағы бұрыш мәні болып келеді.

Көмекші алдыңғы статикалық бұрыш γ_{1c} - көмекші қыйушы статикалық жазықтыққа $P'_{\tau c}$ тиесілі болып, статикалық негізгі жазықтықпен алдыңғы бет арасындағы бұрыш мәні болып келеді.

Алдыңғы беттің еңкештік статикалық бұрышы λ_c − кесу статикалық жазықтығындағы P_{nc} тиесілі, негізгі жүзбен негізгі статикалық жазықтық P_{vc} арасындағы бұрыш мәні болып:

— кескіш кесетін жүзінің шыңы кесу процесінде жоңқа шығатын бетте ең төменгі нүкте болса «***теріс***», ал керісінше болса «***оң***» деп саналады. Кескіш кесетін жүзі негізгі статикалық жазықтыққа P_{vc} паралел келіп тұрса, алдыңғы беттің еңкештік статикалық бұрышының $\lambda_c = 0$, мәні нөлге тең.

Негізгі кескіш маңдай статикалық бұрышы φ_c – негізгі статикалық жазықтық P_{vc} бұрышы, жұмысшы статикалық жазықтықпен P_{sc} кесу статикалық жазықтықтар P_{nc} арасындағы бұрыш мәні болып келеді.

Көмекші кескіш маңдай статикалық бұрышы φ_{c1} - негізгі статикалық жазықтық P_{vc} бұрышы, көмекші жүздің негізгі статикалық жазықтыққа проекциясымен кесу беріліс қозғалысы (сурет 1.13) бағыты арасындағы бұрыш мәні болып келеді.

Кескіш маңдай статикалық бұрышы ε_c - негізгі статикалық жазықтық P_{vc} бұрышы, негізгі және көмекші жүздің негізгі статикалық жазықтыққа проекциялары арасындағы бұрыш мәні болып келеді. Бұл бұрыштар келесі теңдікке тәуелді:

$$\varphi_c + \varepsilon_c + \varphi_{1c} = 180^\circ, \qquad (1.4)$$

Жұмысшы бұрыштарының шамасы кесу бетінің орнына және шынайы кесу жылдамдығының векторына, сонымен қатар өңделіп жатқан бетке қатысты құрал-сайманның білдекке орнатылуына әсер ететін барлық факторларға байланысты болады (сурет 1.13):

Жұмысшы артқы бұрышы $\alpha_ж$ деп құрал-сайманның артқы бұрышына жанама және кесу бетіне жанама жазықтықтар арасындағы мәнді айтады.

Құрал сайманның жұмысшы алдыңғы бет бұрышы $\gamma_ж$ деп ұстараның берілген нүктесіндегі кесу бетіне нормаль және сол нүктедегі ұстараға нормаль жүргізілген алдыңғы бетке жанама арсындағы мәнді айтады.

Алдыңғы беттің еңкештік жұмысшы бұрышы $\lambda_ж$ деп берілген нүктедегі ұстараға жанама және осы нүктедегі шын кесу жылдамдығы W векторына перпендикуляр жазықтықта орналасқан бұрышты айтады.

Жазықтықтағы жұмысшы негізгі бұрыш $\varphi_ж$ деп негізгі жүз немесе оған жанама түзумен беріс векторы арасындағы бұрышты айтады.

Кескіш күрделі жұмысшы қозғалыста болатын болса жұмысшы бұрыштар статикалық бұрыштардан ерекшеленеді.

Сурет 1.13 сұлбада дайындама n айналу жиілігі, V жылдамдықпен айналуда, ал кескіш бастапқы I-күйден аралық II күйге беріліспен радиаль бағытта жылжу бейнеленген.

Кескіш салыстырмалы қозғалыста Архимед спиралі траекториясы бойынша жылжыйды. Дайындаманы осіне перпендикуляр жазықтықпен қийсақ, кесу бетінің ізін (сурет 1.13, 1) аламыз.

Шын кесу жылдамдығы W кесу бетінің ізіне жанама болып келіп, оның траекториясы жасалыуына тікелей ықпал жасайды.

Кесу бетіне нормаль, сондай-ақ шын кесу жылдамдығына тік бұрышпен орналасқан N-N жазықтықтан кескіштің алдыңғы жұмысшы бет бұрышы $\gamma_ж$ есептеледі. Шын кесу жылдамдығынан жүргізілген тузуден кескіштің жұмысшы артқы бұрышы $\alpha_ж$ өлшенеді.

Сурет 1.13 сұлбаға сәйкес:

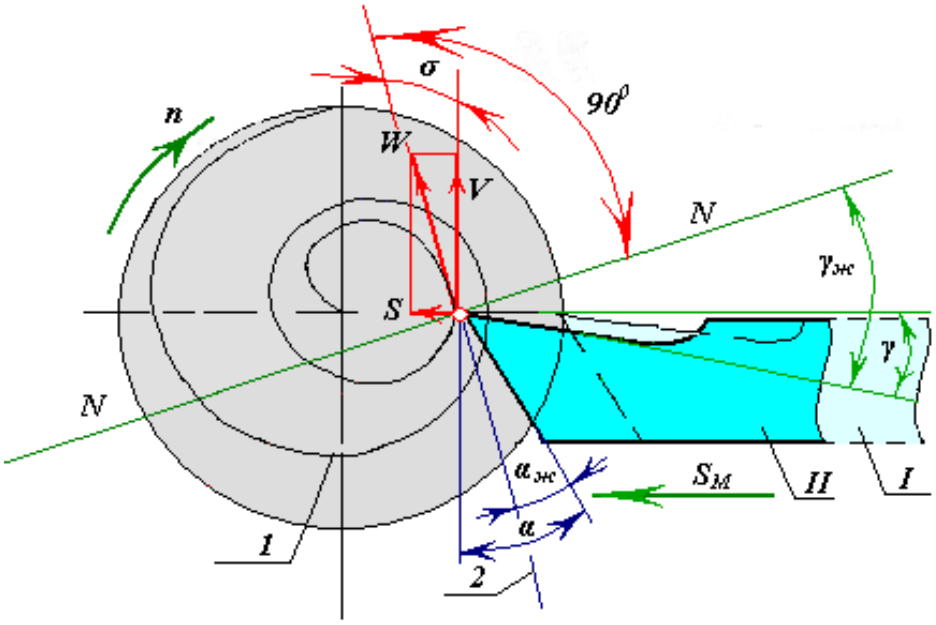
$$\alpha_ж = \alpha_c - \sigma \qquad \gamma_ж = \gamma_c + \sigma ,$$

мұндағы: α_c и γ_c -кескіштің статикалық бұрыштары, ал бұрыш

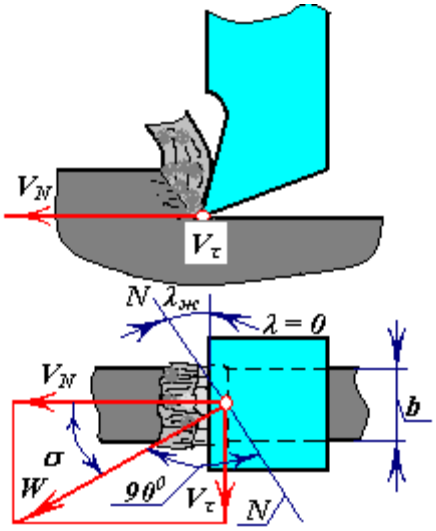
$$\sigma = arctq\frac{S}{V}, \qquad (1.5)$$

Күрделі жұмысшы қозғалыста негізгі жүздің статикалық және жұмысшы көлбеу бұрыштарының болуы ***b*** енді кең сүргілегіш кескішпен пластинаның еркін кесуін мысал ретінде көрсетуге болады (сурет 1.14).

Өңдеу процесінде кескіш күрделі қозғалыс жасайды: V_N - кескіш кесетін жүзіне нормаль; V_τ - кескіш кесетін жүзіне жанама жылдамдықтарымен жылжи отырады.



Сурет 1.13. Токарлық өңдеу процесінде S беріспен кескіштің радиал бағытта орын ауыстыру траекториясы



Сурет 1.14. Сүргілеп өңдеу процессінде көлденең жону.

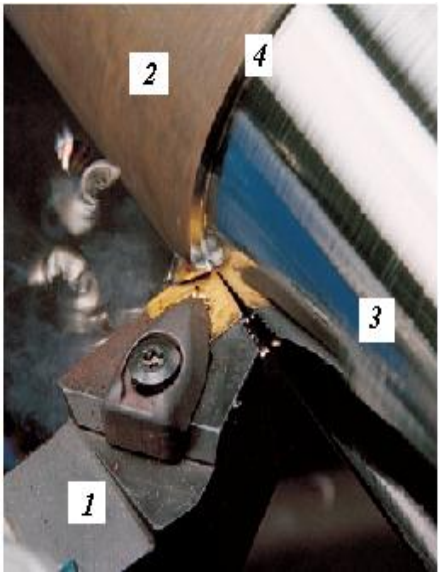
Кескіштің статикалық бұрышы $\lambda = 0$, болса, онда жұмысшы бұрыш:

$\lambda_p \neq 0$; сонда (сурет 1.14) $\lambda_p = \lambda + \sigma$,

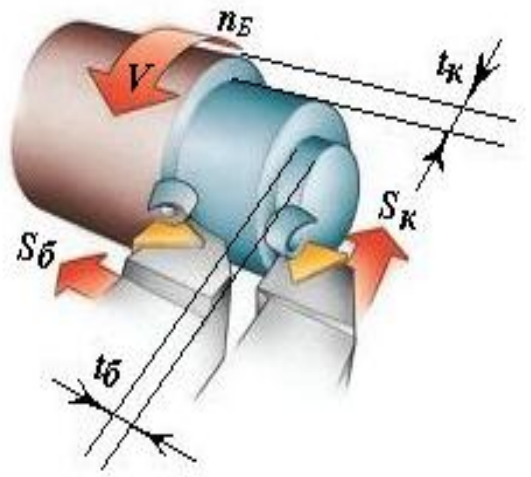
$$tq\,\sigma = \frac{V_\tau}{V_N}, \qquad (1.6)$$

1.5.3. Өңдеу процесіндегі кесу тәртіптерінің элементтері

Әдіпті жою үшін құрал-сайманға немесе дайындамаға белгілі қозғалыстар мен берілістер беріледі (сурет 1.15).



б



Сурет 1.15. Сандық бағдарламалық токарлық білдегінде кесіп өңдеу процесі.

а) Жону процесінде: 1- кесетін тілімшесі механикалық бекітілген токарлық кескіш; 2- дайындаманың өңделмеген беті; 3- дайындаманың өңделген беті; 4- дайындаманың өңделіп жатқан беті.

б) Токарлық кесіп өңдеу сұлбасы: $\mathbf{t_б}$, $\mathbf{t_к}$ *– кесу тереңдігі,* ***мм, мкм;*** $\mathbf{n_Б}$ *– бөлшектің минутқа айналым саны,* ***айл/мин;*** $\mathbf{S_б}$ *- бойлық беріс;* $\mathbf{S_к}$ *- көлденең беріс* ***мм/айл.***

Кесіп өңдеу түрлері қолданылатын кесетін аспап контрукциясы, оның бөлімдері, сондай-ақ кескіштің, өңделініп жатқан дайындаманың жұмыс уақытындағы қозғалыс траекторияларына қарай ажыратады.

Қозғалыстардың үйлескен элементарлық бағыттарына және санына байланысты өңдеу кинематика сұлбаларын келесі жүйеге келтіруге болады [5]:

— бір түзу сызықты қозғалыс;

— екі түзу сызықты қозғалыс;
— бір айналмалы қозғалыс;
— бір айналмалы және бір түзу сызықты қозғалыс;
— екі айналмалы қозғалыстың;
— екі түзу сызықтылардың және бір айналмалы қозғалыс;
— екі айналмалы және бір түзу сызықты қозғалыс;
— үш айналмалы қозғалыстың.

Кесу бас қозғалысы – бұл кесіп алынатын қабаттың жоңқаға айналу процесінің іске асуы үшін қажетті, мәні ең үлкен қозғалыс болып табылады. Білдектің айналдырығы қозғалыс (айналу) саны болып, кинематикалық торсызығынан таңдаланады. Өңделінетін бөлшектің немесе кесу аспабының қозғалысы: түзу, ілгерілемелі-қайтпа, сондай-ақ айналмалы болып келеді – ***n, айл/мин***.

Кесу жылдамдығы – кесу жүзіндегі немесе бөлшектің бас қозғалыстағы нүктесінің жылдамдығы. Кескіштің кесетін қырының бір минутта дайындама бетінен негізгі жұмысшы қозғалыс бағытында, өтетін жол ұзындығы - *кесу жылдамдығы* ***V*** (***м/мин***) деп аталады:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/мин} \qquad (1.7)$$

мұнда

D – бөлшек диаметрі, 1000 миллиметрді метрге ауыстыру тұрақты саны.

Кесу тереңдігі - ***t*** (көлденең, бойлық) деп, бөлшектің осіне перпендикуляр өлшенген өңделініп жатқан бетпен ***D*** (L), өңделінген бетінің D_1 (L_1) диаметрлері ара қашықтығы деп айтылады (сурет 1.16).

$$t = \frac{D - D_1}{2}, \text{ мм} \qquad (1.8)$$

Кесу беріліс қозғалысы немесе ***жәрдемші жұмысшы қозғалыстар*** $S_б$ - бойлық, $S_к$ - көлденең (***мм/айл***) деп, кескіш кесу жиегі шыңының өңделіп жатқан бөлшектің бір айланымында басып өткен жолы айтылады. Кесу беріліс қозғалысы мәндері білдектердің кинематикалық торсызығынан таңдаланады. Беріліс қозғалысы өңдеу процесінің үзіліссіз немесе периодты қайталануы үшін қажетті қозғалыс.

Кесетін кескіш немесе бөлшектің жәрдемші жұмысшы қозғалысында бір минутта орын ауыстыру – ***минуттық берілісі*** $S_м$ деп аталып ***мм/мин*** өлшенеді.

$$S = \frac{S_м}{n}, \text{ мм/айл} \qquad (1.9)$$

Қарастырылған элементер: кесу бас қозғалысы, кесу жылдамдығы, кесу беріліс қозғалысы немесе жәрдемші жұмысшы қозғалыстар, кесу тереңдіктер - ***кесу тәртіптері*** деп аталады.

Абсолютті шамада кесу жылдамдығы мен беріліс бір-бірінен бірден ерекшеленеді: сүргілеуде екі қозғалыста біруақытылы болмайды, ал жонуда бір уақытылы болады. Егер беріліс қозғалысы кесу қозғалысы іске асып жатқан уақытта болмаса, онда құрал-сайман қарапайым жұмысшы қозғалыста болады, ал егер бұл қозғалыстар бір уақытылы болса, онда күрделі жұмысшы қозғалысы болып саналады. Көпшілік құрал-саймандар күрделі жұмысшы қозғалысқа ие. Оны $\boldsymbol{V_ш}$ – кесу жылдамдығы мен беріліс векторларының суммасымен ұсынылатын шынайы кесу жылдамдығымен сипаттауға болады. Көлденең жонуда шынайы кесу жылдамдығының шамасы мынаған тең (сурет 1.13; 1.14):

$$\boldsymbol{V_ш} = \sqrt{\boldsymbol{V}^2 + \boldsymbol{S}^2} \qquad (1.10)$$

Бірақ $\boldsymbol{S}$ шамасы аз болғандықтан $\boldsymbol{V_ш} = \boldsymbol{V}$ деп санауға болады.

Кесу тәртіптері элементтің негізгі, кесу жылдамдығының өндіріс орындарында қолданылу кесте 1.2 келтірілген.

Кесте 1.2. Кесу жылдамдығының өндіріс орындарында қолданылу мәндері

Кесетін тілім материалы		**Жылуға төзімділігі, ^oC**	**Рұқсат етілген кесу жылдамдығы, *v , м/ мин***
Көміртекті болат		250...300	10...15
Легірленген болат		350...410	15...30
Жылдамкескіш болат		600...620	40...50
Қатты қорытпалар:	Вольфрамды	900...930	120...200
	Титанды вольфрамды	1000...1050	150...250
	Вольфрамсыз	800...830	100...300
	Арнайы қаптамалы	1000...1100	200...300
Керамика		1200..1250	400...600

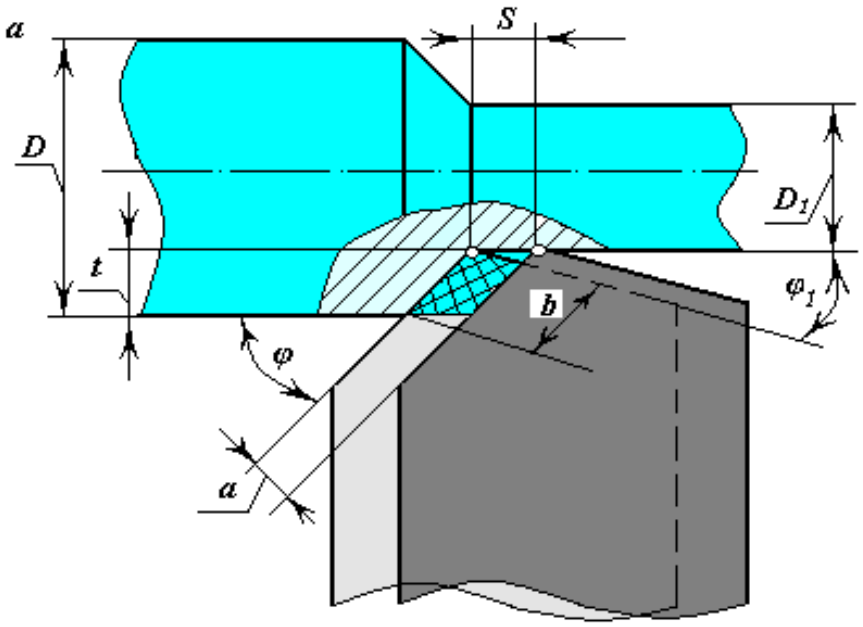
Кесіп өңдеу процесінде кесіп алынып тастайтын қабат, яғни әдіп кескіштің бетінен үйкеліп өтіп, деформацияланып жоңқаға /стружка/ айланады. Әдіптің жоңқаға айлану процесі өте күрделі процестер болып саналады. Бұл мәселені келесі тақырыптарда кеңінен қарастырамыз. Қазірде кесу тәртібіне тиесілі факторларды айқындап алуымыз қажет.

Кескіштің кесу бетіндегі орын ауыстыру аралығы – ***кесу жуандығы a***, ал кесу жазықтығы бойынша өлшенген, өңделініп жатқан бетпен өңделінген бет аралығы ***кесу ені в*** деп аталады (сурет 1.16.).

Егер кескіш кесетін қырларымен беріліс проекциялары арасын белгілі ***φ*** бұрышымен алсақ [8]:

$$a = S \cdot \sin\varphi, \; мм \tag{1.11}$$

$$b = \frac{t}{\sin\varphi}, \; мм \tag{1.12}$$



Сурет 1.16. Жоңқа пайда болу процесінде кесу элементтері.

Кесу берілісі ***S*** және тереңдігі ***t*** немесе кесу жуандығымен ені арқылы ***кесіп алынатын қабат ауданын f*** табамыз:

$$f = S \cdot t = a \cdot b, \; мм^2 \tag{1.13}$$

егер өңделінген бет кедір бұдырлығын есепке алсақ, нақты кесіп алынатын қабат ауданы ***f*** есептегі мәнінен шамалы аздау болады (сурет 1.17.).

Жұмырланған кесетін қырлы радиусты ***r*** кескіштің кесіп алынатын қабат ауданы ***f***, сурет 1.17 бейнеленген:

$$f_d = S \cdot t \; - ауд.ABC \; , \; мм^2$$

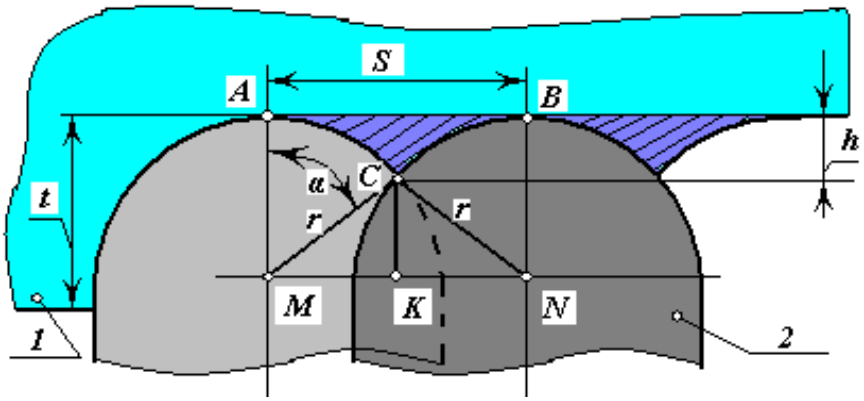
мұнда: ***ауд.*** - ауданы,

$$ауд.ABC = ауд.ABNM - (ауд.AMC + ауд.MCN + ауд.BCN) \qquad (1.14)$$

$$ауд.\ ABNM\ = S \cdot r\ ,$$

$$ауд.AMC\ +\ ауд.\ BCN\ = r^2 \cdot a = r^2 \cdot arcsin\frac{S}{2r}\ ,$$

$$ауд.MCN = \frac{MN \cdot CK}{2}\ = \frac{S}{2}\sqrt{r^2\ -\frac{S^2}{4}}.$$



Сурет 1.17. Нақты кесіп алынатын қабат ауданын f есептеу схемасы.
1- өңделініп жатқан бөлшек; 2- кескіш.

ABNM, AMC, BCN, MCN мәндерін 1.10 теңдеуге қойсақ:

$$ауд.ABC = S \cdot r - (\frac{S}{2}\sqrt{r^2\ -\frac{S^2}{4}} + r^2 arcsin\frac{S}{2 \cdot r})\ ,$$

нәтижесінде:

$$f_д = t \cdot S - \left[t \cdot S - \left(\frac{S}{2}\sqrt{r^2 - \frac{S^2}{4}} + r^2 arcsin\frac{S}{2 \cdot r} \right) \right], \qquad (1.15)$$

кедір бұдырлық биіктігі

$$h = r - \sqrt{r^2\ -\frac{S^2}{4}}\ , \qquad (1.16)$$

Кесетін қырлары тік, негізгі маңдай бұрышы φ және қосалқы бұрышы φ_1, сондай-ақ жұмырлану бұрыштары есепке алынбайтын дәрежеда аз кескіштер үшін:

$$f_{\partial} = S \cdot t \cdot - \frac{S^2}{2(ctg\varphi + ctg\varphi_1)} \tag{1.17}$$

$$h = \frac{S}{ctg\varphi + ctg\varphi_1} = \frac{S \cdot tg\varphi \cdot tg\varphi_1}{tg\varphi + tg\varphi_1} \tag{1.18}$$

Егер кескіш кесетін қыры шыңының жұмырлану радиусын r есепке алсақ:

$$h = \frac{(S - r \cdot tg \cdot \frac{\varphi_1}{2} - r \cdot tg\frac{\varphi}{2}) sin\,\varphi_1 \cdot sin\varphi}{sin(\varphi_1 + \varphi)}, \text{ мм} \tag{1.19}$$

Шығарылған 1.12, 1.14, 1.15 теңдеулер негізінде:

- өңделінген бет кедір бұдырлығы кескіш кесетін қыры шыңының жұмырланыуына r, кесу берілісіне S, сондай-ақ негізгі маңдай бұрышы φ және қосалқы бұрышытарына φ_1 тәуелді;

- кескіш кесетін қыры шыңының жұмырланыуына r мәнінің өсіуімен, негізгі маңдай бұрышы φ және қосалқы бұрышытарына φ_1, кесу берілісіне S мәндерінің кемейуімен өңделінген бет сапасы жақсарады, өйткені бет кедір бұдырлығы азаяды.

Бір минутта кесіп алынатын қабаттың көлемін кесу тәртіптері арқылы анықтауғада болады:

$$Q = v \cdot t \cdot S \text{ , } см^2/мин \tag{1.20}$$

Кесу тәртіптеріне элементеріне кескіштің бір жұмысшы жүрісіне шығындалатын ***машина уақытыда*** T_M**.** жатады.

Жұмысшы жүріс – бұл дайындаманың қасиеттеріне, формасына, өлшеміне, бет сапасының өзгеруіне тәуелді, құрал-сайманның дайындамамен салыстырғанда бірқалыпты жылжуынан тұратын технологиялық өтудің аяқталған бөлімі. Жұмысшы жүріс түсінігі бұрынғы әдебиеттерде технологиялық практикада қолданылған ***өту*** немесе ***әрекет*** түсінігіне сәйкес келеді.

$$T_м = \frac{L}{n \cdot S}, \text{ мин} \tag{1.21}$$

мұнда:

L – беріліс бағытындағы кескіштің жүріп өткен жолы.

Егер өңдеу кезінде кесу тәртіптерін өзгертпей бір неше жұмысшы жүріс жасаса,

$$T_м = \frac{L}{n \cdot S} i, \text{ мин} \quad (1.22)$$

мұнда: i – өту саны.

$$i = \frac{h}{t}$$

мұнда:

h - кесіп алынатын қабат жуандығы немесе ені.

Келтірілген теңдеулерден

$$T_м = \frac{L \cdot h}{n \cdot S \cdot t}, \text{ мин} \quad (1.23)$$

Өңделіп жатқан дайындамада кесу процесінде келесі жазықтық беттер болады:

Тарау II

МЕТАЛДАРДЫ КЕСУ ПРОЦЕСІНІҢ ФИЗИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

2.1. Кесіп өңдеу процесінде пайда болатын жоңқалардың типтері

Кесіп өңдеу ғылым болып қалыптасқалы бері негізгі зерттелетін мәселелердің бірі – жоңқа пайда болу процесі. Бұл мәселе қазіргі күнде де өте актуальды болып есептеледі себебі металлургия саласы кесіп өңдеу ғылымын артта қалдырып, және өте қатты (HRC 60 ÷ 62), тұтқыр (титан және оның қорытпалары)материалдар жаратыуда.

Кесіп өңдеу ғылымына машинажасау саласынан басқа сала: құрылыс, тау-кен, мұнай-газ, сондай-ақ жеңіл өнеркәсіп, ауыл шаруашылық кәсіпорындары жаңа материалдарды қолдап жоғары талаптар қойып жатыр.

Бөлшекті даярлауда, оның фукциальдық міндеттері, сонымен қатар өңделетін материалдың физикалық, механикалық қасиеттерін есепке алып кесу әдісі, тәртіптері және құрал-сайман дайындалады. Соның үшін кесу процесін әр-бір жаратылған жаңа материал үшін терең зерттеу талап етіледі.

Материалдарды өңдеуде неғұрлым жоңқа жеңіл кесіп алып тасталса, соншалық кем күш жұмсалады. Бұл өз кезінде кесу температурасын кемейтіп, өңделінген бет сапасын жақсартып отырады.

Кесу процесінде кескіштің негізгі кесетін жүзі кесіп алынатын қабаты пластикалық деформациялайды. Материалдар кедергісі пәнінен ескерсек, деформация: созылу; қысылу; ығысу. Сондай-ақ металдардың күш әсерінде таза және қарапайым ығысу деформацияларында ескерейік.

Кесіп алынған жонқа қаншалық кем деформацияланып, үйкеліс күштеріне аз тап болған кезде, кесу процесі жеңіл көшеді.

1870 ж. профессор И. А. Тиме ұсынылған жоңқа түрлерін таптастыру сәтті болғаны сондай оны қазіргі уақытта да қолданады [12].

И.А. Тиме топтастыруына сәйкес конструкциялық материалдарды кесіп өңдеуде жоңқалардың төрт типі түзіледі (сурет 2.1):

— элементтік;

— буындық - жарықшақ;

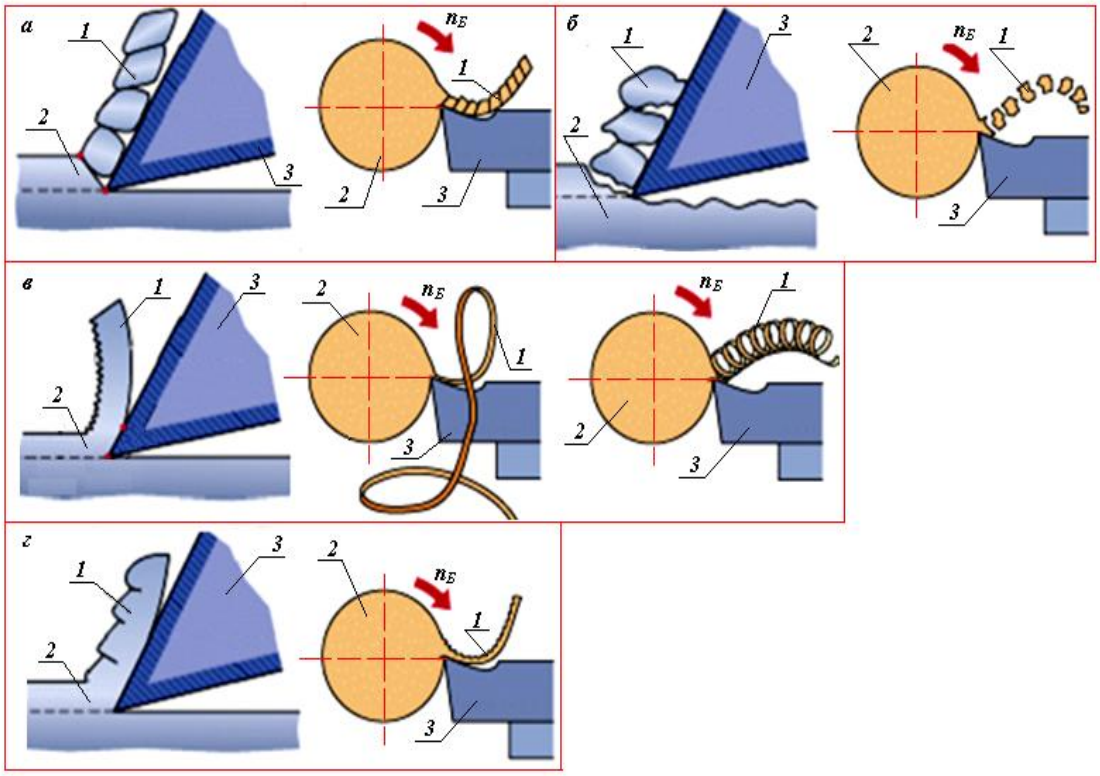
— иірілмелі - оралма;

— жарықшақ - опырмалы жоңқа.

Алғашқы үш типін ығысу жоңқалары деп атайды, өйткені олардың түзілуі *ығысудың кернеулерімен* байланысқан, ал төртінші типті үзілу жоңқасы деп аталады, себебі оның пайда болуы *созатын кернеулермен* байланысты.

Материалдарды механикалық өңдеу, яғни кесіп өңдегенде жоңқа пайда болыуы материалдың механикалық қасиеттеріне тікелей байланысты

болады. Металл емес материалдарды, мысалға табиғи тас, мәрмәр және гранит тастарда жоңқа ұнтақталып, абразив дәндер тәрізінде пайда болады, жону процесі шаң-тозаңды. Жасанды материалдар, мысалға текстолит, пластмассаларда желімдеу компоненттеріне қарай жонқа пайда болыу процессі түрлі болып, көбінесе кесу тәртіптеріне тәуелсіз, тек қана *иірілмелі - оралма жоңқалары* пайда болады.



Сурет 2.1. Жонқа түрлері: а) буындық - жарықшақ жоңқа; б) жарықшақ - опырмалы жоңқа; в) иірілмелі - оралма жоңқа; г) элементтік жоңқа.

1- жонқа; 2 - өңделініп жатқан бөлшек;3 - кескіш.

Металл қаншалық тұтқыр болса, жоңқа пайда болыу процессі айырлау болады. Мысалға алюминий, титан қорытпаларында кесу тәртіптеріне тәуелсіз, тек қана *иірілмелі - оралма жоңқалары* пайда болады. Қара металдарға жататын шойын және басқа сынғыш, морт металлдарды кесіп өңдегенде пайда болған жоңқа, *жарықшақ - опырмалы жоңқа* (сурет 2.1,*б*) деп аталады. Болаттарда жоңқа пайда болу кесу тәртіптеріне тікелей байланысты. Мысалға кесу жылдамдығы ***V = 3 – 12 м / мин*** мен 3 кескішпен (сурет 2.1, *а*) бөлшек 2 ні кесіп өңдегенде, пайда болған жоңқа 1 күшті деформацияланған бір бірімен байланбаған элементтерден тұрады, бұл *буындық - жарықшақ жоңқа* деп аталады. Кесу жылдамдықтары жоғарылау, яғни ***V = 10 – 20 м / мин*** болғанда, жоңқа түріде өзгереді.

Жоңқа бір бірімен берік байлаулы, бірақта бөлек-бөлек болып айқын көрінетін бұйра элементтерінен тұрады, бұл *ығысу* жоңқа немесе *элементтік жоңқа* (сурет 2.1, *г*) деп аталады. Кесу жылдамдығын ***V = 60 – 100 м / мин*** дейін жоғарылатсақ жоңқа бөлек элементтері жойылып, түрі бау тәрізін қабылдайды, бұл *иірілмелі - оралма жоңқа* (сурет 2.1, *в*) деп аталады.

Жоңқа түріне әсер ететін факторлар:

1. Өңделетін материалдың түрі мен механикалық қасиеттері – пластикалық материалдар *ығысу жоңқа*сын береді, беріктік пен қаттылық артқанда *оралма* жоңқа *буындыққа* содан соң *элементтік* жоңқаға айналуы байқалады. Морт материалдарды өңдеуде *элементтік* жоңқа түзіледі және жиірек *жарықшақ* жоңқа пайда болыуы мүмкін.

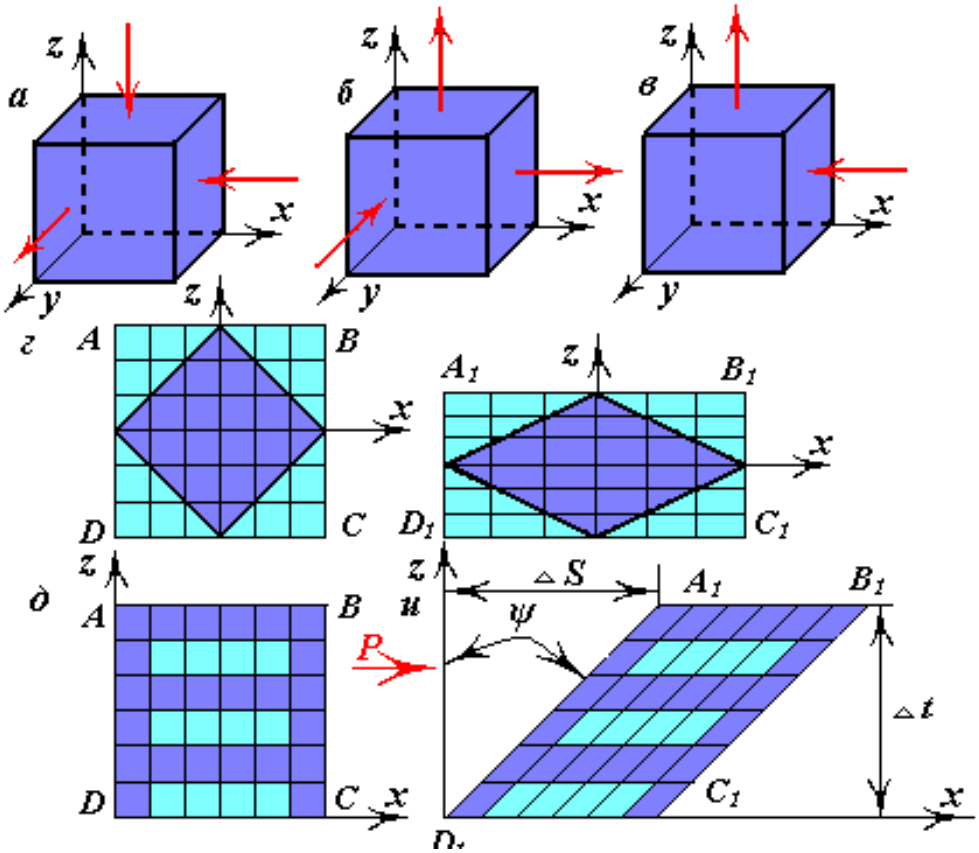
2. Кескіш алдыңғы бұрышының γ мәні өсуімен пластикалық материалдарды өңдеуде *элементтік* жоңқа *буындыққа*, содан *оралмаға* айланады, ал морт материалдарды өңдегенде *элемент*тіктен *жарықшақ* жоңқаға өтеді.

3. Кесу жылдамдығының өсуімен көпшілік көміртекті және легирленген болаттар жоңқа *элементтік*тен *буындық*қа, ал содан *оралма*ға өтеді. Морт материалдарды өңдеуде кесу жылдамдығының артуы *жарықшақ* жоңқадан *элементтік* жоңқаға өтуі іске асады.

2.2. Материалдарды кесуде кесу қабатының деформациясы

Техникадағы бұйымдар контрукциясы белгілі шарттармен, нақты жағдайларда сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін, өте дәл есеп-қисап әдістерін қолдауға талап күннен күнге артып отыр. Өзара әрекеттегі, қатты материалды анизотропиялы реологиялық және беріктік сияқты қасиеттермен айқындалған, түрлі температуралардағы қатты денелердің түйісуі күрделі кездейсоқ және жүйелі факторларға тәуелді болады [13]. Шикизаттарды сонымен қатар материалдарды өңдеу саласындағы зерттеушілер аналитикалық және сандық әдістерде негізінде үлкен теориялық және тәжірибелік жұмысты орындайды. Соңғы кездерде деформацияланатын қатты денелер механикасына арналған мәселелер, ықтималдық статистикалық әдістерін қолдана отырып өз шешімдерін табыуы жиі кездесіп, кеңінен қолданыуына, жаңа техниканы пайдаланыуда, оларға қойылатын талаптардың өсіуіндегі пайда болатын мәселелерді шешу ынталандырып жатыр. [14]. Металдың қирау, морттық сынғыштық, илемді ағыс, қажуы қирау, және жылжымалылық құбылыстарын ықтималдық - статистикалық сипаттайтын қатты дене беріктігі және деформациялану теориясының жаратылыу қазіргі күнде өте өзекті мәселелердің бірі болып есептеледі. Мұндай теорияның жаратылыуы бұл құбылыстарды терең зерттеуге мүмкіншілік берер еді, өйткені, қазірде біз тек қана феноменологиялық ара қатынастарды, ал ең

сәтті болғанда тәжірибелік нәтижелерді салыстырып ортақ мәндерге келтірумен шектеліп отырмыз. Кесу теориясыны зерттеу бағытындағы ғалымдардың алдына озық технологияны қолданып жатқан тұтынушылар үлкен мәселелерді шешуге талап қойып отыр. Мысалға динамикадағы өзара әрекеттестіктегі түйіскен денелердің механикасын зерттеу және жүйені бет пластикалық деформация күйінде құрылымдық параметрлік талдау. Сонымен қатар интегралдық - дифференциалды теңдеулерді қолдап материалдарды өңдеу технологиялық процестерінің алгоритм теориялық математикалық моделін жасауы. Қатты дене контрукцияларының кернеулі – деформацияланған күй-жағдайын сыртпішін құру процессінде зерттеуі сияқты мәселелер. Тәжірибелік зерттеулер жүргізбестен кесу процесіндегі құбылыстарды толығымен түсініп, талдау қазірде теориялық жолмен шешімін таппай отыр. Ғалымдар кесу процессінде сандық әдістерінен пайдаланып, түйіскен денелердің кернеулі күй-жағдайын зілдеме функцияларымен талдауды, кесте немесе графика түрде баяндауды, синусты - аналитикалық түрінде, косинусты бөлгіш ретінде бейнелеуді ұсынып отыр [15,16], бірақ бұл әдістердеде тәжірибелік жолмен алынған параметрлер қолданыуымыз қажет. Соның үшін кесу процесін толығымен сараптапталуында, қазіргі күнде тәжірибелік зерттеулер өзінің өзектілігін жоғалтпаған.



Сурет 2.2. Деформацияланған материалдардың күй жағдайы, а) созылу; б) сығылу; в) ығысу; г) таза; д) жай ығысу.

Кесу процесінде пластикалық деформациялану процесстерін тәжірибелік жолмен тереңдетіп И.А. Тиме, Е. Мерчанта, В. Ф. Бобров, Грановский Г.И., Я. Г. Усачев, А. М. Розенберг, Н.Н. Зорев, Л.Н. Резников және А.А. Брикстер зерттеген [17,18,19]. Дерганов Б.С. Кесу теориясының негіздерінде деформациялану процестері тереңдетіп келесі моделдерде де зерттеу қажет [20]:

- тұтқырлы - серпімділік Максвелл моделі,
- тұтқырлы - мұралық Фойгхт моделі,
- серпімділік - илемділік Прандтля моделі.

Кесу процессінде кескіштің негізгі кесетін жүзі кесіп алынатын қабаты пластикалық деформациялайды. Пластикалық деформацияның негізгі принципі, сыртқы күштер әсерінде дененің сыртпішінін орнына келмейтін етіп, пайда болған дене біртұтастығын жоғалтпайтын шарттарымен, сыртқы күштер әсерінен өзгерту болып табылған.

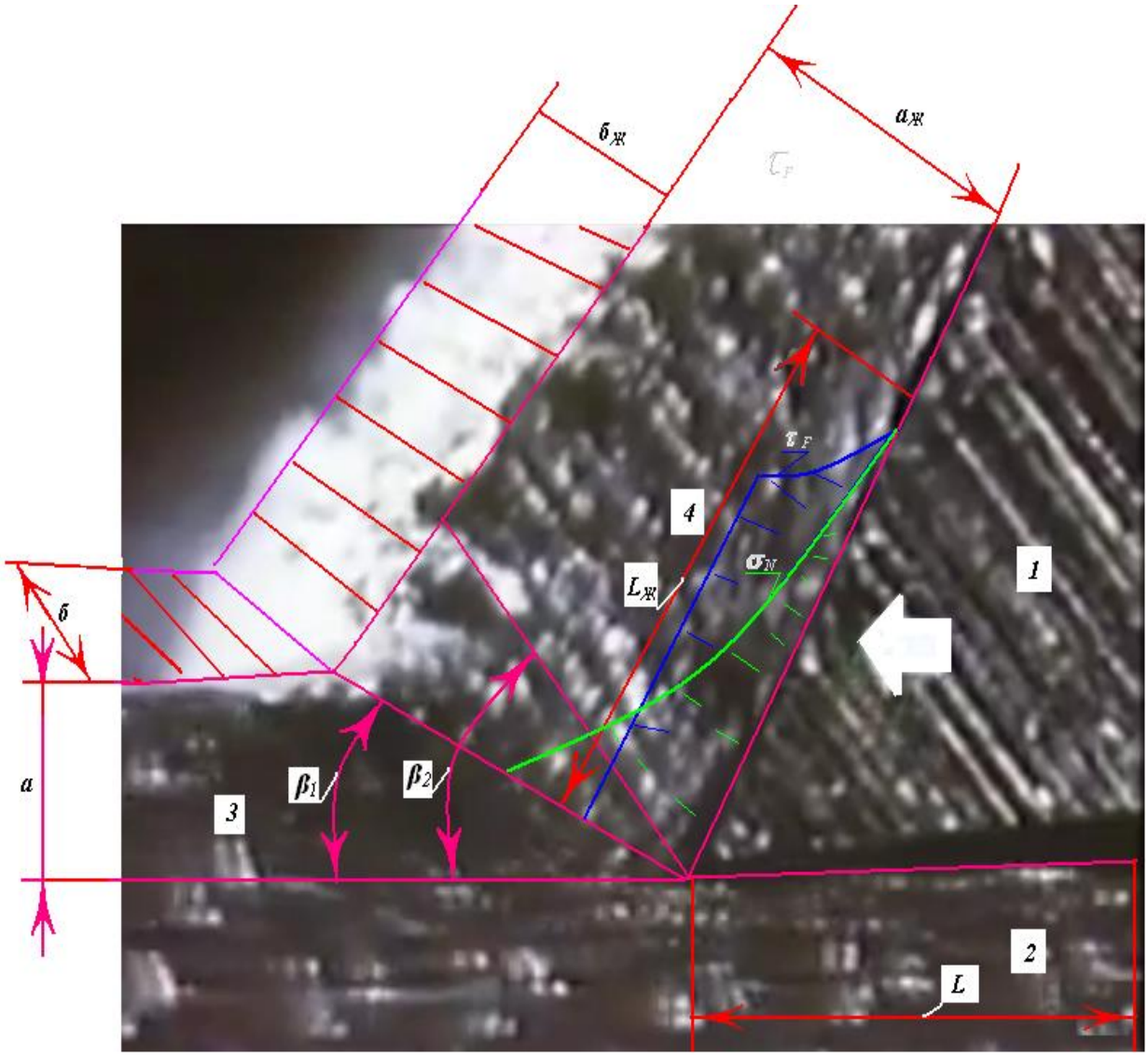
Деформацияға душар болатын дененің бөлігін үш күй – жағдайға бөліп қарастырған. Материалдар кедергісі пәнін ескерсек (сурет 2.2, *а,б,в*):созылыуын; сығылуын; ығысуын білеміз, сондай-ақ металдардың күш әсерінде таза және жай ығысу деформацияларында (сурет 2.2, *г,д*) ескерейік.

Таза ығысуда (сурет 2.2, *г*) деформациядан ***x, z*** остері бойынша бірқалыпты өзара перпендикуляр ұзару және қысқару процесстері болып өтеді, мұнда ***АВСД*** квадрат көлемін өзгертпей $A_1B_1C_1Д_1$ конкурентты ромбқа айланады. Жай ығысуда (сурет 2.2, д) деформациядан тек қана бір ***x*** осі бойынша бірқалыпты дененің жылжыуы байқалады, мұнда ***АВСД*** квадрат негізін өзгертпей $A_1B_1C_1Д_1$ паралелограмға айналады.

Деформацияға душар болатын материалдың созылыуын және сығылуын көлемді, ал ығысуды жазық деформацияланатын күй-жағдай түрлерінде зерттеуге болады. Сурет 2.3 те кескіш 1, өңделіп жатқан бет 3 тен, a ($t_к$) – кесу тереңдігі, немесе кесіп алынатын қабатты деформациялап, жонқа 4 түріне келтіріледі. Пайда болатын жонқа 4, негізгі бөлшек денесінен β_1 бұрышы астындағы «ығысу бұрышы» немесе «ығысу жазықтығы» нан жылжып шығады деп [21] Тимме, Пиаспенен, Мерчант, Усачев, Кобаяши және Томсендар «бір ығысу жазықтығы» теориясын ұсынады. «Өрістеген ығысу» теориясын Розенберг, Пальмер, Оксли, Окушими және Хитоми ұсынып, пайда бола жатқан жонқа 4, негізгі бөлшек денесінен β_1 және β_2 бұрыштары арасындағы деформация аумағынан бөлініп шығады деп сендіреді.

Оқырмандар да бұл процестерді не үшін ғалымдар терең зерттеп келген деген сұрақ туындау мүмкін. Кескіштің алдыңғы бетіндегі үйкеліс күші, ығысу бұрышы, жонқалардың деформациялары және кескіштің конструктивтік өлшемдері бір – бірімен тікелей байланысты. Сол үшін кесу процессінің бұл параметрлері қазіргі күндеде кеңінен зерттеледі.

Мысалға металлургия саласы күннен күнге дамып түрлі жаңа материалдар шығарып жатыр.



Сурет 2.3. Жоңқа пайда болу механикасының фотосуреті.

1 - кесетін құрал сайман. 2 - өңделіп жатқан бөлшек. 3 – кесіп алынатын қабат. 4 - пайда бола жатқан жонқа; β_1, β_2 *- ығысу бұрыштары.*

Мамандар пайдаланатын анықтамалар, нормативтік техникалық құжаттарда бұл материалдарды өңдеу үшін қажетті мағлұматтар жоқ болуы мүмкін. Сондай кездерде кез келген технолог тәжірибелік жолмен ығысу бұрышын, жонқалардың деформацияларын тәжірибелік жолмен анықтап кескіштің конструктивтік өлшемдерін, яғни негізгі бұрыштарын (теңдеу 1.3) есептеп шығады.

2.3. Жоңқа шөгу коэффициентіні анықтау тәсілдері мен таныстыру

Кесу процессінде металл деформацияға ұшырайды, мұнда жоңқа ұзындығы $L_ж$ кескіштің өңделінген бетпен жүрген жолы – L ден қысқа болып, ал жоңқа жуандығы $a_ж$ – кесіп алынып тасталатын қабаттан a көбірек болып шығады (сурет 2.3). Сурет 1.16 бейнеленген сұлбадағы жоңқа пайда болу процесінде, кесіп алынатын қабаттың ауданы $(a \cdot в)^2$, жонқаға айланып $(a_ж \cdot в_ж)^2$ күйге келеді. Бұл мөлшерлердің өзгеріуі жонқаның ***шөгуі*** деп аталады.

Жонқаның ***шөгуі***нен, оның L, a, b өлшемдерінен (сурет 2.3) түзілген жоңқаның өлшемдеріне $L_ж$, $a_ж$, $b_ж$ келеді. Жоңқа өлшемдерінің өзгеруі келесі коэффициенттермен сипатталады:

$K_l = \frac{L}{L_ж}$ — қысқару коэффициенті,

$K_a = \frac{\alpha}{\alpha_c}$ — жуандау коэффициенті,

$K_b = \frac{b}{b_c}$ — кеңейу коэффициенті.

Шамасы бойынша бұл коэффициенттер келесі қатынаста болады:

$K_L > K_a > K_b$.

Кеңейу коэффициенті практикада мәндерінің аздығымен ерекшеленеді:

$K_b = 1{,}05...1{,}1$, соның үшін зерттеулерде $K_b = 1$ деп қабылдасақ (бірақ K_b коэффициентінің мәндері барлық металлдар үшін бірдей емес, мысалға жоғары пластика қасиеттеріне ие мыс, қорғасын, титандарда да басқаша), кесілетін қабат және жоңқа көлемдерінің бір біріне байланысты теңдеуін былай жазуға болады

$L \cdot a \cdot b = L_ж \cdot a_ж \cdot b_ж,$ мұндан

$L \,/\, L_ж = a_ж \cdot b_ж \,/\, a \cdot b \approx a_ж \,/\, a$

Әдетте бұл қатынастар кесіп алынып тасталатын қабаттың пластикалық деформация мөлшерінің орта мағынасына сипаттауға арналған.

Жоңқа *шөгу коэффициенті* деп аталатын мөлшерді, мына өрнектермен белгілейміз

$$\eta = L / L_{ж} = a_{ж}\, b_{ж} / ab \sim a_{ж} / a \qquad (2.1)$$

Жоңқа кесілген кескіш жолының ұзындығы L (дайындама диаметріне тең), ал кесіп алынған жоңқаның ұзындығы $L_{ж}$, жуандығы $0{,}05 \div 0{,}25$ *мм* серпінді болат сыммен өлшенеді.

Кесіп алынатын қабаттың көлденең қимасы мен кесіп алынып тасталатын қабат аудандары қатынасы арқылы жоңқа шөгуі коэффициентіні — салмақ әдісімен анықтау:

$$\eta = a_{ж} \cdot b_{ж} / a \cdot b$$

Мұнда жұмыс әдістемесі мынандай болады: зерттейтін жоңқадан өз бетімен кішкентай l ұзындықтағы кесегі сындырылып, салмағы өлшенеді; егер кішкентай кесек салмағы Q болса, онда

$$a_{ж} \cdot b_{ж} = (Q / \gamma \cdot l) \cdot 10^{3},$$ мұндағы

l — жоңқа кішкентай кесегінің ұзындығы, *мм*;
γ — салыстырмалы салмақтылығы, $г / см^{2}$;
Q — жоңқа кішкентай кесегінің салмағы, *г*;

бұдан

$$\eta = Q \cdot 10^{3} / \gamma \cdot l \cdot a \cdot b = Q \cdot 10^{3} / \gamma \cdot l \cdot s \cdot t \qquad (2.2)$$

Жоңқа шөгу коэффициентіні анықтау үшін, салмақты торсионды таразыларда өлшеген жөн.

Жонқа шөгунің мәндері бір біріне жаппай келе бермейді. Мысалға, сурет 2.1 де бейнеленген *в* – сұлбасындағы иірілмелі - оралма жоңқа кесілетін қабаттың ұзындығымен салыстырғанда, ұзындығы азаюы емес керісінше,артуы байқалған. Мұнда жоңқаның «теріс шөгу» немесе «ұзайуы» процессі дәлелделінген [22]. Жонқа шөгу коэффициентінің $K_{L} > 1$, мәндері бірден кіші болып келеді. Соның үшін жоңқаның шөгу коэффициентін кесілетін қабаттың деформация дәрежесінің сандық көрсеткіштерін анықтау үшін емес, оны деформациялық процестерін бағалауға пайдаланған жөн.

Кесілетін қабаттың деформациясының шамасына әсер ететін

факторлар:

1. Өңделіп жатқан материалдың түрі.

Пластикалық материалдар деформациялану $K_L = 2,5 \div 6$, ал морт матариалдарда $K_L = 1,5 \div 3$.

2. Кесілетін қабаттың қалыңдығы немесе кесу тереңдігі.

Кесу қабаты тереңдеумен K_L бір қалыпты кемейеді.

3. Кескіш алдыңғы бұрышының мәндері.

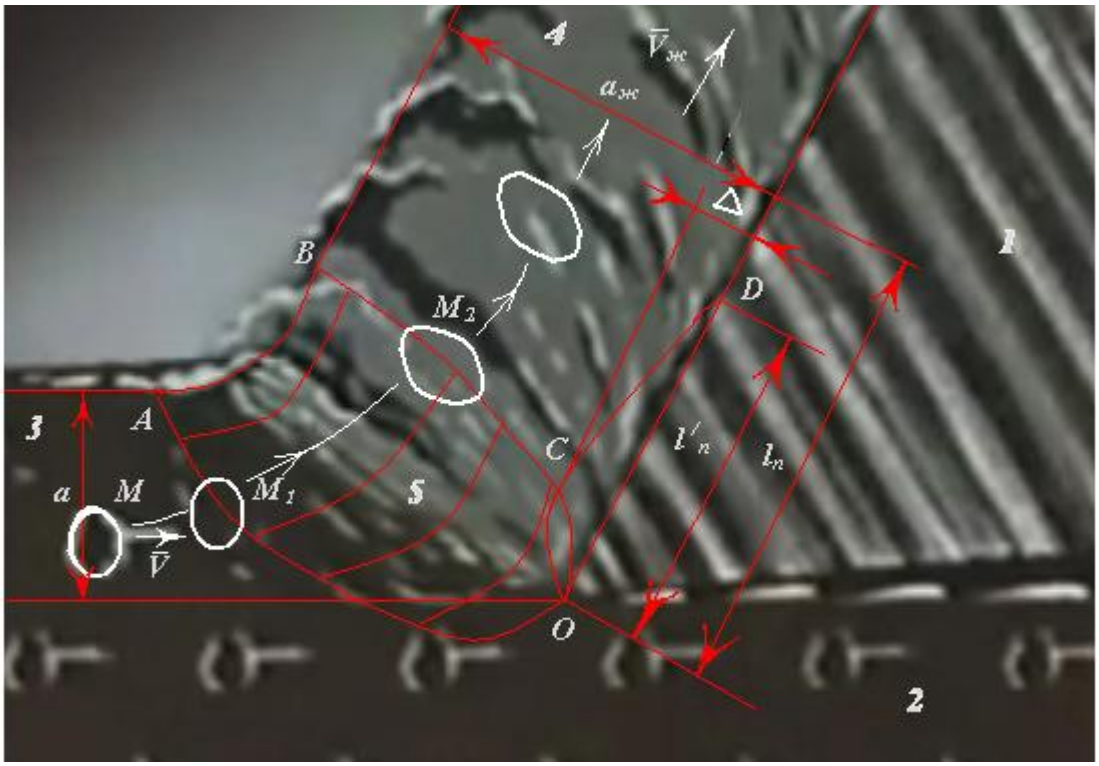
Кескіш алдыңғы бұрышының мәндері көбейіумен, жонқа шөгу азаяды.

4. Кесу жылдамдығы мәндері.

Кесу жылдамдығының мәндері өсумен, жонқа шөгу азаяды (өте тұтқыр және өте пластикалық материалдардан басқаларына).

2.4. Кесілетін қабаттың жоңқаға айналу механизмі

Құрал-сайманның кесетін сынасы ***1***, шартты қабылданған түйісу ауданы l_n арқылы қалыңдығы ***a*** кесілетін қабат ***3*** ге белгілі күшпен әсер етіп, дененің қарсыласу күштерін жеңіп пластикалық деформациялайды. Нәтижесінде кесіп алынатын қабат 3, a_c қалыңдықтықтағы жоңқаға айналады (сурет 2.4). Тақырып 2.2 де айтылып кетгендей кесілетін қабаттың деформациясы екі зонада болады.



Сурет 2.4. Кесілетін қабаттың жоңқаға айналу механизмі.

Алғашқы деформация ***OABO*** аумағы ***5***, құрал-сайман сынасының шыңынан басталып, өзіде сына пішімде бейнеленеді. Алғашқы деформация аумағының ***5***, ***AO*** төменгі шегі кесу бетінен төменге батып кіреді, бұл жағдай өңделген металдың жіңішке беткі қабатының механикалық қасиеттерін өзгертіп - созатын немесе сығатын кернеулі жағдайларын туындатады. Нәтижесінде өңделініп жатқан беткі қабат қақталып, қаттылығы жақсару немесе керісінше жұмсауыда мүмкін.

Металл құрылым түйіршігі ***M*** қыйсық сызық ***AO*** дан бастап деформацияға душар болып, пішімін өзгерте бастайды, ал сызыққа дейін деформация процессі жоқтығы сурет 2.3 сұлбасыдан көрініп тұр. Екінші қисық сызық ***BO*** ға дейін деформация процессі жалғасып, сызықтан өтіп кесіп алынатын қабат жоңқаға айналып барады. Металл құрылым түйіршігі M_1 ден бастап, ***V*** жылдамдықпен, кесу құрал – сайманына салыстырмалы тәрізде жылжыйды. Кесіп алынатын қабат M_1 нүктеден бастап аздау, ал барған сайын, яғни M_2 ге дейін қарқынды деформацияланып $V_{ж}$ жоңқа жылдамдығына ие болады.

Сурет 2.4 сұлбасындағы қисық сызығындағы ***AO*** ығысу кернеуі τ өңделетін материалдың τ_{S0} аққыштық ығысу шегіне тең:

$$\tau = \tau_{S0}$$

Қисық сызығындағы ***BO*** ығысатын кернеу τ деформацияланып беріктенген жоңқа материалы τ_{SC} аққыштық ығысу шегіне тең болып келесідей өрнектеледі:

$$\tau_{S0} < \tau_{SC}.$$

Жоңқа құрал-сайманның алдыңғы бетімен түйісуде болғандықтан және оған қатысты жылжығандықтан, міндетті түрде үйкеліс күші туындайды. Кескіштің алдынғы бетімен жоңқа түйісу бетіндегі үйкеліс күші өз кезінде жоңқа қабатының жылжыуын тежеп, екінші деформациялы ***OCДO*** аумағын тудырады. Бұл аумақтың ұзындығы

$$l_n^{/} \cong 0{,}5 \cdot l_n$$

ал оның қалыңдығы

$$\Delta \cong /0{,}05...0{,}1/ \cdot a_c .$$

Екінші деформацияланатын аумақты Н.Н. Зорев тереңдетіп зерттеп [1], жоңқа осі аумақта жалпы алған деформациядан 20 есе көп деформацияланыуын дәлелдеген. Бұл аумақтағы деформацияның қарқыны

үйкеліс күшінің шамасына және кескіш алдыңғы бетінің бұрышының γ мәндеріне тікелей байланысты. Үйкелісті кемейту үшін кесу аумағына майлаушы сұйықтықтар жеткізіп беруіміз, сонымен қатар кескіш алдыңғы бетінің бұрышының γ мәндерін неғұрлым үлкейтуімізбен, екінші деформация аумағындағы деформацияны азайтыуға болады.

Кесу құрал – сайманының бетіндегі үйкелісі және түйісу кернеулерінің сипатын қарастырайық. Сурет 2.3 де бейнеленген құрал-сайман сынасының алдыңғы бетіндегі l_n түйісу ауданында түрлі нүктелерінде нормаль σ_N және τ_F жанама кернеулер шамалары бірдей емес.

Нормаль кернеулер кескіш сынасының щыңына жақын аумақтарда максимал шамаға жетеді. Бұл нормаль кернеу шамасы соншалық көптігінен, сурет 2.4 екінші деформация аумағындағы $l_n^{/}$ деформацияланып жоңқаға айланып жатқан материалдың бір бөлігін немесе қабатын лездік уақытқа тоқтатып қалыуы мүмкін. Нормаль кернеу өңделінген материал қабатын, жоңқаның негізгі массасын және ығысатын қабатын түзеді. Жанама кернеулер бұл аумақтарда бір қалыпты болып келіп, түйіскен беттегі материал аққыштық ығысу шегімен анықтайды (сурет 2.3). түйісу аумақтары бітіуімен нормаль σ_N және τ_F жанама кернеулер шамалары нөлге ұмтылады.

Кесу құрал – сайманының бетіндегі түйісу аумағы $l_n^{/}$ — пластикалық түйісу аумағы деп аталады. Бұл аумақ «ішкі» үйкеліспен сипатталып, үйкеліс жоңқаның жеке қабаттарының арасында пайда болады.

Түйіскен бет l_n - $l_n^{/}$ аумағы — серпімді түйісу аумағы деп аталады. Бұл аумақта кесу процесінде сыртқы сырғанау үйкелісі қатысады. Тек қана серпімді түйісу аумағына Амонтонның үйкелу заңын қолдауға болады. Мұндағы үйкеліс коэффициенті

$$\mu = \frac{F}{N} = \frac{\tau_F}{\sigma_N}, \qquad (2.3)$$

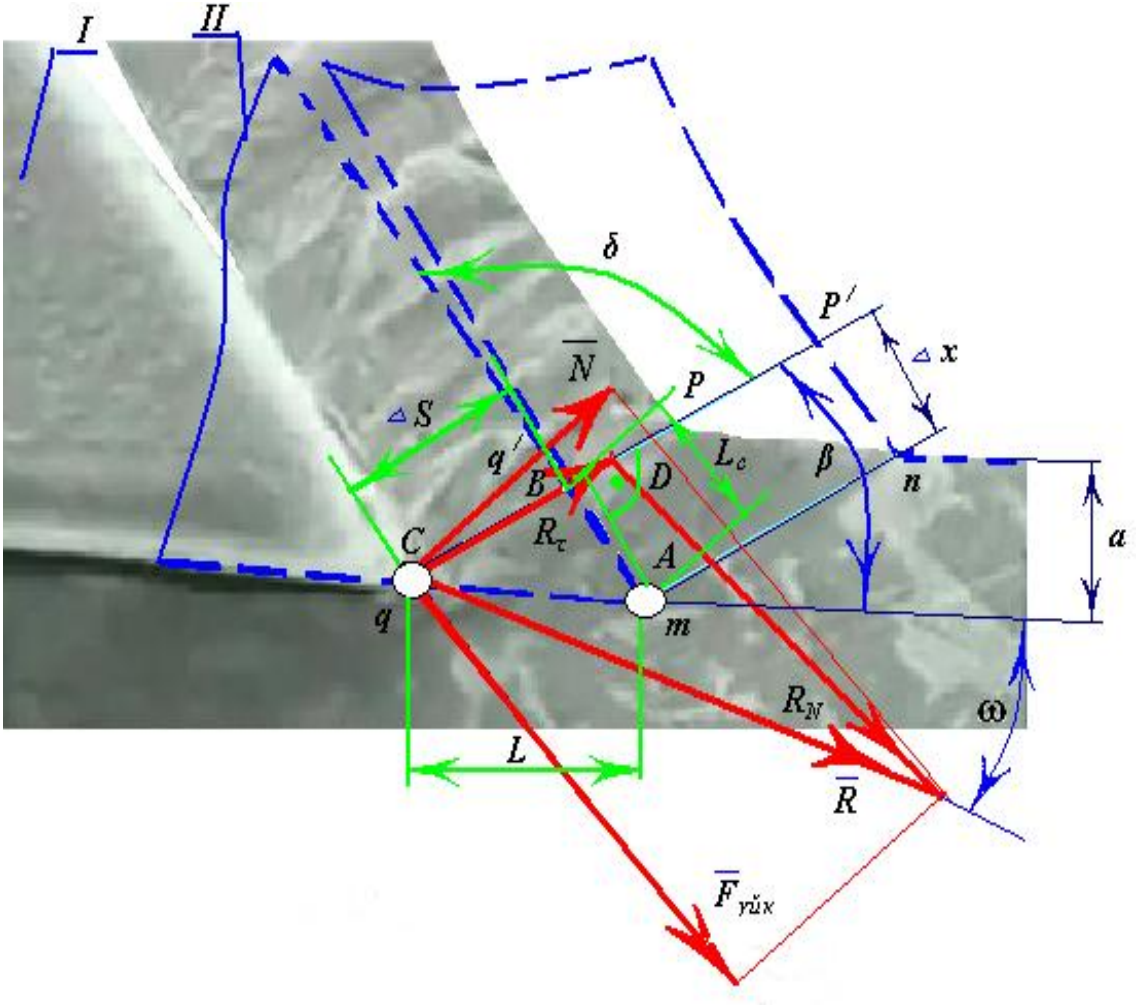
мұндағы N – нормаль күш; F - үйкеліс күші; σ_N және τ_F – орташа түйісу нормаль және жанама кернеулер; μ - үйкелістің коэффициентінің орташа мәні.

Құрал — сайманның кесетін сынасының алдынғы бет бұрышының өте аз мәндерінде, жуан қабатты төмен кесу жылдамдықтарында кесу процессі жүргізілгенде деформацияның алғашқы аумағы, үлкен шамаларға тең болып келеді. Бірақ өңдірістік жағдайларда, кесу тәртіптері және кескіш геометриялық параметрлері мүлдем басқаша.

Өңдірістік кесу тәртіптерінде деформацияның алғашқы аумағы бір сызық күйіне келіп, жуандығы миллиметрдің ондан бір бөліктеріне айналады.

Бұл сызық кесу жазықтығы бетіне көлбеу ***β ығысу бұрышы*** атанған.

Ығысу бұрышы өтетін жазықтық — ***ығысу жазықтығы*** деп аталған, сурет 2.5 бейнеленген сұлбада ***Pq*** және ***mn*** жазықтықтары.



Сурет 2.5. Жоңқа пайда болуы аумағындағы процестер.

Құрал-сайманды 1 - күйден 2 — күйге өткенде кесілетін қабатқа тиесілі ***P*** және ***q*** нүктелері жоңқаға тиесілі P' және q^1 нүктелеріне орын ауыстырады, сонымен кесілетін қабатқа тиесілі ***Pqmn*** параллелограмы жоңқаға тиесілі $mnP'q'$ параллелограмасына айналады. Құрал-сайманның кесу процесіндегі жалғасатын орын ауыстыруында процесс қайталанады. Олай болса, кесу процесін — кесілетін қабаттың жоңқаға айналу процесін ығысудың шартты жазықтығында ***Δx*** шексіз жіңішке қабаттарының бір біріне қатысты үзіліссіз ығысу процессі деп атауға болады. Мұнда ***Δx*** шексіз жіңішке қабаттар арасында байланыс үзілмейді және түзелетін жоңқа бүтін бір дене болып қалыптасады. Енді сол ығысу басталатын кернеуді қарастырайық.

Кескіш сынасы өзінің алдыңғы бетіндегі ***N*** нормаль және үйкеліс күшін тұдыратын күшпен кесілетін қабатқа әсер етеді

$$F = \mu \cdot N$$

Бұл күштердің тең әсер етушісі жоңқа түзілу күші деп аталады.

$$\overline{R} = \overline{N} + \overline{F}$$

Оның күйі кесу бетіне қатысты ω бұрышпен — әсер ету бұрышымен сипатталады.

R күшін екі құраушыларға ажыратсақ:

$$\overline{R} = \overline{R}_N + \overline{R}_\tau$$

мұнда

R_N – ығыстыратын қабатты сығатын, ығыстыратын бетке нормаль күш;

R_τ - ығыстыру күші.

Ығыстыратын жазықтықтағы ығыстыратын кернеуді анықтаймыз

$$\tau = \frac{R_\tau}{f_{ығыс}} \qquad (2.4)$$

мұндағы

$$R_\tau = R \cdot \cos(\omega + \beta) \qquad (2.5)$$

Ығысу ауданы

$$f_{ығыс} = P\,q \bullet b = \frac{a}{\sin\beta} b \qquad (2.6)$$

2.4, 2.5, 2.6 теңдеулерден

$$\tau = \frac{R}{ab}\cos(\omega + \beta)\sin\beta \qquad (2.7)$$

Ығысу процесі, өңделіп жатқан материалдың аққыштық ығысу шегі τ_{S0}, ығысу кернеу τ - дан кем болған сәттен басталады. Жоңқа түзілу күші R, құрал-сайманның артқы бетінде әсер ететін күштерді есептемей, анықталғанын ескеруіміз қажет. Сурет 2.4 қабылданған жай модельде

жоңқа түзілу аумағында кесілетін қабаттың жеке құрылым түйіршігі M_1 шардың формасы сияқты формаға ие, ол ығысу жазықтығын өте деформацияланып M_2 эллипсоидтарға айналады. Деформацияның екінші зонасында бұл эллипсоидтар одан әрі қисаяды. Сурет 2.3 жоңқа пайда болу механикасының фотосуретінде бұл текстура анық көрінген, сол текстураның ауыу бұрышын ψ мен белгілеп — ***текстура бұрышы*** деп аталған (сурет 2.2).

Кесілетін қабат қаншалықты аз мөлшерде деформацияланып алынып тасталса өңдеу процессі неғұрлым жеңіл көшкен болады. Ол үшін кесілетін қабаттың деформация дәрежесінің анықталуы маңызды мәселелердің бірі болып есептеледі. Деформациялану дәрежесін білу үшін салыстырмалы ығысуды анықтаумыз қажет. Жоғарыда қарастырған жоңқаның шөгу коэффициенті K_L, кесілетін қабаттың деформация дәрежесінің сапалы сипаттамасы болып қызмет ете алмайды. Себебі кесіп өңдеудің кейбір шарттарында, мысалы, титан қорытпаларды кескенде, жоңқаның шөгу коэффициенті $K_L < 1$ болып келеді. Кесілетін қабат ені бойынша аз деформацияланатынын ескере отырып, көлемді деформацияны, жай деформацияға ауыстыруға болады, ал оның көрсеткіштерін жай ығыстырумен сипаттауға болады. Мұнда деформацияланатын денеге P күші әсер еткен жағдайда, деформацияланатын квадрат дене паралелограмға айналатын болса ғана жай ығысудың деформациясын алу мүмкін (сурет 2.2, *д*).

Сурет 2.5 бейнеленген сұлбадағы кескіш I - күйден II – күйге жылжығанда қалындығы Δx мөлшерлі, кесіліп алатын қабаттың бір бөлігін ΔS ***абсолюттік ығысу***мен жоңқаға айналдырады, ал бұл процесті салыстырмалы ығысу деп, келесідей анықтауға болады

$$\varepsilon = \frac{\Delta S}{\Delta x} = tg\psi$$

Салыстырмалы ығысу сурет 2.5 бейнеленген сұлбадан келесідей бейнеленуі мүмкін

$$\varepsilon = \frac{\Delta S}{\Delta x} = \frac{BC}{AD} = \frac{BD + DC}{AD}$$

$$\angle\delta = 90^0 - \beta + \gamma = 90^0 - (\beta - \gamma)$$

$$BD = ADctg\left[90^0 - (\beta - \gamma)\right]$$

$$\varepsilon = ctg\beta + tg(\beta - \gamma) \qquad (2.8)$$

Бұл өрнектерден біз салыстырмалы деформация кескіштің алдыңғы бетінің γ бұрышына тікелей тәуелді екенін дәлелдедік. Мұнда алдыңғы бұрыштың мөлшері артуымен салыстырмалы деформацияның мәні азайуы

айқындалған.

Пластикалық деформация теориясында [23], дәлелденгендей кез келген дене деформацияланып қирау кезінде, ығысу бұрышы 45º тең болғанда, кем деформация күші шығындалады. Осы теорияны кесіп өңдеу процестерінде де қолдаған жөн болар еді. Соның үшін кесу процесіндегі ығысу бұрышын анықтау өзекті болып есептелінеді.

Сурет 2.5 бейнеленген сұлбаға назар аударсақ, кесілетін қабат $AC = L$ ұзындықпен $AB = L_c$ ұзындықты жоңқаға айналады. Мұнда ΔABC-дан келесі өрнектерді аламыз:

$$\frac{L}{\sin\delta} = \frac{L_C}{\sin\beta},$$

егер $\delta = 90^0 - (\beta - \gamma)$ және $\frac{L}{L_C} = K_L$ екенін ескерсек

Жоңқа шөгумен кескіштің алдынғы бұрышы арасындағы байланысты Тиме И.А. формуласымен [8] жазуға болады.

$$K_L = \frac{\cos(\beta - \gamma)}{\sin\beta}, \text{ немесе}$$

$$K_L = \frac{\cos\beta os\beta c + \sin\beta in\beta s}{\sin\beta} = \cos\gamma os\gamma c + \sin\gamma,$$

ығысу бұрышы

$$ctg\beta = \frac{K_L - \sin\gamma}{\cos\gamma} \quad \text{немесе}$$

$$tg\beta = \frac{\cos\gamma}{K_L - \sin\gamma}. \qquad (2.8)$$

Бұл 2.8 теңдеу қарапайым, практикада қолданыуға ыңғайлы, өйткені жоңқаның шөгу коэффициетін K_L тәжірибелік жолмен анықтап ығысу бұрышын есептеуге болады.

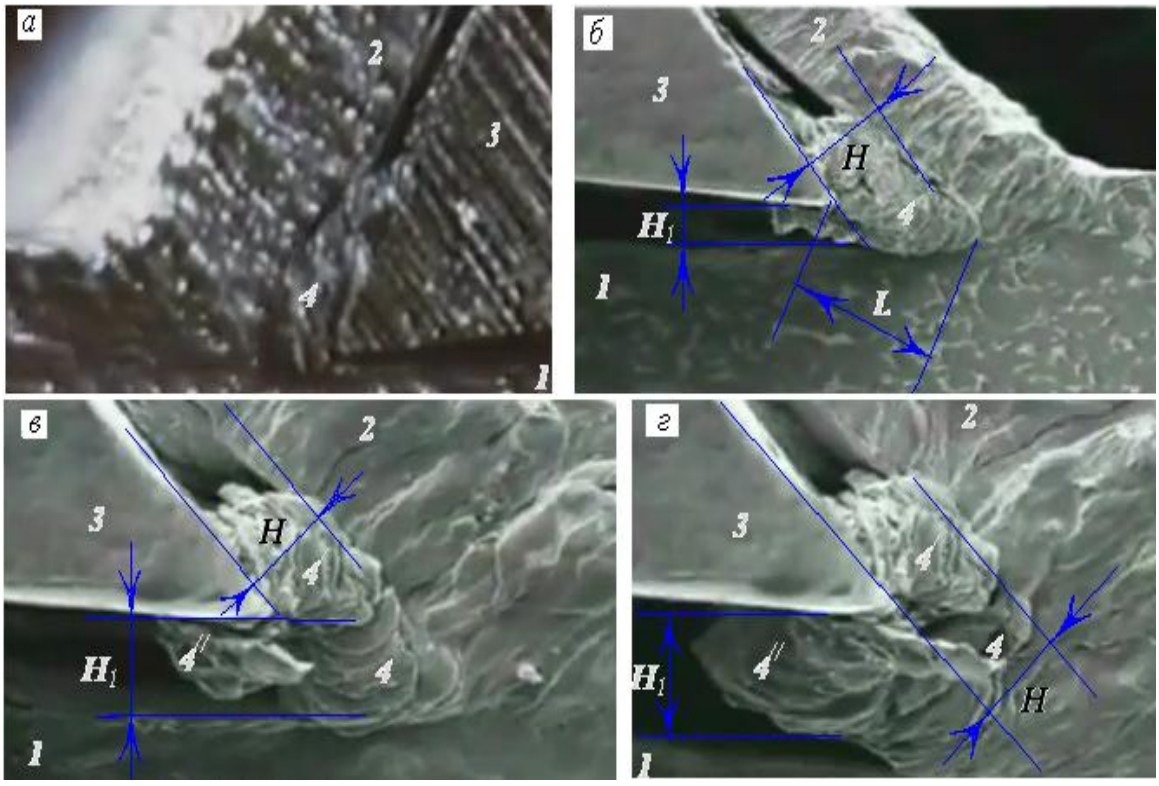
2.5. Бұлтықтың пайда болу және оның кесу процесіне әсер етуі

Кесіп өңдеу процесінде жоғарғы температура, кесу күштері, сондай-ақ кескіштің беттеріндегі пайда болатын үйкеліс күштерінің әсерінен, екінші деформация (сурет 2.4) аумағында $l_n^{/}$, яғни кескіш 3 тің алдыңғы бетіне, кесіп алынып жатқан қабат 2 жабыса бастайды 4 (сурет 2.6, *а*). Кесу

процессіндегі факторлардың әсерінде өңделіп жатқан материалдан пайда болып жатқан қабаттың қаттылығы, өзінен 2-3 есе қатты болыуы мүмкін. Кескіш 2 алдыңғы бетінде өңделіп жатқан материалдан пайда болған қабат 4 — ***бұлтық*** деп аталып, бұл процесс ***бұлтық пайда болу процессі*** деп жүргізіледі. Бұлтықтың беткі қабаты өте кедір бұдыр және кесу температурасынан балқу, сондай – ақ деформациядан аққыштық күй – жағдайларында болғандықтан, оның бетіне кесіп алынып жатқан материал жабысыуы жалғаса (сурет 2.4, *б*) береді.

Бұлтық денесі үлкейіп барып, мыжылып немесе бөлініп кетуі (сурет 2.4, *в,г*) мүмкін.

Бұлтық кесу процесінде кесу бұрышы ***δ*** ның мәндерін төмендетеді, яғни кескіш өткіррек болады. Бірақ бұл өткірлік кескіш шыңын ұзартып, өңделіп жатқан бет өлшемін H_1 мөлшерге айнытып, өңдеу дәлдігін төмендетеді. Сурет 2.6, *г* да бұлтық бөлініп, астқы бөлігі $4''$, өңделінген бетге жабысады, бұлда кедір – бұдырлықты көбейтіп, беттің сапасын төмендетеді. Бұлтық тұрақты қалыптаспайды, ол кезеңді түрде пайда болып соң жойылып отырады. Бұл кезең минутына 3000 ÷ 4000 есеге дейін жиілікпен қайталаныуы мүмкін.



Сурет 2.6. Кесу процесіндегі бұлтық фотосуреті.

1 – өңделінген бет; 2 – пайда болып жатқан жоңқа; 3 – кескіш сынасы; 4 – бұлтық; $4'$ - жоңқамен бірге шығатын бұлтық бөлігі; $4''$ - өңделінген бетге жабысын қалған бұлтық бөлігі.

Биіктігі ***H = 1 ÷ 1,5 мм*** мен сипатталатын бұлтықтың пайда болуы соң

жойылыуы, кесу процесіндегі өңделіп жатқан бетте майда түйіршіктер пайда болыуына, сондай – ақ беттің сызықты өлшемін ± H_1 , мөлшердегі қателікпен өңделіуіне ықпал жасайды. Егер өңделініп жатқан материал өте тұтқыр болса, пайда болған бұлтық жойылмайды, ол кескіштің кесетін қырын өтпес етіп, шыңын сыныуына дейін алып келеді.

Бұл процесті физикалық тұрғыдан қарастырсақ, бұлтық пайда болу процесіне өңделіп жатқан және құрал-сайманды материалдардың адгезиясы көбірек әсер етеді. Сондай – ақ бастапқы материалдың екінші деформация зонасында тоқтап қалмауын қамтамасыз ету қажет.

Бұлтықтың пайда болыуына келесі жағдайлар өз септігін тигізеді [5,6]:

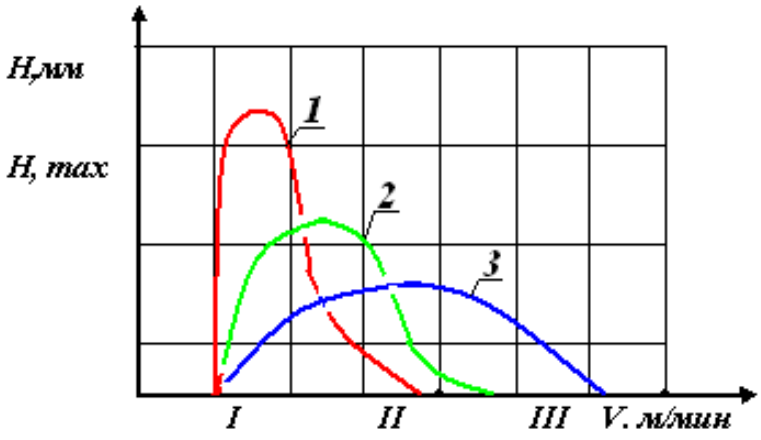
1. Кесетін құрал – сайман түйісу беттерінде зең және майлы кілегей жоқтығына.

2. Өңделіп жатқан материалдың пластикалық деформацияда беріктелу және жоғары температураларда беріксіздендіріп кетпеу қасиетінен.

Кесу процесінде бұлтық пайда болыуына келесі факторлар тікелей әсер етеді:

1. Өңделіп жатқан материалдың түрі және механикалық қасиеттері. Бұлтық пайда болмайтын материалдар, мысалға: мыс қорытпалары, цинк, ақ шойын сонымен қатар құрамында никелі бар қорытпалар. Керісінше бұлтық пайда болыуына икемді материалдар, мысалға: легірленген болаттар, алюминий қорытпалары. Қорыта айтқанда материалдың пластикалық қасиеті артып, қаттылығы кемеиіп келсе, бұлтық пайда болыуы қарқындайды.

2. Кесу жылдамдығының мәндері. Конструкциялық болатты $\gamma = 15°$ бұрышты кескішпен кесу процесіндегі бұлтықтың кесу жылдамдылығына $H = f(V)$ тәуелділік графигіне (сурет 2.7) назар аударсақ, жылдамдықтың



Сурет 2.7. Кесу процесіндегі бұлтықтың кесу жылдамдылығына тәуелділік графигі.

аз мәндерінде I – диапазонда, ***V = 1 м/мин***, бұлтық жоқ, II – диапазонда ***V < 80 - 100 м/мин***, бұлтық пайда болыуы қарқындайды, ал III – диапазонда ***V > 80 - 100 м/мин*** бұлтық пайда болыуы жойылады.

3. Кесу температурасының мәндері. Бұлтық пайда болыуына кесу температурасының ***Q*** арасындағы байланыс дәлелденген [7]. Кесу температурасының ***Q = 250 ÷ 400^0 C*** мәндерінде бұлтық пайда болыуы қарқындай түседі, ***ал Q = 550 ÷ 600^0 C*** мәндерінде бұлтық пайда болыуы жойылады.

4. Кескіштің сынасының алдыңғы бұрышының мәндері. Кескіштің сынасының алдыңғы бұрышының мәндері қаншалық өсіп барса, бұлтық пайда болыуы жойылып барады. Себебі екінші деформациялық аумақта деформацияланып шығып жатқан жоңқа тоқтамай шапшаң өтіп кетеді. Егер кескіштің сынасының алдыңғы бұрышының ***мәндерін γ = 40 ÷ 45°*** ға жақындатсақ бұлтық пайда болыуы жойылады, бірақ алдыңғы бұрыштың бұл мәндерінде, кескіш сынасының беріктігімен қатаңдығы төмендеп кетеді.

5. Кесілетін қабаттың қалыңдығы. Кесілетін қабаттың қалыңдығының артуымен бұлтық пайда болыуы қарқындайды. Қорыта айтқанда бұлтық беттерді алдын ала жонуда, сыдыру операцияларында, яғни бөлшек бет сапасы және сызықтық өлшемдерінің өте дәлдігі қажет болмағанда пайдалы құбылыс деп атауға болады. себебі бұлтық өз денесімен кескіштің шыңын қаптап, үйкеліс күштерін кемейтіп, оның тозыуына жол бермейді. Бұлтықтың артынан кесу процесіндегі кесу бұрышының кемейіу, яғни алдыңғы бұрыштың мәндері жасанды түрде артыуынан кесу күштері төмендейді. Ақтық және соңғы өңдеу операцияларында бұлтық пайда болыу, өңделініп жатқан бөлшекті жарамсыз, яғни бөлшек ақауына алып келуі мүмкін.

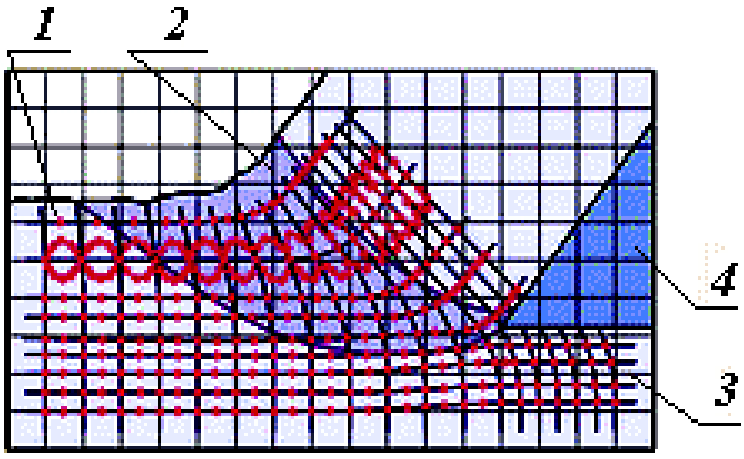
Бұлтық пайда болыуын кемейту немесе жойыу үшін жоғарыда айтылғандарға қосымша және әсері мол болатын амал, майлаушы және салқындатыушы сұйықтықтарды міндетті түрде тиесілі операциялар үшін қолдау болып табылады.

2.6. Жоңқа пайда болуын тәжірибелік жолмен анықтау

Жоңқа пайда болу процесін, жоңқа өлшемдерін, сондай-ақ деформация аймақтарын зерттеуде түрлі эксперименттік тәжірибелер қолданылады:

Көзбен шолу бақылау әдісі. Үлгі жақ жағын, жылтыратылады немесе ірі квадратты тор сызылады. Кесу жылдамдығының аз мәндерінде үлгіні кесіп өңдеп, оның бетіндегі тор бұрмаланып деформацияланыуын (сурет 2.7) немесе жылтыр беттің түсін өзгертіуімен деформация аймақтарының, өлшемдерін анықтауға және кесіліп жатқан қабаттың жоңқаға айналуы туралы түсініктерге ие боламыз. Бұл әдіс кесу жылдамдығының өте аз

мәндері (***0,2 - 0,3 м/мин***) үшін жарамды, болып жоңқа пайда болу процесін көз алдына келтіруге көмек береді.



Сурет 2.7. Жоңқа пайда болу процссі. Г. Л. Куфаревтың ортақ бөлінген сеткалар әдісі бойынша деформация аймағын зерттеу

1- өңделініп жатқан бет; 2- кесу беті; 3- өңделінген бет; 4 – кескіш.

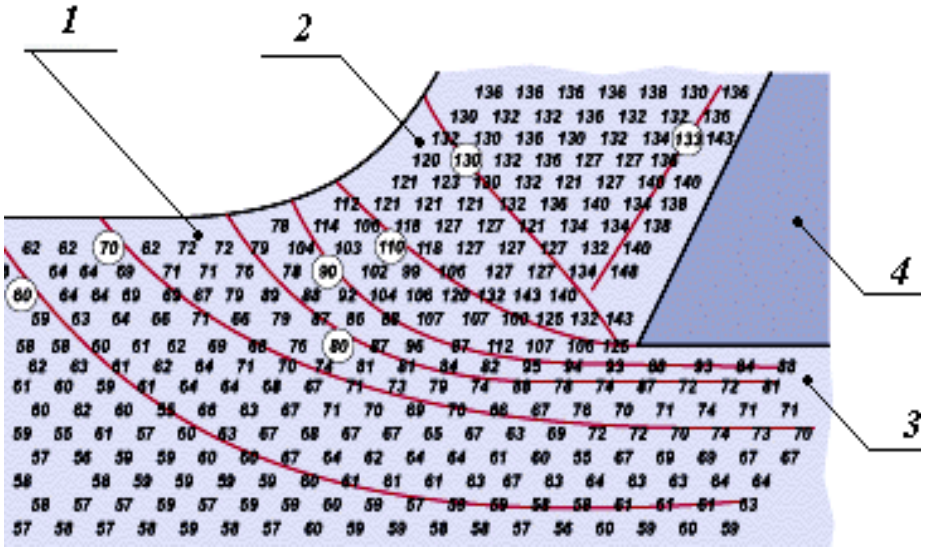
Шапшаң киноға түсіру әдісі. Үлгі жақ жағын және жоңқаны жоғары жиілік кинокамерамен секундыға 10 000 кадр жиілікпен суретке түсіреді, мұнда әдіс мүмкіншіліктері маңызды кеңейеді. Жоғары жылдамдықпен өңдегенде-де жоңқа пайда болу процесі туралы анық мағлуматтар алуға болады. Бұл әдіс практикада кесу жылдамдығын тағайындауда маңызды роль ойнайды.

Бөлгіш тор әдісі. Үлгі жақ жағына дәл квадрат бөлгіш тор немесе дәл шеңберлердің жүйесі салынады. Тәжірибелерді нақты өңдеу жағдайына жақындату үшін тор квадраттарының қабырғаларының өлшемдерін ***0,05-0,15 мм*** төңірегінде алынады. Бөлгіш тор әртүрлі тәсілдермен салынуы мүмкін, мысалы типографиялық бояуды домалатумен, желінумен, вакумда арнайы қабатты қаптаумен, арнайы трафаретпен, тырнау арқылы із қалдырумен. Материал қаттылығын өлшейтін ***ПТМ-3*** құралының алмас инденторымен тырнау арқылы із қалдыру кеңінен қолданылады. Деформация кезінде бұрмаланбаған аймақтарды алу үшін, кесу процесінің «шапшаңды» тоқтауын қамтамасыз ететін арнайы айлабұйым қолданады, мысалға кескішті жоңқа астынан шығаруыда күшті серіппе немесе оқ-дәрінің жарылуы энергиясы қуатымен жүзеге асырылады.

Металлографиялық әдіс. Кесу процесін шапшаң тоқтату арқылы, пайда болып жатқан жоңқамен оның түбірі кесіп алынады. Түбір жақ жағын мұқият өңдеп жылтыратылады, соң тиісті реактивмен уландырылады. Алынған микражар жоңқа түбірін 25 - 200 есе үлкейтетін микроскоп астында зерттеледі. Қажетті микрофотографиялар істеледі.

Деформацияланбаған метал құрылымына қарай, жоңқа құрылымының өзгеруін және деформация аймақтарын салыстырумен, деформация текстура бағытын, оның аймақтарын, шекараларын анықтауға болады.

Микроқаттылықты өлшеу әдісі. Металдың пластикалық деформациялану қасиетімен оның қаттылығы арасында мағыналы байланыс бар. Сондықтан жоңқа түбірінің микроқаттылығын өлшеуі арқылы деформация туралы мағлуматтар алуға болады. Бұл үшін ***ПМТ -3*** қаттылықты өлшеу құралымен жоңқа түбірі әртүрлі нүктелерінде микроқаттылығы өлшеніп (сурет 2.8), тұрақты қаттылық сызықтары — изосклерлер салынады. Изосклерден деформация аймақтарында жанама күштенулердің мөлшерін анықтауға болады



Сурет 2.8. Кесу процессінде материал каттылығының өзгеруі. Г. Д. Дальдың ауысуы аймағындағы қаттылықтың өзгеруін зерттеу нәтижесі.
1- өңделініп жатқан бет; 2- кесу беті; 3- өңделінген бет; 4 – кескіш.

Қазірде тағыда көп әдістер қолданылыуда, мысалы поляризаторлық – оптикалық, механикалы және рентгенографиялық әдістер.

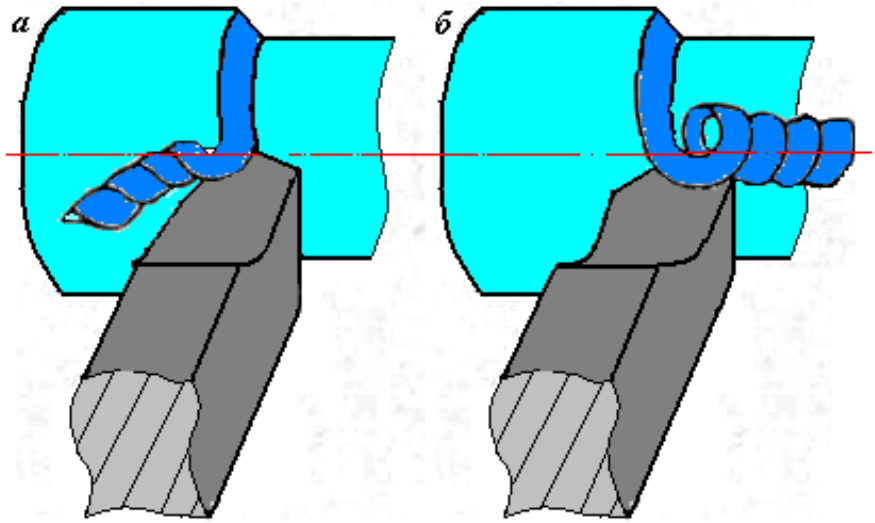
Кесіп алынатын қабатқа салыстырмалы жоңқа пішімінің өзгеруі. Өңделінген бет нығайуына, яғни деформацияланыуына, жоңқаның бұйралануы көрнекті дәлел болып келеді. Жоңқа қалай деформацияланып нығайса, дәл осылай кесу беттері және өңделінген бетте нығаяды.

Жоңқа шыиршықтануы. Кескішке түйісіп өтетін жоңқа беттері деформацияланып, пішімін өзгертіп, бұйраланады. Кесіп алынып жатқан қабат кескішпен кездескен соң (әсіресе бұлтықты шыңында), қозғалыс бағытын өзгертіп, иілу жоңқаны бұйраланыуға, мәжбүр етеді. Сонымен қатар жоңқаның жуандығы бойынша әркелкі салқындауда бұйралауға көмектеседі.

Өңдеу шарттарына тәуелді жоңқа жалпақ (лорарифмдік) немесе бұрандалық болып бұйраланады. Жалпақ бұйраланған жоңқа қыйып

кесуде және еркін көлденең жонуда, кесудің негізгі маңдай бұрышы — $\varphi = 0$, негізгі кесу жиегінің еңкеш бұрышы $\lambda = 0$ болған кезде түзеледі. Егер $\lambda \neq 0$, $\varphi \neq 0$ болғанда, сондай-ақ еркін емес жонуда жоңқа бұранда тәрізінде бұйраланады.

Кесіп өңдеу процесінде кесу берісі, бөлшектің пішімі және кескіштің түріне қарай, кескіштің алдыңғы еңкештік бұрышына λ тәуелді жоңқа жылжу бағытының өзгеруі мүмкін (сурет 2.9).



Сурет 2.9. Кескіштің алдыңғы еңкештік бұрышына λ тәуелді жоңқа жылжу бағытының өзгеру.

а) кескіштің алдыңғы еңкештік бұрышы – λ, б) кескіштің алдыңғы еңкештік бұрышы + λ.

Түзеліп жатқан жоңқаның өңделіп жатқан беттен түсу бұрышының алдын ала есептеуге болады [8].

$$tg\eta_{ж} = \frac{t}{t \bullet ctg\varphi + S}$$

мұндағы

$\eta_{ж}$ - жоңқаның өңделіп жатқан беттен түсу бұрышы, *град*;

t – кесу тереңдігі, *мм*;

S - кесу беріліс қозғалысы, *мм / айл*.

Жоңқаның түсу бұрышы әсіресе кескіштің алдыңғы еңкештік бұрышына λ тәуелді болады

$$tg\eta_{ж} = tg_{тиім} = \frac{\sin\varphi \bullet tg\gamma + \cos\varphi \bullet tg\lambda}{\cos\varphi \bullet tg\gamma - \sin\varphi \bullet tg\lambda} \qquad (2.9)$$

Теңдеуді қолдана отырып келесідей кесу және кескіш параметрлерін тағайындауға болады: кескіш геометриялық параметрлері $\gamma = 20^{\circ}$; $\varphi = 45^{\circ}$; $\lambda = 10^{\circ}$ болғанда, $\eta_{ж} = 71^{\circ}$, егер кескіш геометриялық параметрлері $\gamma = 20^{\circ}$; $\varphi = 45^{\circ}$; $\lambda = (-10^{\circ})$ болғанда, $\eta_{ж} = 19^{\circ}$, ал $\lambda = (-30^{\circ})$ мәндерінде $\eta_{ж} \approx (-13^{\circ})$ болады.

Жоңқаның бұйралауына келесі негізгі факторлар әсер етеді: кесу бұрышы, кесу жуандығы, кесу берілісі, кескіш алдыңғы бетіндегі тозыудан пайда болған шұңқыр тереңдігі, кесу жылдамдығы және майлаушы - салқындатушы сұйықтық.

Кесу бұрышы көбірек, ал кесу жуандығы азырақ болған жағдайда жоңқа көбірек бұйраланады. Кескіш алдыңғы бетіндегі тозыудан пайда болған шұңқырдың тереңдігі артуымен жоңқа бұйралану радиусі кемейеді, ал кесу жылдамдығының өсуімен артады. Майлаушы - салқындатушы сұйықтықтардың қолдануы жоңқа бұйралану радиусі кемейіуіне жағдай жасайды.

Жоңқа сындырғыштар, жоңқа бұйралайтын құрылғылар

Қазіргі таңда шапшаң жонуда жоңқаны кескіш бетінен шығып кетуіне үлкен назар аударылып жатыр.

Кесудің үлкен жылдамдықтарында жоңқа ұзын, қиық тіліктер, түзу немесе түрлі радиусті бұйраланаңған (сурет 2.1, *в*) түрінде түзеліп жұмыс кезінде, кесетін аспап және өңделетін дайындамаға оралады.

Жоңқаның мұндай түрі жұмысшылар өміріне қауіпті, кесетін аспаптың мезгілсіз тозуына әкеледі және өңделетін бөлшекті зақымдауы мүмкін, сондай-ақ станок өнімділігін төмендетеді. Сонымен қатар, ол цехта көп орынды алады, өйткені оның көлемі кесіп алынатын қабат көлемінен он немесе оданда көп болуы мүмкін. Егер кесу процесінде ұсақ бұйраланған немесе ұсақталынған жоңқа алынса, бұл қиындықтар едәуір мөлшерде жойылуы мүмкін. Мұндай жонқалар жұмысшыға қауіпсіз, кескіштен жеңілірек көшеді, цехта аз орын алады. Цехтерден жоңқаны жинауы кем шығындарды, яғни көлікке және жұмысшы күшін кем талап етеді.

Жоңқа опыру әдістері. Кесу процесінде жоңқаны келесі әдістермен уатуға болады:

— кесу тәртібін жөнге салу және кескіш геометрияларымен;

— кескіштің кесетін тілімшесінің алдыңғы бетіне әртүрлі шұқыршалар салумен (сурет 2.10). Бұл түрдегі тілімшелер сандық бағдарламалық білдектерінде өңдеу процестерінде кеңінен қолданылады. Сурет 2.11 де, токарлық сандық бағдарламалық білдегінде, бетінде жоңқа сындыратын ойықтары бар тілімшемен қаруланған кескіш төлке бөлшегінің бұйырын кесіп өңдеу процесінің фотосуреті бейнеленген. Сынған жоңқаның бөлініп түсуі анық көрініп тұр.

— арнайы жоңқа жоңқаопырғыш құрылғыларды кескішке механикалы бекітіп қолданады, бірақ қазіргі кезде, сурет 1.15 де бейнеленген токарлық кескіштің тілімшесін бұрама арқылы бекітетін пішімін ойыстық етіп жасалған қыспақ тілімдер пайдаланылады.

Арнайы жоңқа уататын құрылғылардың кемшіліктері:

— кесу тәртібімен құрылғы геометриясының сәйкестігін қатал қамтамасыз ету қажеттілігі;

— қатты қорытпалардың жоғары шығыны, өздік құнының артуы;

— тұтқыр металдарды өңдеуі кезінде жоңқа ұсақталу сенімсіздігі.



Сурет 2.10. Кескіштің кесетін тілімшесінің алдыңғы бетіне әртүрлі жоңқа сындыратын ойықтары бар тілімшелер.

а)үш бұрышты; ромбты; төрт бұрышты.



Сурет 2.11. Токарлық сандық бағдарламалық білдегінде, бетінде жоңқа сындыратын ойықтары бар тілімшемен механикалық бекітіліп, қаруланған токарлық кескіштер төлке бөлшегінің бұйырын кесіп өңдеу процесі.

Тарау III

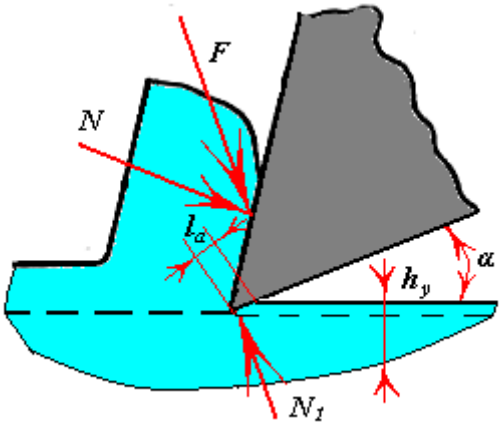
ЖОНУ ПРОЦЕСІНДЕ КЕСУГЕ КЕДЕРГІ КҮШТЕР

3.1. Кескішке әсер ететін күштер

Кесу күші тек қана станоктың жұмысы үшін қажетті қуатты білу үшін емес, сонымен қатар кесу температурасы, өңделінген бет сапасы және кескіш тұрақтылығына тікелей ықпал жасайтын параметр болып келеді. Сондықтан, білдектер, аспаптарды дұрыс конструкциялауда және прогресшіл кесу тәртіптерінде жұмысты тиімді ұйымдастыру үшін кесу күштерінің өзгеру заңдылықтарын терең зерттеуі қажет.

Сурет 3.1 горизонтальдық бағытта қозғалушы кескіш өңделініп жатқан материалдан белгілі жуандықтағы металл қабатын еркін кесіп алып жатқаны айқын көрсетілген.

Кесіп алынып жатқан қабат кескіштің алдыңғы бетіне нормаль N күшпен әсер етеді [9,24]. Кесіліп жатқан жоңқа кескіштің алдыңғы бетінен жылжып үйкеліс күшін $F = \mu \cdot N$ туындатады. Мұндағы μ — кескіш бетіндегі үйкеліс коэффициентінің орта мәні. Сол уақыттың өзінде кескіштің артқы бетінде серпімді, беттің қайта орнына қалыптасуына N_1 күші әсер етеді. Бұл күш кескіш бетін кесіп өткенен соң, жаңа деформацияланған, жаңа пайда болған, өңделінген бет өз қалпына келуінде туындайтын — серпімді күш. Орнына қалыптасу күші $N_1 = \mu_1 \cdot N_1$, мұндағы μ_1 — кескіш артқы бетіндегі үйкеліс коэффициентінің орта мәні. Кесіп өңдеу процестерінің кесу тереңдігі $t > 0{,}1$ *мм* мәндерінде орнына қалыптасу N_1 күшінің әсері мүлдем байқалмайды. Кескіштің кесу процесінде алдыңғы бетте әсер ететін ($\mu \cdot N$) күштен, артқы бетіне әсер ететін ($\mu_1 \cdot N_1$,) күштен бір неше есе көп болғандықтан, зерттеулерде кескіштің алдыңғы бетіндегі нормаль N күші — ***кесу күші*** деп қарастырылады.



Сурет 3.1. Кескішке әсер ететін күштер

Кесу күші келесідегідей шығындалады:

1. Кесіп алынатын қабат және өңделінген бет серпінді деформациясына – $\boldsymbol{P_c}$.

2. Кесіп алынатын қабат және өңделінген бет пластикалық деформациясына – $\boldsymbol{P_{пл.}}$

3. Кескіш алдыңғы бетімен жоңқа арасында, сонымен кескіш артқы бетімен өңделінген беттер арасындағы үйкеліс күштеріне– $\boldsymbol{P_Y}$.

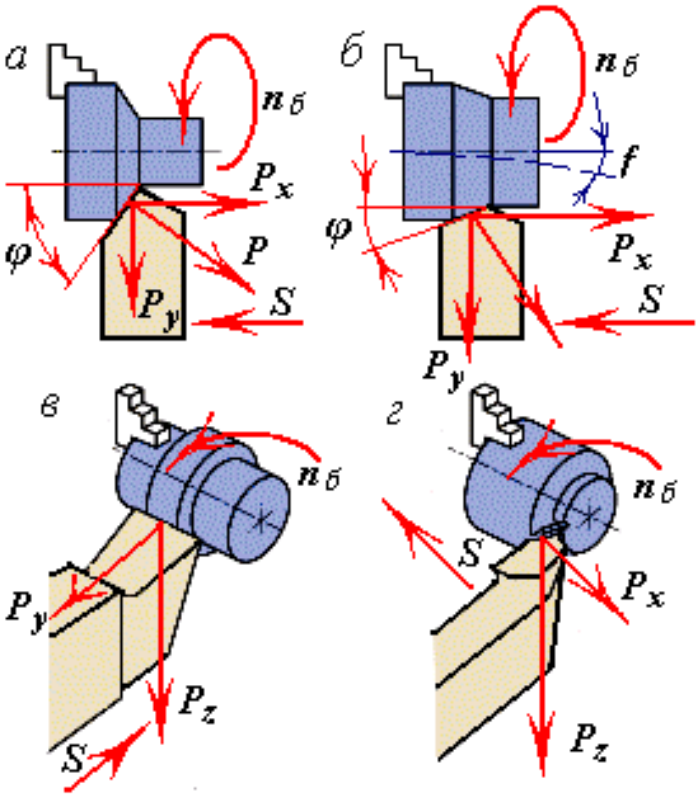
4. Өңделініп жатқан материалдан жоңқаны жұлып алуға (диспергирлеу) – $\boldsymbol{P_Д}$.

Әрбір құрастырушы күштерінің мәнін дәл анықтау өте күрделі, көп сатылы теориялық және тәжірибелік зерттеулерді талап етеді. Соның үшін кесу теориясының негіздері ғылымында кесу күштерін құрастырушы күштер ретінде қарастырады [4,5,8,9,12,18,19,21,22].

Құрастырушы күштердің бағыты. Кесу күштеріні практикалық зерттеуде, оларды құрастырушы күштер ретінде қарайды (сурет 3.2).

$\boldsymbol{P_z}$ - жанама - негізгі және ең үлкен күш, негізгі жұмысшы қозғалыс траекториялары бағытында жұмыс істейді, сондықтан кесу процесіне қажетті қуатпен бұраушы моменті анықтаушы күш болып келеді.

$\boldsymbol{P_x}$ – остік немесе беріліс күші, беріліс бағытында жұмыс істейді. Станок беріліс механизміндегі бағыттаушы бөлшектердегі үйкеліс күштерімен бірге P_x күшін жеңіп отыру керек.



Сурет 3.2. Кесу құрастырушы күштер бағыттары.
а) $\varphi = 60°$; $P_x > P_y$; б) $\varphi = 10°$; $P_x < P_y$; в) $P_x = 0$; г) $P_y = 0$.

P_y - радиал күш, өңделініп жатқан бетке нормал бағытталған, технологиялық процесте маңызы үлкен. Бұл күш бөлшекті майыстыруға және кескішті бөлшектен итеріп қалуға ұмтылады, ол дірілге жағдай жасайды және маңызды дәрежеде дәлдікке және өңделінген бет сапасына әсер етеді.

Сурет 3.2 назар аударып құрастырушы күштерді талдап шығуымызға болады.

P_y – кескіштің шыңын өңделіп жатқан дайындаманың дәл осінен дұрыстап қоймасақ, кесу процесіне қарсы жұмыс істеуді бастайды. Егер кескіштің шыңы дайындаманың өсінен төменде орналасса, кесу процесінде кескішті дайындама өзі жаққа қарап тартыуды бастайды. Бұл күштің таңбасы (- P_y), болып уақыт өте бара күшейіп барып, кескіштің қыйрауына алып келеді. Кескіштің шыңы дайындаманың осінен жоғарыда орналасса, дайындама кескішті кері итеруді бастайды. Бұл күшті қауіпті деуге болмайды, бірақ кескіштің артқы бетін дайындама мүжіп, істен шығарады.

P_z – кесіп алынатын қабатты алдымен бір лездік уақытқа тоқтатыуға тырысып, оны кері бағытқа қайырып жеберітін күш болып келеді. Соның үшін есептерде көбінесе P_z күшінің мәндері пайдаланылып келінеді.

P_z, P_x, P_y күштер бағыты сияқты, шамасыда бірдей емес және бұл күштердің қатынасы өңделетін материалға, берілістің кесу тереңдігіне қатынасы, кескіштің геометриялық бұрыш шамаларына да тәуелді.

$$\frac{P_X}{P_Y} = tg(\varphi - \eta_{XY}) .$$

Өрнектегі φ бұрышының мәні көбейумен P_x күші өседі, ал P_y күші төмендейді және $\varphi = 90^0$ болғанда, $P_x = P_{x\ max}$, ал $P_y = P_{y\ min}$. Кесу процесінің кей жағдайларында, $t / S > 10$ болғанда, $\varphi = 45^0$, $P_x : P_y : P_z = (0{,}2 \div 0{,}3) : (0{,}4 \div 0{,}5) : 1$ мәндермен өрнектелу дәлелденген [8].

Тең әсер етуші кесу күші мынадай теңдеумен анықталады

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2} \qquad (3.1)$$

Кесу күштеріні құрастырушыларын келесі өрнектермен анықтауға болады [25]:

$$P_z = N_{yz} \bullet cos\lambda + F_Y \bullet sin\ \lambda + F_1 \qquad (3.2)$$

$$N_{yz} = F_N \bullet sin\gamma + N \bullet cos\gamma \qquad (3.3)$$

$$F_N = F \bullet cos\eta \qquad (3.4)$$

$$F_Y = F \bullet sin\eta \qquad (3.5)$$

Өрнек 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 өз орындарына қойыумен P_z құрастырушысыны анықтаймыз

$$P_z = (F \bullet cos\,\eta\, sin\,\gamma + N \bullet cos\ \gamma) \bullet cos\,\lambda + F \bullet sin\,\eta\, sin\,\lambda + F_1 \qquad (3.6)$$

Пайдаланылған өрнектермен P_x және P_y анықтайтын теңдеулер шығарамыз:

$$P_y = N_{yz}\ sin\,\lambda - F_Y\ cos\,\lambda = (F \bullet cos\,\eta\, sin\,\gamma + N \bullet cos\ \gamma) \bullet sin\,\lambda + F \bullet sin\,\eta\, sin\,\lambda$$

$$P_y = N_{yz}\ sin\,\lambda - F_Y\ cos\,\lambda = (F \bullet cos\,\eta\, sin\,\gamma + N \bullet cos\ \gamma) \bullet sin\,\lambda + F \bullet sin\,\eta\, sin\,\lambda$$

Кесу процесін зерттеуде теориялық, фундаментальды шешімдер емес қолданбалы және жоғары дәлдікті теңдеулер қажет. Себебі өндіріс орындары жаңа техника және озық технологиялармен жабдықталып келінеді. Қазірде ғылым саласы дайын алгоритді модульдар тәжірибе жүргізуге арналған көп мақсатты қондырғыларды талап етіп отыр. Соның үшін кесу күштерін зертеуде қазіргі күндеде тәжірибелік жолмен анықталуы басым.

Кесу күшінің тәуелділіктерін құруы үшін, негізгі ереже сияқты, бір факторлы тәжірибе қолданылады. Мұнда тек қана кесу процесінің зерттелетін факторы түрлендіріледі, ал қалған барлық факторлар тәжірибе уақытында тұрақты қалдырылады.

Металдардың өңдеуде кесу құрастырушы P_z, P_x, P_y күштерін өлшеу (біреуін, екеуін немесе бір уақытта үшеуін) үшін электрлік көрсеткіштердің (датчиктер) негізінде жұмыс істейтін, арнайы құралдар — динамометрлер қолданылады.

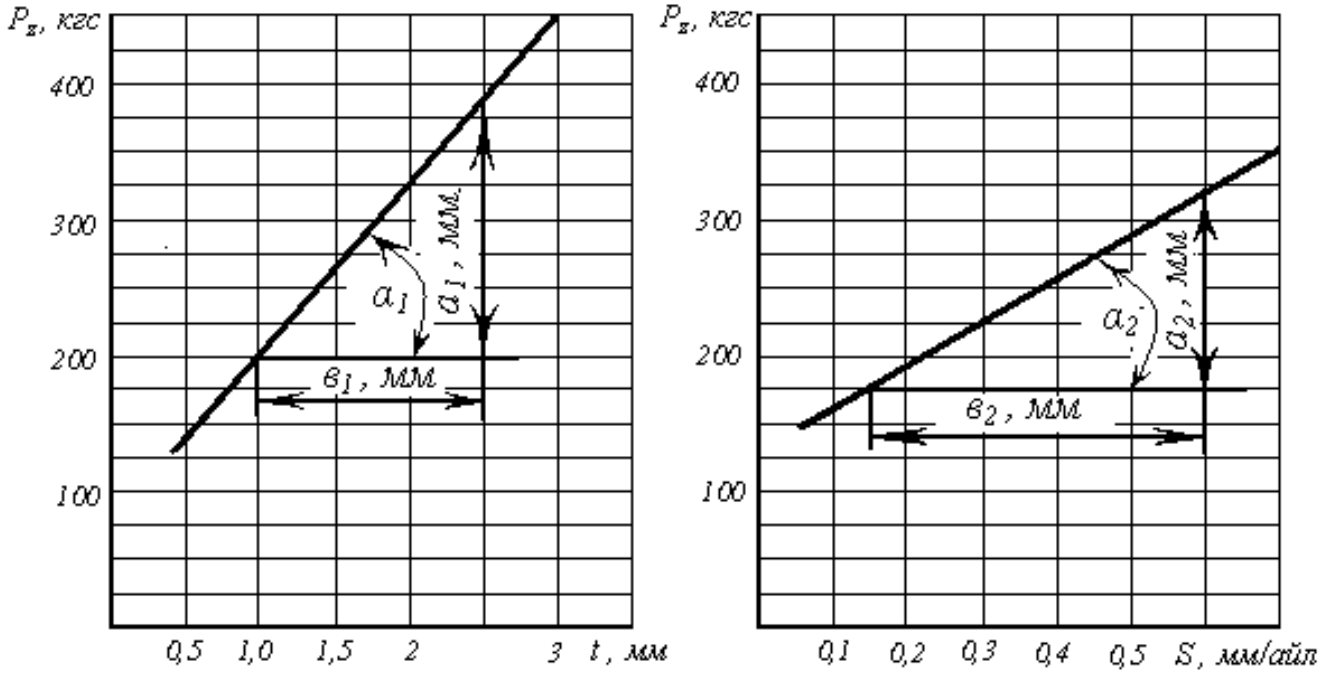
Бір уақытта кесу құрастырушы күштерінің үшеуін өлшейтін, үш компонентті, тензоөлшеуішті УДМ – 600 үлгілі динамометр кеңінен қолданылады. Динамометр кесіп өңдеуге арналған кез келген білдектерге орнатыуға икемделген.

Қолданудың алдында кез келген динамометр баламаланады, мұнда ол эталондық динамометр арқылы белгілі мөлшерде жүйелі көбеюші, ал содан соң кемейуші жүкке тиеледі. Кесу күштеріні өлшеуге арналған жүйелерді баламалау ДОСМ-3 М үлгілі динамометрі көмегімен өзара перпендикуляр үш бағытта өткізіліліп, баламалау графиктері салынады.

Тәжірибе өткізуі кезінде кесу процестерінде дірілдеулер болмау үшін ар жағынан, көзбен шолу бақылаумен қатал бақыланады.

Машинажасау технологтарына арналған анықтамаларда [26] өңдіріс орындарында пайдаланатын кесу құрастырушы күштерінің кесу тереңдігіне және берілістеріне тәуелділіктерін талдап қорытылған мәндері келесі теңдеулермен анықталады:

$$\begin{cases} P_x = C_{Px} \bullet t_{Px}^{x} \bullet S_{Px}^{x} \\ P_y = C_{Px} \bullet t_{Py}^{x} \bullet S_{Py}^{x} \\ P_z = C_{Px} \bullet t_{Pz}^{x} \bullet S_{Pz}^{x} \end{cases} \qquad (3.7)$$



Сурет 3.2. $P_z = f(t)$ және $P_z = f(t)$ тәуелділік графиктері.

Кесу күшін тәжірибелік жолмен анықтаудан мақсат, келесі теңдеуді келтіріп шығару:

График 6.7 тен

$$\begin{cases} x_{Pz} = tg\alpha_1 = \dfrac{a_1}{b_1} \\ x_{Pz} = tg\alpha_1 = \dfrac{a_2}{b_2} \end{cases} \qquad (3.8)$$

3.8 теңдеуден

$$C_{Pz} = \frac{P_z}{t_{Pz}^{x} \bullet S_{Pz}^{y}} \qquad (3.9)$$

Қорыта айтқанда анықтамалардың негізінде де, яғни күштерді есептеудегі қажетті коэффициенттер, тұрақты сандарды анықтау үшін эксперименттік тәжірибелер жүргізу қажет.

3.2. Кесу процесіне жұмсалатын қуат

Кесу процесіне жұмсалатын қуатты анықтау үшін, қарсыласатын әр бір күш P_z, P_x, P_y ге кететін қуаттарды қосу қажет

$$N_{кес} = N_{Pz} + N_{Py} + N_{Px} \qquad (3.10)$$

Қуат секунтта өлшенетінін ескерсек, онда 3.10 шы теңдеуге қажетті коэффициенттер енгіземіз.

Мұнда минутты секунтқа - 60, миллиметрді метрге – 1000, кГм/сек – киловатқа – 102.

$$N_{кес} = \frac{P_z \bullet v}{60 \bullet 102} + \frac{P_y \bullet v_y}{60 \bullet 102} + \frac{P_x \bullet sn}{60 \bullet 102 \bullet 1000}\ , кВт \qquad (3.11)$$

Абцисса осіне пареллель кесу кезінде, егер γ мәндері талап денгейінде болса, P_y бағыты бойынша еш қандай қозғалыстар байқалмайды, демек $v_y = 0$, сондықтан екінші қосынды да нольге тең болады. Үшінші қосынды кесу берілісіне әсері шамалы (1-2 % Pz мен салыстырғанда) болған соң оны есепке алмасақта болады.

$$N_{кес} = \frac{P_z v}{60 \cdot 102}, кВт \qquad (3.12)$$

мұнда

P_z, *кГ* — тәжірибелік жолмен немесе *әдебиеттер тізіміндегі №* 25 машинажасау технологтарына арналған анықтамадан кесу түріне қарап таңдап алуға болады. P_z – айналу күші немесе кесу күшінің негізгі құраушысы екенін ескерсек, кесуде шығындалатын айналу моментін есептеугеде болады

$$M = \frac{P_Z D}{2000}\ , кГ/м \qquad (3.13)$$

V, м/мин — кесу процессі жүргізілетін білдектің айландарығы айналу тор сызығыдан таңдап алынып I тараудағы 1.7 теңдеумен шығарыуға болады.

Кесу процесіндегі қуатты анықтап болған соң қажетті білдекті таңдауымыз керек. Мұнда білдектің ПӘКін ескеріп электроқозғалтқыш талап етілетін қуатты анықтауға болады

$$N_{эл} = \frac{N_{кес}}{\eta}\ , кВт \qquad (3.14)$$

Өңдеу процесін қамту үшін $N_{эл} \geq N_{кес}$ теңдік орындалуы қажет. Лездік кесу процестерінде электроқозғалтқыш 25% ке көп тиеледі. Сондықтан практикада $1{,}25N_{эл} \geq N_{кес}$ болғаны жөн.

Қорыта айтқанда әдебиеттердегі мағлуматтарға незізделіп [27,28,29,30,31] кесу процесінде, жаңа өңделінген бет түзелуіне 10 % - 20%, ал қалған күш кесіп алынатын қабатты деформациялауға шығындалады.

3.3. Кесу процесіндегі кескіштің оңтайлы бұрыштар шамасын анықтау

Кесу процесіне әсер ететін факторлардың біразін қарастырып кескіштің геометриялық парамертлерін дұрыс таңдау немесе есептеу деген шешімге келеміз. Кескіштің артқы бұрышы α_c оңтайлы шамасы өңделетін материалдың беріктігі мен қаттылығына тәуелділігі шамалы, ал материалдың серпімді қасиетіне тікелей тәуелді болады.

Кескіш бетті кесіп өткеннен соң, деформацияланып өңделінген қабат h_y биіктікте өз қалпына келеді. Бұл жағдай кескіш артқы бетінде l_a түйісу ауданын туындатып үйкеліс күштерін пайда болыуына алып келеді. Өңделетін материалдың серпімділік қасиеттері қаншалықты жақсы болса, соншалық h_y және l_a мәндері арта отырады. Бұл құбылыс кесу процесіндегі кескіштің алдыңғы беттегі қысым күштеріне қосымша, артқы беттегі үйкеліске үлкен жұмыс жұмсалыуына алып келеді. Нәтижесінде кескіш артқы бетінде температура жоғарылап жылу көп шоғырланады, мұндан кескіш төзімділігі төмендейді. Соның үшін өңделетін материалдың серпімділігінің артыуымен кескіш артқы бұрыш мәндерін көп алу керек. Егер кесу процесінде кесу тереңдігі максимал мәндермен жүргізілсе кескіш алдыңғы беті қарқынды тозый бастайды, бұл жағдайда артқы

бұрыш мәндерін көп алудың қажеті жоқ. Ақтық өңдеу процестерінде, яғни кесу тереңдігі минимал мәндерінде тозу кескіш артқы бет бойынша қарқындап түседі, бұл кездерде α_c бұрышының мәндерін мүмкін болғанша максимал алу қажет. Бұл тәуелділікті келесі өрнекпен баяндаса болады:

$$\sin \alpha_{опт} = \frac{C}{a_{max}^{0,3}}$$

мұнда $C = 0,11...0,13$ болат және шойынды кесіп өңдеген кезде. Кескіштер үшін артқы бұрышты $\alpha = 6^0...12^0$, аралығында, кіші мәндер алдын ала кесіп өңдеу операцияларында жұмсалатын кескіштер үшін, ал үлкендерін - ақтық операцияларында пайдаланған жөн. Қосалқы артқы бұрыш α_{c1}, негізгі артқы бұрыш α_c сияқты тура сол функцияны орындауын ескерсек, олардың шамалары бірдей болғаны дұрыс.

Негізгі кескіш маңдай статикалық бұрышы φ_c кесу жуандығы a және ені $в$ мен тікелей байланысты екенін I тарауда сурет 1.16 да, сонымен қатар 1.11 және 1.12 қарастырғанбыз. Дәлірек айтсақ, кескіш маңдай статикалық бұрышы φ_c шамасының өзгеруі $в/a$ қатынасына әсер етеді, φ аз болған сайын, $в/a$ қатнасы мәндері өсіп барыу кесу температурасын төмендетеді [9]. Кесу температурасының төмендеуі кескіш тұрақтылық мерзімін көбейуіне ықпал жасайды**.** Сурет 3.2, *б* сұлбасындағы басты φ бұрыштың төмендеуі, кесудің радиальді күшінің P_y ұлғаюына әкеледі, нәтижесінде өңделетін бөлшектің өз осіне салыстырмалы майысу f туындайды. Әдебиеттердегі мағлуматтарға сүйенсек майысу шамасы [10]:

$$f_{max} = \frac{P_Y \bullet l^3}{100 \bullet E \bullet J}$$

мұнда

E – серпімділік модулі;

J – полярлық, инерция моменті — $J = 0,05 \cdot D^4$.

Кескіш маңдай статикалық бұрышы φ_c бұрышының төмендету шарттарының бірі — бөлшектің қатаңдығы болып табылып, l / D қатынасымен сипатталады:

— $l / D = 5$ дейін – қатаң бөлшектер;

— $l / D = 5 \div 10$ – орташа қатаң бөлшектер;

— $l / D > 10$ –қатаң емес бөлшектер.

Өндірістерде кеңінен қолданылатын кескіш маңдай статикалық бұрышы φ_c ның орта мәні: $\varphi = 30^0 \div 90^0$. Қатаң емес бөлшектер $\varphi = 90^0$ да өңделінеді.

Көмекші кескіш маңдай статикалық бұрышы φ_{c1} бұрышын мына

аралықта таңдайды: $\varphi_{c1} = 5^0 \div 30^0$. Көмекші кескіш маңдай статикалық бұрышы φ_{c1} бұрышын ұлғайуынан P_y күші төмендейді, бірақ өңделінген бет кедір-бұдырлығы өседі.

Алдыңғы беттің еңкештік жұмысшы бұрышы $\lambda_{ж} = \pm 10^0$ аралықта $\lambda_{ж}$ бұрышының өзгеруі кескіш тұрақтылық мерзіміне әсерін көрсетпейді [9]. Жұмысшы бұрыш $\lambda_{ж}$ шамасы жоңқа шығуының бағытына, сонымен қатар кесілетін қабат және кесу жүзі арасындағы алғашқы түйісуіне жағдай жасайды. Жоңқа шығу бұрышы η кескіш алдыңғы беті бойынша және негізгі жүзге нормаль жоңқа қозғалысының бағыты арасындағы бұрыш. Бұл бұрышты II тарауда 2.9 теңдеумен шешімін қарастырғанбыз. Егер бұл бұрышты есептегенде дәлдігі $2^0 \div 3^0$ ті ауытқымен рұқсат етілсе, онда $\eta = \lambda$. деп қарастыруға болады.

Бойлық жонуда алдыңғы беттің еңкештік жұмысшы бұрышы $\lambda_{ж} > 0$ болғанда жоңқа η бұрышпен, өңделген бет таманға шығып, жаңа өңделінген бетті тырнап, оның сапасын төмендетіп, кедір-бұдырлығын өсіріп жатады. Ал алдыңғы беттің еңкештік жұмысшы бұрышы $\lambda_{ж} < 0$ болғанда жоңқа жұмысшы жаққа бағытталады, бұл техника қауіпсіздігіне кері амал.

Кесу процесі басталғанда $\lambda_{ж} < 0$ болғанда кескіш бірінші кесілетін қабатқа кескіш кесетін жүзінің шыңы 7 мен түйіседі ал $\lambda_{ж} > 0$ жағдайында негізгі жүзімен кесілетін қабатқа еніп кіреді (сурет 1.5). Кескіштің кесетін жүзінің шыңына қарағанда негізгі жүзі қатаң, соны ескере отырып алдыңғы беттің еңкештік жұмысшы бұрышы $\lambda_{ж}$ былай тағайындалады:

$\lambda = \pm (3^0 \div 5^0)$ - жылдам кескіш материалдан жасалған құрал-саймандар үшін;

$\lambda = + (3^0 \div 5^0)$ - соққысыз жұмыс шартындаға қатты қорытпа үшін;

$\lambda = + (10^0 \div 15^0)$ – бір тұтас емес үзік – үзік денелерді кесіп өңдеуде қолданылатын қатты қорытпалар үшін.

3.4. Металдардың өңделімділігі және оның анықталу әдістері

Машинажасау саласында кез келген машина, агрегат және механизмдерді жобалаудан алдын, оны жасайтын материалдарды таңдап алуға ұсынылады. Себебі белгілі жұмысты орындайтын машина, агрегат және механизмдердің бөлшектері қоршаған ортаға, берілетін қысым күштеріне жәнеде басқа факторларға төтеп беру қажет. Бұл жағдайларды ескеріп өте қатаң немесе берік материалдарды таңдай беруге болмайды. Мұнда материалдың бағасыдан басқа, оны жасауға шығындалған өздік құнында есепке алу керек.

Машина жасау технологиясында материалдың өңделімділігі деген ұғым қолданылады. Бұл ұғым сәйкес материал қаншалықты жеңіл немесе қиын өңденілу және технологиялық мүмкіншіліктері қарастырылады.

Технологиялық мүмкіншіліктеріне, рұқсат етілген кесу жылдамдығы, пайда болатын кесу күштері және жоңқа түрі, сонымен қатар өңделінілген бет сапасы, яғни бет кедір – бұдырлығын жатқызуға болады.

Өңделімділік барлық конструкциялық материалдардың өзекті технологиялық қасиеті болып саналады. Материалдардан кеңінен қолданылатын болатты өңдеуге ықпал ететін факторларға мән берейік:

1. Болаттың химиялық құрамы, сондай - ақ оның беріктігі және қаттылығы.
2. Термиялық өңдеуден кейін түзілетін болаттың құрылымы.
3. Өңделетін материалдың жылуөткізгіштігі.
4. Материалдың металлургиялық түзілуі, дайындау әдісі немесе илемделіліу.

Технологиялық операциялар, яғни жонып, бұрғылап, фрезерлеп және т.б. өңдеу әдістеріне байланысты материалдардың өңделімділік коэффициенттері бір-бірінен ерекшеленеді.

Ферритті болаттар үшін өңделімділікке басым әсер ететін элементтер көміртек және кремний, келесілері хром, вольфрам, ванадий және молибден, сондай – ақ шамалы әсер көрсететін компаненттер марганец және никель болып есептеледі. Аустенитті және хром никельді болаттар үшін өңделімділікке басым әсер ететін элементтер көміртек, алюминий, титан және кремний, келесілері молибден, кобальт, марганец, хром және вольфрам, онша әсер етпейтіндер никель, ниобий, ванадий компанентері болып келеді. Болат жақсы өңделу үшін құрамында 0,2 ÷ 0,3 % көміртегі болу керек. Құрамында көміртек мөлшері көбейумен өңделімділік мүлдем төмендейді, сондықтан құрал-сайманды болаттар қиын өңделеді. Күкірт және фосфор болаттың эксплуатациялық қасиетінің нашарлауына әкелу белгілі, бірақ өңделімділікті жақсартады. Соның үшін құрамында 0,3 ÷ 0,4 % дейін күкірт және 0,15 дейін фосфоры бар автоматты болаттар, көміртекті болаттарға қарағанда 1,5 ÷ 2 есе жоғары жылдамдықпен өңделінеді. Химиялық құрамын өзгерткенде, сондай – ақ термиялық өңдеу кезінде де болаттың беріктігі және қаттылығы өзгереді. Бұл өзгерісті ескере отырып, кесу жылдамдығын есептеу кезінде түзету коэффициентер қолданылады. Термиялық өңдеу болаттың микроқұрылымын өзгертеді. Ең жақсы өңделімділікке перлит ие, өте төмен өңделімділікке сорбит, тростит және мартенсит жатады. Легірлеуші болатты түзейтін күрделі карбидтер нәтижесінде өңделімділік нашарланады. Өңделетін материалдың жылуөткізгіштігі қаншалық жоғары болса, кесу процесінде пайда болған температура кесу аймағынан жоңқаға және өңделініп жатқан бөлшек денесіне тез арада таралып тұрады, бұл өз кезінде өңделімділікті жақсартады. Құрамында айтарлықтай күкірт және фосфор бар конверторлы кемкөміртекті болаттар, мартен және электр пештерінде қорытылатын болаттарға қарағанда жақсы өңделеді. Ыстық және суық илемделген болаттардың салыстырмалы өңделімділігі құрамындағы

көміртекке байланысты болады.

Кесу жылдамдығына өңделімділікке әсер ететін K_0 коэффицентімен ескеріліп, кесу жылдамдығын түзетулер енгізіледі. Көміртекті және конструкциялық болаттарды өңдеу кезінде, эталон ретінде беріктік шегі $\sigma_B = 75$ *кгс/мм*^{2} көміртекті болат алынады, шойынды өңдеу кезіндегі эталондар - қаттылығы ***НВ190*** болған сұр шойын және қаттылығы ***НВ150*** болған қақталған шойын болып келеді.

Тарау IV

КЕСУ ЖЫЛУЫНЫҢ КӨЗІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ТАРАЛУЫ

4.1. Кесіп өңдеу процесінде жылудың түзілу көздері және оның жоңқа, құрал - сайман мен бөлшек арасында таралуы

Жылу құбылысының кесу барысында практикалық маңызы үлкен, өйткені өңдеу кезінде пайда болатын жылу, өңделінген бет күй-жағдайына ықпалын жасайды, сондай-ақ өңдеу дәлдігіне, кесетін аспап тозуға төтеп беруіне әсер етеді

Өңдеу уақытында кескіштің дайындамамен түйіскен беттері ең үлкен жүкке тиелген беті болып, жоғары қызуға ұшырайды. Кесу процесінде жылу мөлшері [32].

$$Q = \frac{A_p}{E} = \frac{P_z \bullet V}{E} \quad \text{, ккал/мин} \qquad (4.1)$$

мұнда: E – жылулықтың механикалық эквиваленті – 427 кГк. к/мкал.

Кесу процесінде шығындалатын жалпы E энергияның 99,5% дан көбі жылуға өтетіні тәжірибелермен орнатылған [32,33]. Әдебиеттердегі мағлұматтарға негізделіп кесу процесінде түзілетін жылудың мөлшерін келесі түрде өрнектеуге болады:

$$Q = Q_Д + Q_{алд.үж} + Q_{арт.үж} \qquad (4.1)$$

мұндағы: $Q_Д$, $Q_{алд.үж}$, $Q_{арт.үж}$ - деформациялық, алдыңғы және артқы беттердің үйкеліс жылулары.

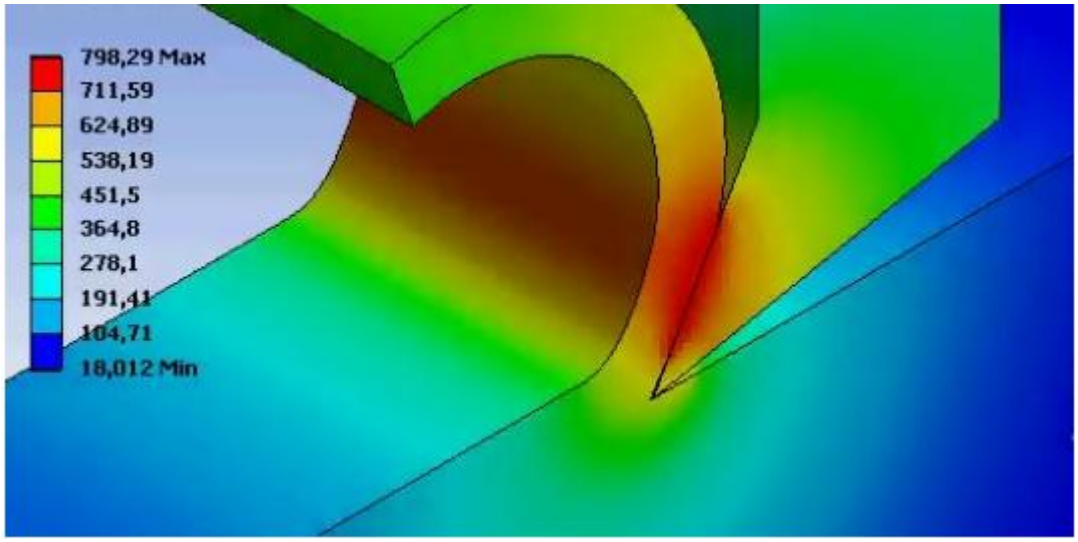
Кесу процесінде пайда болған жылу едәуір суық аймақтарда жоңқа, бөлшек және құрал-сайман арасында бөлініп таралады:

$$Q = Q_ж + Q_{бөл} + Q_к \qquad (4.2)$$

Егер арнайы салқындатушы жабдықтар қолданбасы жылудың өте аз бөлігі қоршаған ортаға тарайды.Осы екі 4.1, 4.2 өрнектер кесу процесіндегі жылу таралыуын теңгеріліуін қамтамасыз етеді. Мұнда жоңқаның орташа жылуы:

$$Q_ж = \tau \cdot \varepsilon / E \cdot c \qquad (4.3)$$

τ – жанама кернеу, ***кГк/мм***; ε – салыстырмалы ығысу; c – меншікті жылусыйымдылық.



Сурет 4.1. Кесу аймағынан жылудың таралуы.

Бұл құбылыс сурет 4.1 де анық айқындалған [34]. Бөлшектің кесу процесі басталмай тұрғандағы бастапқы дене температурасы ***18º С***. Процесс басталып ***45 сек*** өткенен соң, кескіштің алдыңғы бетінде жоңқамен түйіскен аумағында температура 364 ÷ 451 ***º С*** жетеді, ***143,64 сек*** өткенен соң температура ***711, 29 º С*** жетеді, ал ***180 сек*** уақытқа жетіп 798,29 ***º С*** жетіп тұрақталады. Суреттен жылудың көзі және ең көп шоғырланған аумағы көрініп тұр. Мұнда кескіш алдыңғы бетінде екінші деформация аумағында, деформациядан пайда болған жылуға үйкеліс жылулары қосылып – ***кесу температурасын*** береді. Кесу процесін жалғастырғанмен бұл кесу температурасы максимал болып қала береді, бірақ кесу шарттары өзгерсе тағы өсуі мүмкін, мысалға кескіш өтпес болып қалғанда және с. с. жағдайларда.

Кесу процесіндегі жылу қалай және қай денелерге, қай мөлшерде таралыуын нақты және қарапайым анықтаудың әдісі – калориметрлік талдау әдісі болып келеді. Бұл әдіс $Q_Д$, $Q_{алд.уж}$, $Q_{арт.уж}$ мәндерін нақтылауға мүмкіншілік береді. Кесіп өңдеу процесінде пайда болатын жылудың жалпы мөлшеріне кесу жұмысына әсер ететін факторлар әсер етеді.

Әдебиеттегі зерттеу нәтижелері негізінде, кесу температурасының кесу тәртіптерінің тәуелді екенін кестелері 4.1, 4.2, 4.3 – ке қарап талдаймыз [5,9,21,24].

Кесу жылдамдығының V мәндері артуымен жоңқаға өтетін жылу $Q_ж$ мөлшері артады, ал бөлшек $Q_{бөл}$ пен құрал - сайманға $Q_к$ таралатын жылу мөлшері азаяды. Құрал - сайманға $Q_к$ таралатын жылу мөлшерінің төмендеуіне себеб, кескіш алдыңғы беттегі түйісу ауданының азайуымен байланысты, бөлшекке таралатын жылу $Q_{бөл}$ азайуы - β ығысу бұрышының мәндері артуымен, деформациялану процессі жеңілденуінен,

сондай – ақ кесу жылдамдығын мәндерін арттырумен, жоңқа шығу процесі қарқындай түсіп, түйіскен беттегі жылу таралуына үлгере бермейді. Келесі жылдамдықтарда $Q_ж$, $Q_{бөл}$, $Q_к$ пайыздық үлестері:

— ***V < 100 м/мин***: $Q_ж = 50 \div 70\%$; $Q_к = 3 \div .5\%$; $Q_{бөл}$ = қалғаны.

— ***V = 300 ÷ 500 м/мин***: $Q_ж = 90 \div 95\%$; $Q_к = 1\%$; $Q_{бөл}$ = қалғаны.

Кесу температурасының өңделіп жатқан материалдың түріне және оның жылуөткізгіштігіне тәуелділігі келесі кесу тәртіптерінде:

— ***t = 1/5 мм, S = 0,12 мм/айл, V = 100 м/мин***:

Кесте 4.1

Кесу температурасының өңделіп жатқан материалдың түріне және оның жылуөткізгіштігіне тәуелділігі

Өңделіп жатқан материал	**Жылу мөлшері, %**	
	Жоңқада $Q_ж$	Бөлшекте $Q_{бөл}$
Болат - сталь 40Х	71	28
Шойын - СЧ 20	42	50
Алюминий АЛ 70	21	73

Кестедегі мағлуматтарды талдап келесідей қорытындылауға болады:

— пластикалық материалдарды өңдеуде жоңқаға өтетін жылу $Q_ж$ мөлшері артады;

— морт материалдарды өңдеуде бөлшекке таралатын жылу $Q_{бөл}$ мөлшері артады;

— жылу өткізгіштігі жақсы материалдарды өңдеуде бөлшекке таралатын жылу $Q_{бөл}$ мөлшері артады.

Кесте 4.2

*Түрлі аймақтарда пайда болатын жылу мөлшері (**Q** тәуелді %)*

Кесу жылдамдығы $v = м/мин$	**Өңделініп жатқан материал - Сталь ШХ15, кескіш тілімінің материалы - Т14К8**;			
	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
>100	75-80	19	3,5	0,5
100-200		21	2,5	
>200		22,5	2,0	

Кестедегі Q_1 – жылу жазықтығы; Q_2 – кескіштің алдыңғы бетіндегі жылу; Q_3 – кескіштің артқы бетіндегі жылу; Q_4 – жылу жазықтығының алдындағы аймақ.

Кесте 4.3

*«Жоңқа – кескіш - дайындама » жүйесінде таралатын жылу (**Q** тәуелді %)*

Кесу жылдамдығы $v = м/мин$	**Өңделініп жатқан материал - Сталь ШХ15, кескіш тілімінің материалы - Т14К8;**			
	q_1	q_2	q_3	q_4
>100	68	5	2	25
100-200	77	3	6	13,5
>200	75	2	8	14

Кестедегі q_1 – жоңқа алып кететін жылу үлесі; q_2 - кескіш алып кететін жылу үлесі; q_3 - дайындама алып кететін жылу үлесі; q_4 – қоршаған ортаға таралатын жылу.

4.2. Кесіп өңдеуде жылулық құбылыстарды зерттеу

Кесіп өңдеуде түйіскен беттердегі кесу процесінде пайда болған орташа температураны есу температурасы екенін айқындадық.

$$Q = \frac{Q_{алд.үж} \bullet l_n + Q_{арт.үж} \bullet l_a}{l_n + l_a},$$

Мұнда Q - орташа температура, кесу температурасы, $Q_{алд.үж}$ және $Q_{арт.уж}$ алдыңғы және артқы контакт аудандарындағы орташа температура;

l_a - кескіштің артқы бетімен өңделіп жатқан беттің түйісу аумағы (сурет 3.1);

l_n - кескіштің алдыңғы бетімен жоңқа түйісу бетіндегі түйісу аумағы (сурет 2.4.).

Өткір құрал-сайман үшін артқы бет бойынша түйісу бетіндегі ауданы l_a аз болғандықтан $Q_{арт.үж}$ температурасын есепке алмауға болады. Олай болса, $Q = Q_{алд.үж}$.

Кесу процесінде қатысатын түйісу беттерінің әр түрлі нүктелерінде температура әр түрлі. Мысалға l_n түйісу ауданында кесу температурасының шамамен $l_n/2$ аралықта ең жоғары кесу температурасына ие бола отырып экстремальды өзгереді.

Кесу температурасы құрал-сайманның тозуына, өңделген беттің беттік қабатының күйіне, сондай – ақ сапасына және т.б. үлкен әсер етеді.

Кесу температурасының кесу процесінің факторларына тәуелділігін теориялық теңдеулермен анықтауды қарастырайық.

Кесу температурасының кесу процесінің факторларына тәуелділігін құрылымы бойынша қарапайым, жеткілікті дәл және оңай шешімін

табатын эмпирикалық формулалармен сипаттаймыз

$$Q = C'_Q \cdot V^m \cdot a^n \cdot b^q$$

мұндағы: C'_Q - өңделген материалын, құрал-сайманның геометриялық параметрлерін, майлаушы – салқындатыушы – сұйықтарын қолдануға және т.б факторларға тәуелді тұрақты коэффициент, машинажасау технологиясын анықтамасынан [26] қабылданады;

m, n, q – дәреже көрсеткіштері, машинажасау технологы анықтамасынан [26] қабылданады. Әдебиеттердегі тәжірибелік зерттеу нәтижелері бойынша [5,9]: $m > n > q$, мысалы: конструкциялық болатты жонуда: $m = 0{,}5 \div 0{,}65$; $n = 0{,}2 \div 0{,}4$; $q = 0{,}05 \div 0{,}15$.

Кесу жылдамдығы мен кесіліп жатқан қабаттың өлшемдерінің кесу температурасына әсер ету дәрежесі бірдей емес: кесу жылдамдығы едәуір үлкен әсер етеді, ал кесілетін қабаттың ені оншалық әсер етпейді. Сонымен қатар кез келген кесіп өңдеу әдістерінде кесу температурасына кесіліп жатқан қабаттың қалыңдығы еніне қарағанда көбірек әсер етеді.

Осыдан тағы түсінетініміз кез келген құрал-сайман үшін және өңдеу әдісіне кесу қабатының қалыңдығының еніге қарағанда кесу температурасына үлкен әсер етеді. Олай болса, кесу температурасы кесілетін қабаттың көлденең қимасына ғана емес, сондай – ақ оның тәуелді екенін ескеру керек. Демек, кесілетін қабаттың тұрақты қиылысу ауданында b / a қатынасы көп болған сайын кесу температурасы аз болуы мүмкін.

Кесу температурасын кесу тәртібінің технологиялық параметрлері арқылы өрнектейміз, мұнда $a = S \sin \varphi$; $b = t / \sin \varphi$, екені бізге белгілі, сондықтан:

$$Q = C'_Q \cdot V^m \cdot a^n \cdot b^q \cdot (\sin \varphi)^{n-q},$$

нақты құрал-сайман үшін жазықтықтағы φ негізігі бұрыш тұрақты болғанын ескере отырып

$$Q = C_Q \cdot V^m \cdot a^n \cdot b^q$$

Соңғы формуладан кесу тереңдігі мен берілісі кесу температурасына кесілетін қабаттың енімен оның қалыңдығына ұқсап әсер етеді. Кесілетін қабаттың көлденең қимасының тұрақты ауданында $F = S \cdot t$, t / S қатынасы көп болған сайын кесу температурасы төмендеп отырады. Тағайындалған S берілісте және t кесу тереңдігінде температураны құрал-сайман жазықтығындағы φ негізгі бұрышты мәнін азайта отырып кесу температурасын төмендетуге болады.

Кесу температурасына кесу тәртібінен де басқа параметрлері әсер етеді:

— өңделіп жатқан материалдың түрі мен механикалық қасиеттері;

— морт материалдарды өңдегенде температура пластикалық материалдарды өңдегенге қарағанда әрдайым аз;

— материалдардың беріктігі мен қаттылығы артқан сайын температура артады;

— құрал-сайманның алдыңғы бұрышының мәні артқан сайын температура азаяды;

— майлаушы – салқындатушы – сұйықтарын пайдаланғанда температура азаяды;

— кескіштің шыңында r радиустың шамасы;

— кескіштің ұстағышының немесе тұрқысының көлденең қимасы;

— өңделіп жатқан және құрал-сайманды материалдың және т.б жылу өткізгіштігі де кесу температурасына өз ықпалын тигізеді.

Осы факторлардың барлығының температураға әсерін бір теңдеуде көрсетуге болады:

$$Q = C_1 \frac{V^m \bullet S^n \bullet t^q \bullet (\sin\varphi)^K \bullet (\sigma_e)^l}{r^P \bullet U^f} \qquad (4.4)$$

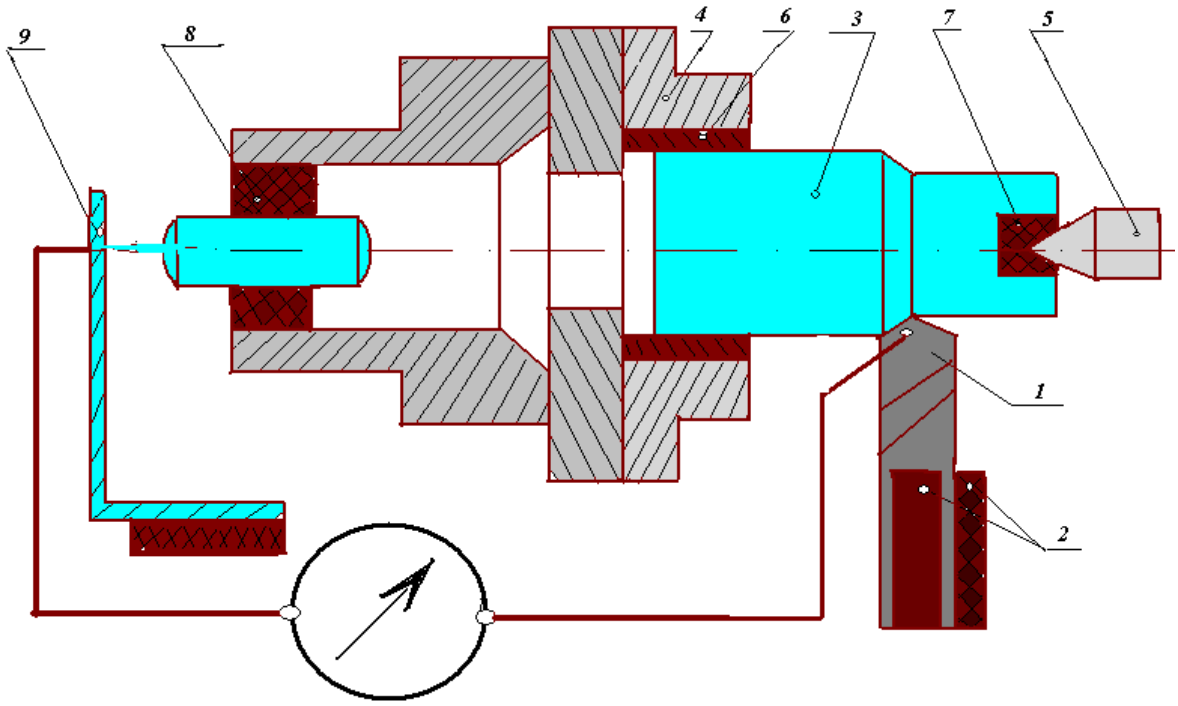
C_1 - коэффициент келтірілген факторлардан басқалары кесу процесінде қатысатын жағдайда есепке алынады.

4.3. Кесу температурасын тәжірибе жолымен зерттеу

Кесу жылыуыны тәжірибе жолымен зерттеуде ең қолайлы әдіс - табиғи термопара әдісі. Сонымен қатар, бұл әдісті қолдануда өңделетін материалмен кескіштің жұмысшы түйіскен беттерінің орталанған температурасын алуға болады.

Табиғи термопара әдісінде әмбебаб цифрлік милловольтметр — В7—23 ді қолдауға болады. Мұнда милливолтметрден жіберілген электр тогы электрлік оңашаланған, яғни тұйықталған жүйе, құрылғы арқылы кесуде қатысқан кескіштің дайындамамен түйіскен беттерінен өтуі тиіс. Құрылғыда: — дайындама—3 патрон қысқы —4 тен және токарлық білдегінің артқы топайы 5 тен эбониттен істелген тығыздағыш—6 және тығын—7 мен толық электрлік оңашаланады (сурет 4.2). Жылдамкескіш болат ***P6M5*** дан жасалған тұтас токарлық кескіш—1 эбониттен істелген тығыздағыштар —2 мен кескіш бекіткіштен электрлік оңашаланған. Бөлшек экрандалған сыммен шпинделдің соңында эбониттен істелген төлке 8 — ге нығыздап отырғызылған білікпен қосылған. Біліктің шынына кескіштің материалынан даярланған ине дәнекерленген. Ине құрылғы 9— ғы серпімді толық электрлік оңашаланған қалыңтырмен түйіскен.

Қалыңтыр әмбебаб цифрлік милловольтметр — В7 — 23 қысқышына қосылған. Милловольтметрге келетін құбылыс — ЭЖҚК (электр жылыуыны қозғатушы күштер) деп қабылданған (ГОСТ 25751—83).



Сурет 4.2. Кесу температурасыны табиғи термопара әдісімен өлшеу сұлбасы.

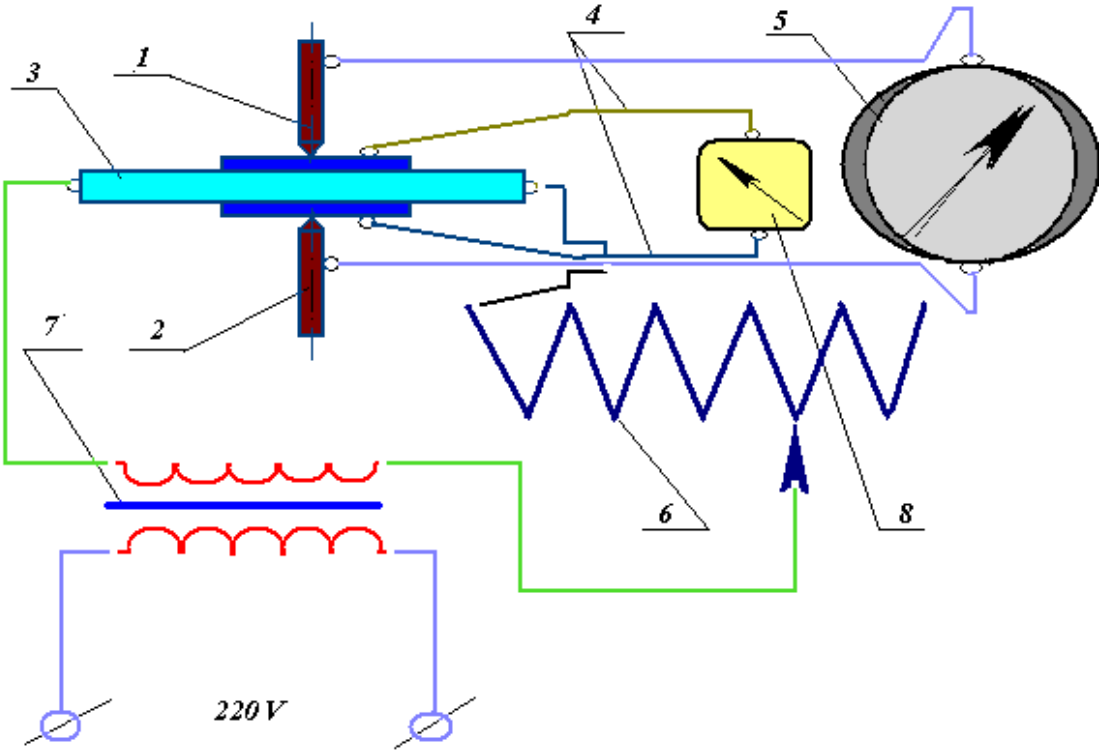
Кескіштің ЭЖҚК өтуі үшін, шаншу әдісі қолданылады. Шаншу әдісінде: — кескіштің кесетін кішкене басының төмен жағынан тесік бұрғыланып (тереңдігін кесетін бетке 1—1,5 мм жеткізбей), сол тесікке жылу оқшалағыштандырылған сым шаншылады. Сымды өз кезегінде милливолтметр қысқышына қосып тұйықталған жүйе құрастырамыз.

Мұнда әмбебаб цифрлік милловольтметр — В7—23 қысқышының бірі кескішпен (1), ал екіншісі ЭЖҚК ны қабылдап алатын құрылғы 9 — ға қосылған.

Тұйықталған электр тізбегі: — бөлшек — сым — ЭЖҚК ны қабылдап алатын құрылғы — милливольтметр — кескіштен түзіледі.

Микровольтметр көрсетулеріні цельсий градустарына аудару үшін алдын ала, табиғи термопараны арнайы баламалап баптау қажет. Табиғи термопара «кескіш — бөлшек» жалпыға мәлім әдістемелермен баламалынады [22]. Әдісте қыздыру газды шілтермен және салыстыруға арналған түйіскен тәсіл — тілішелі қыздырғышпен жүргізіледі. тілішелі қыздырғышты — түйіскен тәсіл — [21] жұмыста толық баяндалған. Біз тіліше қыздырғышты — түйіскен тәсілдің тек қана схемасын (сурет 4.3) келтіреміз. Кескіш және өңделетін бөлшек материалдарынан даярланған

сырықтар 1, 2 белгілі күшпен нихромды қыздырғыш—3 ты қысады. Қыздырғыш 3 — ке мыстан жіңішке қалыңтырлар пісіріп қосылған. Қалыңтырлар мыс сымның соңы болып саналады, сондай—ақ бақылау термопара — 4 міндетіні орындайды. Нихромды тіліше —3 өзгергіш электр токті трансформатор — 7 көмегімен қыздырылады.



Сурет 4.3. Термопараны түйіскен тәсілді сұлба бойынша баламалау

Қызу температурасы жөнге салуға арналған реостатты—6 қызмет етеді. Қыздырудың әртүрлі температурасын бере отырып, өлшегіш 5 тің көрсетулерін, бақылау гальванометр—8 көрсетулерімен салыстырылады. Баламалау стандарты (ГОСТ – 25751—83) термопаралары: хромель — аллюммелды қолданылады.

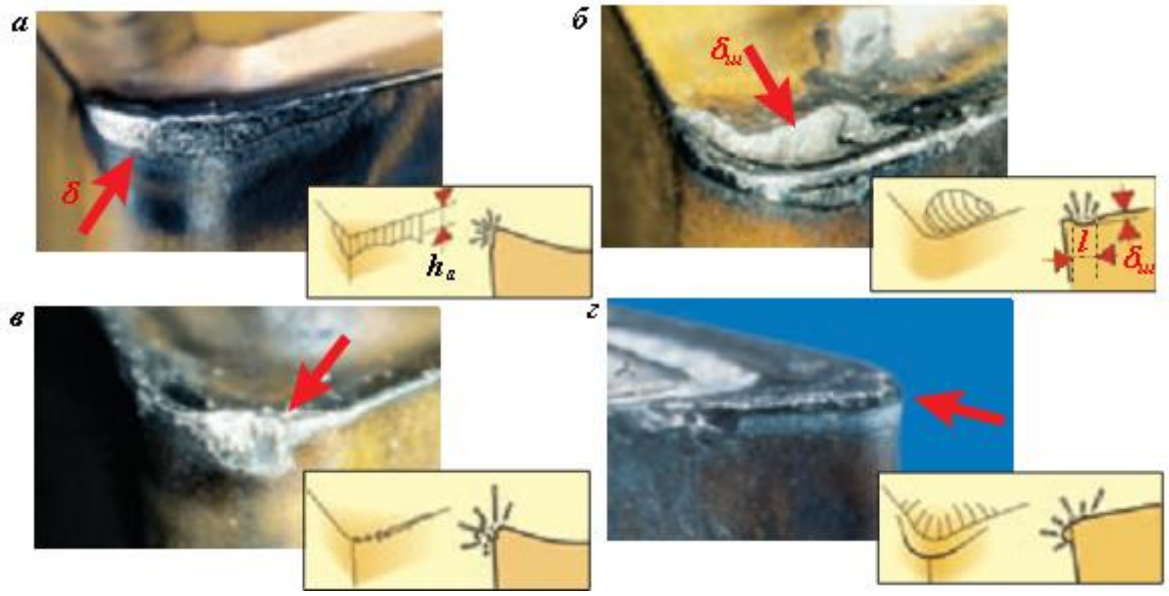
Тарау V

КЕСУ ПРОЦЕСІНДЕ ҚҰРАЛ-САЙМАННЫҢ ТОЗУЫ

5.1. Кескіш тозуына жалпы мағлуматтар

Жұмыс барысында кескішпен дайындамадан түсетін жоңқа арасында қажалуы себебіден кескіш жұмысшы беттері тозады. Құрал-сайманның тозуы деп жұмыс істеу барысында құрал-сайман кесетін сынасы геометриясының, өлшемдері және кесу қабілетінің өзгеруін айтамыз. Бұл процесс құрал-сайманның түйісу беттерінің бір бірімен үйкелуі нәтижесінде пайда болады. Құрал-сайманның тозу процесінде тозу қорытындысы – құрал-сайманның тозу критерийі, яғни кескіш сынасының тозған беттерінің өлшемімен сипатталуы қажет. Кескіш сынасы жұмыс уақытында әр түрлі факторларға тәуелді кез келген беттерінен бастап тозыуы мүмкін – бұл құбылысты тозу категориялары деп атайды [5,6,7].

Құрал-сайманның тозуы тек қана артқы беті бойынша (бірінші) байқалыуы мүмкін (сурет 5.1, *а*).



Сурет 5.1. Кесетін құрал — саймандар тозуының негізгі категориялары.

Құрал-сайманның жұмыс істеу процесінде оның артқы бетінде δ тозу жиегі пайда болып, ондағы артқы бұрыш $\alpha_\phi = 0$. Тозу жиегі уақыт өтуімен өседі және оның мөлшері құрал-сайманмен жұмыс істей алмайтын дәрежеге жетеді, сол уақытта жұмысты тоқтатып, оны қайта қайраумен, артқы бетіндегі δ тозу жиегін жойыу, яғни артқы беттен белгілі h_a қабатын ажарлау керек. Бұл категорияға жататын тозу кесу жылдамдықтарының

жоғарылап кетгенде немесе кесетін тілімше материалының тозуға төзімділігі төмен болған жағдайларда кездеседі. Тозуды кемейту үшін негізгі маңдай бұрышы φ_c мәндерін кемейту, сонымен қатар кесетін тілімше материалына Al_2O_3 беріктендіруші жабын қажет болады.

Тозу жиегі негізгі кесу жүзінде қалыптасып, өлшемдері әр түрлі болуы мүмкін. Әдетте тозудың максимал шамасы δ_{max} өңделген немесе бөлшектің өңделіп жатқан жүзінің бөлімдерінде болады.

Келесі категорияда құрал-сайманның тозуы артқы және алдыңғы беттер бойынша (екінші) бір уақытылы байқалу мүмкін (сурет 5.1, *б*). Бұл жағдайда тозудың бірінші категориясынан бөлек, алдыңғы беттің түйісу ауданында тозық шұңқырша пайда болады. Оның өлшемдері: l – ойықтың ені, $\delta_ш$ – ойықтың тереңдігі.

Тозық шұңқыршасының ұзындығы негізгі жүздің жұмысшы ұзындығына тең. Ережеге сай тозу процесінде шұңқыршамен тозған артқы бет арасында далдаша f сақталап тұрған кезде кескішпен жұмыс істеуге мүмкіншілік бар деуге болады. Кесу жылдамдығының үлкен шамаларында немесе басқа себебтерге көре далдаша жойылып тозу қарқындап кескіш қыйрау мүмкін. Соның үшін далдаша f және артқы беттен h_a рұқсат етілген мәндерінде жұмысты тоқтатып, оны қайта қайраумен, артқы бетіндегі δ тозу жиегін және тозық шұңқыршасын ажарлап жойыу керек. Бұл категориядағы тозудың пайда болуына, кескіш алдыңғы бетінде жоғары температура себебінен диффузия процесі қарқындап кетеді. Тозуды кемейту үшін кескіштің алдыңғы бет геометриясын қайта есептеу, сонымен қатар кесетін тілімше материалына Al_2O_3 беріктендіруші жабын, сондай – ақ кесу берілісін кемейту қажет болады.

Кесу процесінде заманауи машинажасау саласында қатты қорытпалы тілімшелермен жабдықталған кескіштер кеңінен қолданылады. Қатты қорытпалы құрал-сайман тозыуында кесетін жүздері уаытылып (үшінші) кетеді (сурет 5.1, *в*). Рұқсат етілген уаытылу мәндерінде $h_a = 0{,}3 \div 1$ *мм* жұмысты тоқтатып тозу жиегін ажарлап жойыу керек. Бұл категориядағы тозыудың пайда болыуына, кескіш кесетін тілімшесі жеткіліксіз пластикалық беріктікте ие, сондай – ақ материалы морт. Тозуды кемейту үшін кескіштің кесетін тілімшесі алдыңғы бет бұрышын оң таңбалы таңдау тілімше материалы керамика болғаны жөн, сондай – ақ және кесу жылдамдығын көбейтіп, кесу берілісін төмендету қажет.

Кескіштің кесетін тілімшесінің пластикалық беріктігі аздау болған жағдайларда, тілімше шыңы деформацияланып майысып кетуі (төртінші) мүмкін (сурет 5.1, *г*). Бұл категориядағы тозу нәтижесінде артқы беттегі тозу қарқындап, тілімше қыйрау мүмкін. Кесу температурасының және кесу күштерінің өте жоғарылап кету себебіден тілімше деформацияланып кетеді. Тозуды кемейту үшін кесу тәртіптерін қайта есептеп шығу және тілімше материалын берігін таңдау қажет.

Тозу өңделінетін материал түріне, кесу тәртіптеріне байланысты

зерттелінеді. Пластикалық материалдарды өңдеген кезде екінші категория бойынша тозу байқалады. Морт және қатты материалдарды өңдегенде бірінші категориялы тозу байқалады. Кесу тереңдігінің аз мөлшерінде, кесу жылдамдықтары төмен болғанда – да бірінші категориялы тозу байқалады.

Бірінші категориялы тозу бойынша кесу жылдамдықтарының төмен мәндерінде жұмыс істейтін құрал-саймандар: тартажонғыштар, бұрандаойғыштар, остік цилиндрлік жонғыштар, пішіндік кескіштер, тісқашауыштар және т.б. Тұтқыр металлдарды кесу тереңдігінің (***0,15 мм*** ге дейін) және жылдамдықтарының аз мәндерінде, кесіп өңдеу кезінде, кескіштердегі тозу тек қана артқы бетте байқалады. Кесу жылдамдығы мәндері және кесіп алатын қабат жуандығы 0,5 мм ден жоғары, әсіресе салқындатушы сұйықтық қолданусыз жағдайда жұмыс істеуші кескіштерде тозуы, тек қана алдыңғы бетте байқалады.

Екінші категориялы тозу бойынша кесу жылдамдықтарының жоғарғы мәндерінде жұмыс істейтін құрал-саймандар: барлық түрдегі кескіштер, бүйірлік жонғыштар, үңгілегіштер, бұрамдық модульды жонғыштар және т.б. Кесіп алынып тасталатын қабаттың, сонымен қатар кесу жылдамдықтарының өсуі себебіден, кескіштің алдыңғы және артқы беттері бір уақыттың ішінде тоза бастайды.

Егер кескіштің тозуы себебіден, кесу күштерінің қарқынды өсуі, өңделінген бет тазалығы мүлдем нашарлауы немесе бұйым сыртқы пішімінің және өлшемдерінің өзгеруі байқалса, жұмыс тоқтатылады және құрал — сайман қайта қайрауға жіберіледі.

5.2. Құрал-саймандар тозуының физикалық табиғаты

Жұмыс барысында кескіш беттерінің қажалып тозыуының түрлерін келесідей топтауға болады:

— абразивті-механикалық;

— адгезиялық өзара әсері;

— тотығудан;

— диффизия себебтеріден;

— беттік пластикалық деформация;

— кесетін қырларының уатылуы себебтері:

1. Өңделіп жатқан материалдардың абразивтік әсер етуі, яғни құрылымында қатты түйіршектер кездесуіден.

2. Құрал-сайманның материалдары мен дайындаманың адгезиялық өзара әсер етуі, яғни түйіскен беттер бір бірімен тұтасып кетуін, мысалға бұлтық болу процестері.

3. Құрал - сайман материалының дайындама материалдарына диффузиялық енуі.

4. Құрал –сайманмен дайындама түйісу беттеріндегі тотығу

процестері.

Абразивтік тозу. Өңделіп жатқан материалдың құрылымында қатты түйіршектер немесе қоршаған ортадан түрлі қатты уақ заттардың кесу аумағына түсіп қалу себебтерінен. Мысалға өндірістерде абразив өңдеу білдектері үшін цехтың бір шетінен қоршалған бөлімшелерге орналастырылады. Материалдың құрылымында қатты түйіршектер әсіресе термиялық өңделген болаттар құрамында жиі кездеседі. Қатты түйіршектер кескіш кесетін жүзіні біртіндеп тырнап жаймен қажап барады. Құрал - сайман материалының қаттылығы өңделіп жатқан материал қаттылығынан бар жоғы 2,5...3 есе артық болған жағдайда бұл процесс қатты байқалады. Кесу жылдамдықтары ***V < 10...15 м/мин*** жұмыс істейтін жылдам кескіш болаттан жасалған құрал-саймандар абразивтік тозады. Тозған бетте кесу жылдамдығының векторына бағыттас кіші ойықшалар, сызықтар байқалады.

Адгезиялық тозу. Адгезиялық тозу негізінде түйіскен кескіш бетіне дайындаманың деформацияланып жатқан, балқыған қабаты жабысып дәнекерленуді бастайды. Алдымен өте жұқа қабат жабысып алып, кесу процесінде үлкейіп бұлтыққа айналады. Адгезия процесі түйіскен беттер майлы кілегей және зең қабыршақтардан тазартылған жағдайда ғана болу мүмкін. Температураның және қысымның жоғарылауында адгезия процесі қарқындайды. Құрал-сайманды материал едәуір берік болғанымен адгезия процесінде, олда қирауы мүмкін. Себебі адгезия процесі циклдік қайталанып келуінен құрал-сайманды материалдың қажу қырауына алып келеді. Құрал-сайманды материалдың төзімділік шегі аз болған сайын, адгезиялық тозу көп болады, ол ***V = 20...100 м/мин*** кесу жылдамдықтарында байқалады. Тозған бетте шөгістер, сызықтар пайда болады.

Диффузиялық тозу. Бұл тозудың келіп шығуына себеб құрал - сайманды материал әр түрлі компоненттерден жасалғандықтан, өңделіп жатқан материал түйісу аудандарында диффузия процесінен туындайды. Кесу процесінде құрал-сайманның жанасу аудандарына жоңқаның және бөлшектің барлық жаңа беттері түйісуі бұл процесті жәнеде қарқындата түседі. Құрал-сайманды материалдардың жеке элементтерінің диффузияландыру жылдамдығы әр түрлі. Едәуір тез көміртек диффузияланады, кейін вольфрам, кобальт, титанды диффузияландырады. Жоғарғы кесу температурасынан құрал-сайман материалының беттік қабатынан көміртек атомдары жойылып, оның кристалдық торы бұзылып, материалдың физика-механикалық қасиеттері нашарланады. Диффузия температурасының өсуімен интенсификацияланғандықтан, тозудың бұл сипаттамасы үлкен кесу жылдамдықтарында байқалады.

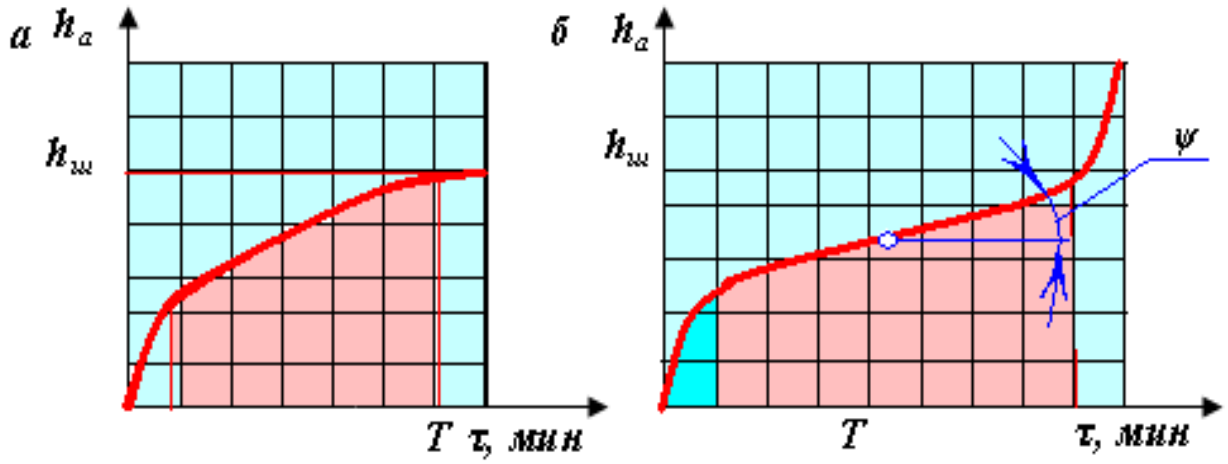
Тотығу тозыу. Бұл тозудың пайда болу себебі кескіш материалдары қоршаған ортада сутегі ауасының әсер етуінде коррозияланыуы мүмкін. Коррозия қабатының төзімділігі кескіш материалының төзімділігінен әлде

қайда аз. Инертті газдардың ортасында немесе вакумда коррозия болмаған құрал-сайманның бұл түрдегі тозуы жойылады.

5.3. Құрал - саймандардың тозуын зерттеу

Қолданылып жатқан құрал — сайман тозу себебіден әптен жарамай қалғанша қайта қайрауға жіберіліп тұрылады. Ауыспалы көп қырлы механикалы бекітілетін телімшелі кескіштің, тілікшелерінің орны алмастырылады. Қайта қайрау арасындағы уақытты немесе тілімшені алмастыруға дейінгі арасындағы уақытты – кескіш жұмыс уақыты ***T*** — кескіштің тұрақтылық мерзімі (сурет 5.2, *а*) және $h_ш$ (ш — шегі) — *кескіштің рұқсат етілген тозу шегі* болып табылады.

Кескіштің артқы және алдыңғы беттері (сурет 5.2, *б*) тозуы себебіден $T_к$ (*қ* — қайрау) дың бір кезеңінде *f* мойынша жойылып, артқы және алдыңғы беттері келе — келе, ағып келіп қосылыудан, кескіштің кесу қырлары қыйрай бастайды. Сол кезеңнен құрал — сайман тозуының апатты өсуі басталады және оның жұмысқа қабілеттілігі жоғалады.



Сурет 5.2. Кескіш артқы бетті тозуы $\mathbf{h_a}$ *тің жұмыс уақыты* $\boldsymbol{\tau}$ *ға тәуелділігі*

Құрал — сайманмен $\boldsymbol{h_к}$ (*қ* — қайрау) тозуы мөлшеріне дейін, яғни оның жұмысқа қабілеттілігін жоғалтқанға дейін жұмыс істеу, әдетте, оның толық және үнемді қолдануын қамтамасыз етпейді. Сондықтан, құрал — сайманның ең үлкен жиынтық тұрақтылығы ***T*** қамтамасыз етілетін кезендегі тозуы мөлшеріні — оның *үйлесімді тозуы* ретінде қабылдайды. Ал құрал — сайман үйлесімді тозуы мөлшеріне лайықты, тұрақтылық мерзімі — ***T***, орынды өңдеу тәртіптерінің есеп — қисабына арналған негіз болып келеді. Тозуды сипаттау үшін, тозу қарқыны деген ұғым (сурет 5.2) пайдаланылады:

$$J = \frac{\partial \delta}{\partial \tau} = tg\psi$$

Теңдеудегі J шамасы неғұрлым үлкен болған сайын соғұрлым құрал - сайман тозуы қарқындап, оның тұрақтылығы азаяды Тозудың қарқындылығы өңделіп жатқан материалдың беріктігінің, кесу жылдамдығының, берілістің артуымен өседі.

Кескіштің артқы бет тозуы h_a тұрақтылық мерзімі T ішіндегі жұмыстан кейінгі, кескіштің бір қайта қайрауға дейін артқы беттің мүжілуі мөлшері келесі өрнектерден анықталады (сурет 5.3):

$$y = c + \Delta; \quad c = a / \cos\gamma; \quad a = h_3 \cdot tg\alpha; \; c = h_3 \cdot tg\alpha / \cos\gamma,$$

мұндағы Δ — тозған кескішті қайта қайрау шегі, $\Delta = 0{,}1 — 0{,}2$ *мм.*

Қолданып жатқан кескіш әдетте бірнеше рет қайта қайралады. Барлық қайраулардан кейін кескіштің тілімшесі пішімінің мөлшері, бастапқы мөлшерінің 1/3 бөлегіне жетсе, мұндай кескіш әрі қарай жарамсыз деп табылады. Кескіш тілімшесінің бастапқы мөлшері B өлшемде деп қабылдасақ, ол өлшем негізгі кесетін жиекке перпендикуляр бағыттағы тілім ені болып келеді (сурет 5.3). Рұқсат етілген қайта қайраулар саны K төмендегі теңдеуден анықталады:

$$K = \frac{\frac{2}{3}B}{y} = \frac{\frac{2}{3}B}{(h_3 \bullet tg\alpha g / \cos\gamma) + \Delta} \qquad (5.1)$$

Кескіштің қайта қайраулар санын анықтағандан соң, кесу аспабының жалпы жұмыс уақыты $\sum T$ төмендегідей анықталады:

$$\sum T = K \, T \qquad (5.2)$$

Өндірістік жағдайларда, жаңа материалдарды кесіп өңдеуден алдын тәжірибелік жолмен кескіш тозуы анықталады. Тәжірибе нәтижелері бойынша кескіштің жаңа материалды өңдеуде, кесу тәртіптеріне және басқа қажетті параметрлерге $\delta = f(\tau)$ тәуелділік графиктері салынып, талдау қажет. Талдау нәтижесін h_Y (Y — үйлесімді) тозу мөлшерін анықтап, кесу тәртіптері тағайындалады.

Кескіш артқы бетті тозуы h_a тің жұмыс уақыты τ ға тәуелділігін сурет 5.2 қарап келесідей талдауға болады:

1 – жұмысқа кірісу, яғни қайрап шархталған кескіштің кесетін жүздеріндегі өткір қырлары шамалы жұмырланады;

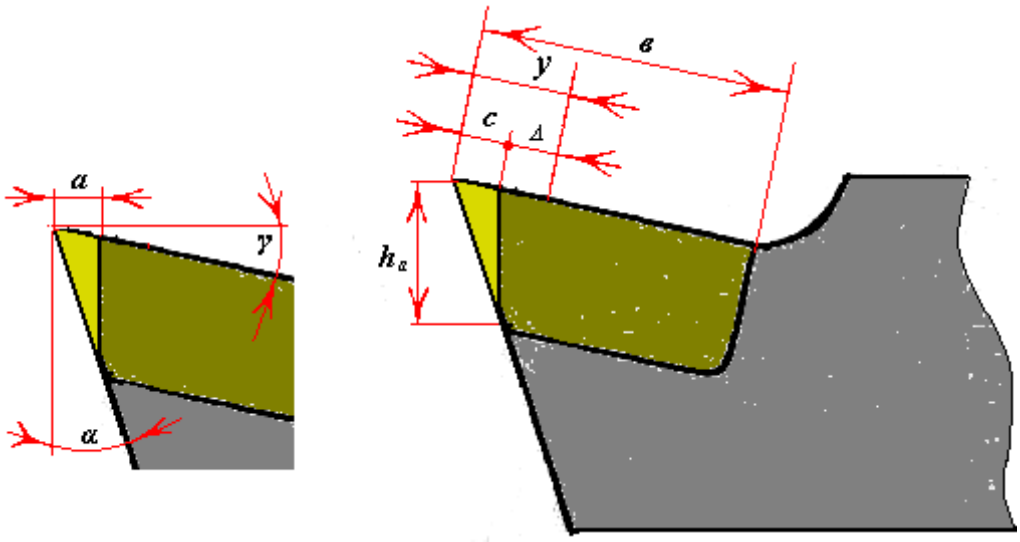
2 - нормаль тозу мерзімі, кесу тәртіптері дұрыс тағайындалған

жағдайларға тиісті;

З - апатты тозыу, кескіш кесу қабілетін жоғалтып қыйраиды.

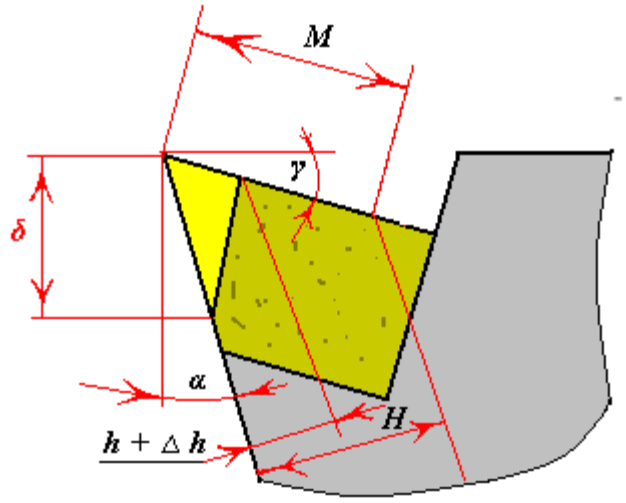
Құрал-сайманның нормаль жұмысын қамтамасыз ету үшін екінші кезең қабылданып, үшке өтіуімен жұмыс тоқтатылады.

Тозудың шамасын δ - кескіштің артқы беті бойынша сызықтық тозуына қарап аналитикалық жолмен анықтауғада болады.



Сурет 5.3. Кескіш артқы бетінің тозуы және қайта қайрау санын анықтау сұлбасы.

Құрал-сайманды қалпына келтіру үшін $h + \Delta$ шамада қайрау қажет (сурет 5.4), мұнда Δ - қосымша ажарланатын қабат. Бұл қабат қайрау шақтамасының мәнімен, тозған беттегі жарамсыз жұқа қабат қалындығының қосындысы.



Сурет 5.4. Тозудың шамасын аналитикалық жолмен анықтауға арналған сұлба.

Тозудың h шамасын δ арқылы анықтасақ, алатынымыз:

$$h = \delta \frac{tg\,\alpha \bullet \cos(\gamma + \alpha)}{\cos\gamma} = \delta \bullet C \ , \qquad (5.3)$$

мұнда

$$C = \frac{tg\alpha g\alpha \cos + \alpha)}{\cos\gamma} = const \ .$$

Сұлбадағы H өлшемі қайта қайрау саны i - ні есепке алатын қайрау шамасы:

$$i = \frac{H}{h + \Delta} = \frac{H}{C \bullet \delta + \Delta},$$

Кескіштің тұрақтылығының суммарлық мерзімі:

$$T_{сум} = \frac{H \bullet T}{C \bullet \delta + \Delta} \ .$$

Тозуды анықтау үшін функцияның максимумын табу бойынша есепті шешу керек:

$$\frac{\partial T_{сум}}{\partial \delta} = 0 \ ,$$

$$\frac{\partial T_{сум}}{\partial \delta} = H \frac{\frac{\partial T}{\partial \delta}(C \bullet \delta + \Delta) - CT}{(C \bullet \delta + \Delta)^2} = 0$$

$$\frac{\partial T}{\partial \delta}(C \bullet \delta + \Delta) - C \bullet T = 0 \ ;$$

$$\frac{\partial T}{\partial \delta} = \frac{C \bullet T}{C \bullet \delta + \Delta} = \frac{T}{\delta + \frac{\Delta}{C}}$$

мұндағы

$\frac{\partial \delta}{\partial T}$ - керісінше өрнектесек $\frac{\partial T}{\partial \delta}$ тозудың қарқынын J береді:

$$\frac{\partial \delta}{\partial T} = \frac{\delta + \frac{\Delta}{C}}{T} = J .$$

Тозудың $\delta_т$ тиімді мәні $T = T_{min}^{max}$, сурет 5.2 тозу графигіндегі қисықтың келесі өрнекті қанағаттантыратын нүктелеріне жатады

$$\frac{\delta + \frac{\Delta}{C}}{T} = tg\psi \ .$$

$\delta = f(\tau)$ тозудың тәжірибелік жолмен алынған нәтижелердің құрастырылған графиктігі (сурет 5.2) қисығында да осы нүктені алу үшін ψ бұрышында жанама жүргіземіз. Бұл Δ/C ара-қашықтықта, δ осінде жатқан координат басынан нүктеден жүргізілуі керек.

Кесте 5.1

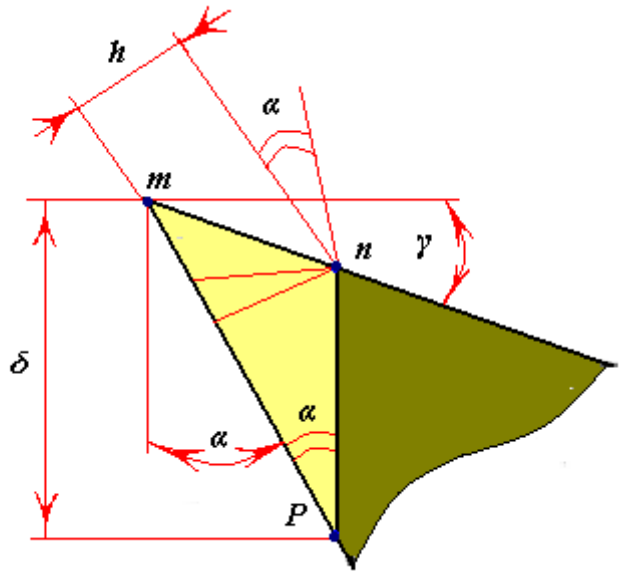
Кең қолданылатын құрал-саймандардың тиімді тозуының орташа мәндері

№	**Құрал-сайман және оның жұмыс істеу шарттары**	δ_m, *мм*
1	Жылдам кескіш болаттан жасалған кескіштер болатты өңдегенде	1,8 ÷ 2
2	Жылдам кесетін болаттан жасалған кескіштер шойынды өңдегенде	3 ÷ 4
3	Қатты қорытпалы тілімшелермен жабдықталған кескіштер болат пен шойынды өңдегенде	0,8 ÷ 1
4	Жылдам кесетін болаттан жасалған бұрғылар	0,6 ÷ 0,8
5	Жылдам кесетін болаттан жасалған остік цилиндрлік жонғыштар	0,5 ÷ 0,6
6	Қатты қорытпалы тілімшелермен жабдықталған бүйірлік жонғыштар	0,8 ÷ 1

Тазалап немесе ақтық өңдеу операцияларында кесу аспабының сызықты тозуын зерттейді, ал тозыудың қалғандарыға физикалық тозуды зерттеген жөн. Мұнда тозыған кесу аспабының тозған бөлігінің массасы есептеледі. Кесу аспабының тозған бөлігінің массасы үйкеліс күштеріне шығындалған жұмысқа пропорционал

$$M = W \cdot \rho_u \qquad (5.4)$$

Негізгі қиятын жазықтықта кескіш сынасының қажалатын бөлігі (сурет 5.5)



Сурет 5.5. Кескіш тозу геометриясы

$$f_\delta = \frac{1}{2} mp \cdot h,$$

$$m \bullet p = \frac{\delta}{\cos\alpha},$$

$$h = \delta \bullet tg\,\alpha \frac{\cos(\alpha+\gamma)}{\cos\gamma},$$

$$f_\delta = \frac{1}{2}\delta^2 \frac{tg\,\alpha \bullet \cos(\alpha+\gamma)}{\cos\alpha \bullet \cos\gamma}; \qquad (5.5)$$

Кескіштің негізгі кезетін жүзінде сызықты тозу бір қалыпты еместігі (Г.И. Грановский) бізге белгілі [9], демек

$\delta = \delta_0 \pm c \bullet b^n$, олай болса $d \bullet W = f_\delta \bullet d \bullet b$,

$$W = \int_0^b f_\delta \bullet d \bullet b$$

$$W = \frac{1}{2} \frac{tg\,\alpha \bullet \cos(\alpha+\gamma)}{\cos\alpha \bullet \cos\gamma} \int_0^b (\delta_0 \pm c b^n)^2 d \bullet b \qquad (5.6)$$

Өрнекті интегралдап тығыздықты ρ_n орнына қойсақ

$$M = \frac{\rho_n \cdot b}{2} \bullet \frac{tg\,\alpha \bullet \cos(\alpha+\gamma)}{\cos\alpha \bullet \cos\gamma}\left[\frac{c^2 \bullet b^{2n}}{2n+1} \pm \frac{2c \bullet \delta_0 \bullet b^n}{n+1} + \delta_0^2\right],$$

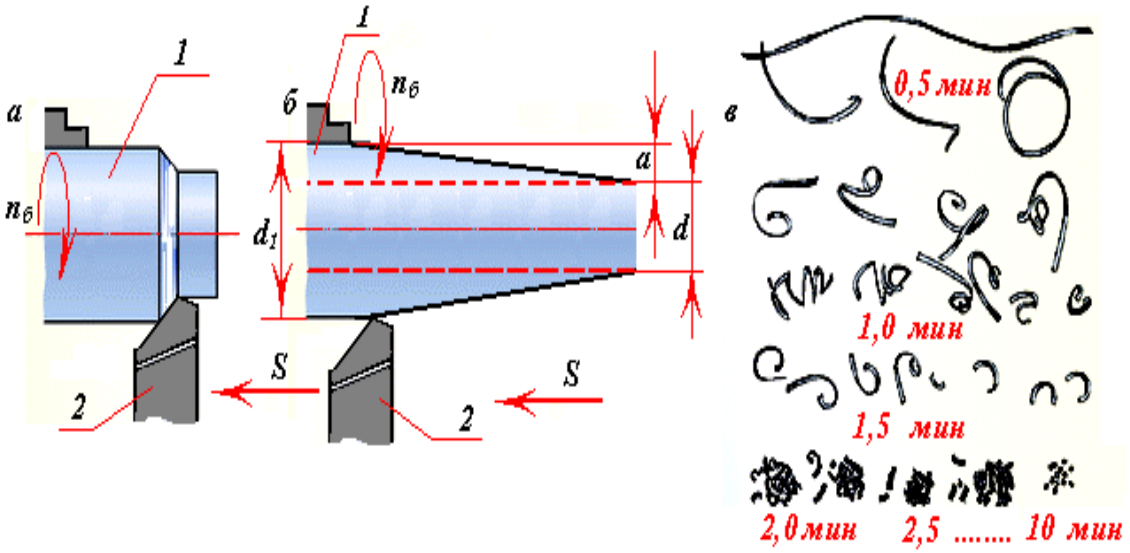
егер тозу кесу жүзінде бір қалыпты болса, онда $c = 0$, $n = 0$

$$M = \frac{\rho_n \bullet b \bullet v_0^2}{2} \bullet \frac{tg\,\alpha \bullet \cos(\alpha+\gamma)}{\cos\alpha \bullet \cos\gamma} \qquad (5.7)$$

5.4. Құрал – сайман тозуы жайлы дағдылар

Жұмыс істеп тұрған құрал – сайман тозу шегіне жеткенін, яғни апатты жағдайға екенін келесі жағдайларға қарап білу мүмкін:

1. Өңделген беттің кедір-бұдырлығының күрт өсуінде;
2. Өңдеу процесінде өңделген беттердегі өлшемдерде ауытқу пайда болуы байқалады, мысалға сурет 5.6, б - да бөлшек кесіп өңдеуден алынатын диаметрі d, кескіш тозу себебіден d_1 өлшем, яғни $2a$ қателікпен $d_1 = d + d_1$ өлшеммен өңделінеді.
3. Өңдеу процесінде дірілдің пайда болуы;
4. Өңдеу процесінде өңделіп жатқан бөлшектің мөлшерден тыс қызып кетіуі;



Сурет 5.6. Кескіш тозуын практика жүзінде байқау:
1 - кесу беті R де: болатты жоңғанда – жалтыр жолақ; шойынды жоңғанда дақ; 2 -технологиялық

5. Болаттарды өңдеу процесінде көзбен шолып кесіліп жатқан бетте, апатты тозыудың себебіден R – жалтыр жолақтар пайда болады (сурет 5.6, *а*), ал шойынды жоңғанда қара дақтар пайда болуы мүмкін. Сонымен қатар болатты өңдегенде пайда болатын жоңқалар өз әдеттегі, сурет 2.1 – де

бейнеленген түрлерін өзгертіп, сурет 5.6, *в* – де келтірілген пішімдерді қабылдайды*:*

6. Беріктікті аз құрал-сайманның сынуы және т.б.

Өндірістерде тазалап өңдеу операцияларында кескіштің тұрақтылығын өңделінген бөлшектер санына қарап тағайындау мүмкін.

Құрал-сайман тиімді тозыуын немесе тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін (сурет 2.10):

1. Тиімді алдыңғы бұрыштың γ_T шамасын таңдау қажет. Бұл мән кесетін қатты қорытпалы тілімшенің пішімінен туындайды.

а) теріс жиекті қисық сызықты алдыңғы бет. Бұл тілімшелер болатты өңдеуде қолданылады. Тілімше алдыңғы бетіндегі шұңқыршалар жоңқаны бұрмалау үшін істелген. Шұңқырша кесетін сынаның қатаңдығын төмендетеді, соның үшін бұл пішімдегі тілімшелер беріктік шегі $\sigma_B \leq 80$ ***кгс/мм***^{2} болған болаттарды, дірілсіз, соққысыз, бір тұтас денелерді, S < 0,3 ***мм/айл*** берілісіпен, сондай – ақ тек қана ақтық өңдеулерде пайдаланылады. Тілімше геометриясы: $f = (0{,}8 \div 1)$; $B = (10 \div 15)$; $\gamma = 15^0 \div 20$.

б) тілімше алдыңғы беті жазық теріс жиекті (сурет 1.10, *г*).

Тілімше беті тегіс болғандықтан, оның беріктігі жоғары, бірақ жоңқаны бұйралатыу үшін арнайы элементтермен жабдықталып келесі өңдеулерде пайдаланылады:

1. Беріктік шегі $\sigma_B > 80$ ***кгс/мм***^{2} болатты алдын ала жонғанда және берілістің үлкен емес шамаларымен ($S \leq 0{,}2 \div 0{,}3$ ***мм/айл***).

2. Соққылы жүктемесіз шойынды алғашқы, жартылай ақтық және ақтық жонғанда.

в) тілімше алдыңғы беті жазық:

1. Беріктік ***шегі*** $\sigma_B \leq 80$ ***кгс/мм***^{2} болатты алдын ала жонғанда және берілістің үлкен шамаларымен ($S > 0{,}3$ ***мм/айл***).

Тілімше алдыңғы бұрышын келесі ұстаныммен дұрыс таңдау мүмкін. Өңделіп жатқан материалдың беріктігі мен қаттылығы артқан сайын кескіш сынаны едәуір берік қылып жасау керек, яғни өткірлену бұрышын үлкейту қажет. Алдыңғы бұрыштың шамасының жалпы диапазоны $\gamma = 20^0$ ***(-15°)***.

Жылдам кескіш болаттан жасалған құрал-саймандарда теріс алдыңғы бұрыш ешқашан болмайды, өйткені жылдам кескіш болат созылу мен иілуге жақсы.

Көп жақты қайралмайтын тілімшелерде алдыңғы беттің пішімі қысымен өңдегенде қалыптасады. негізінде қатаңдығын жақсарту үшін бұл тілімшелерде артқы бұрыш нөлге тең болып келеді.

Жұмыстың бірінші бірнеше минутында артқы беттерде тозудың жүзі, жиек ($h_a = 0{,}1$ *мм*) түрінде түзеледі. Бірте — бірте сол кішкене жиек ені өседі, $h_a = 0{,}2$ *мм* жетіп, содан соң белгілі бір уақыт мерзімінде

тұрақтанады. Ары қарай өңдеу кезінде кескіштің кесетін беттерінде механикалы уатылу байқалмайды, яғни нормал тозу доғарылады. Қарқынды жұмыстан кейін, белгілі уақыттан соң кескіштің алдыңғы беті опырыла бастайды. Опырылуы кескіштің алдыңғы кесетін бетінің бәрін жаппай қамтиды. Егер кескіш артқы бұрышының мәндері кіші болған жағдайда опырылу кескіштің артқы беттерінде жүзеге асады.

Сайып — келгенде, қатты қорытпалы тілімшелі кескіштердің жұмыс кезінде тозуы, яғни жарамсыз болуы, олардың нормал тозуы, мүжілуі, себебіден емес, ол металлдардың қажуы нәтижесінде, кесетін беттердің қопарылу себебіден болып саналады.

Тарау VI

КЕСІП ӨҢДЕЛГЕН БЕТТІҢ САПАСЫ

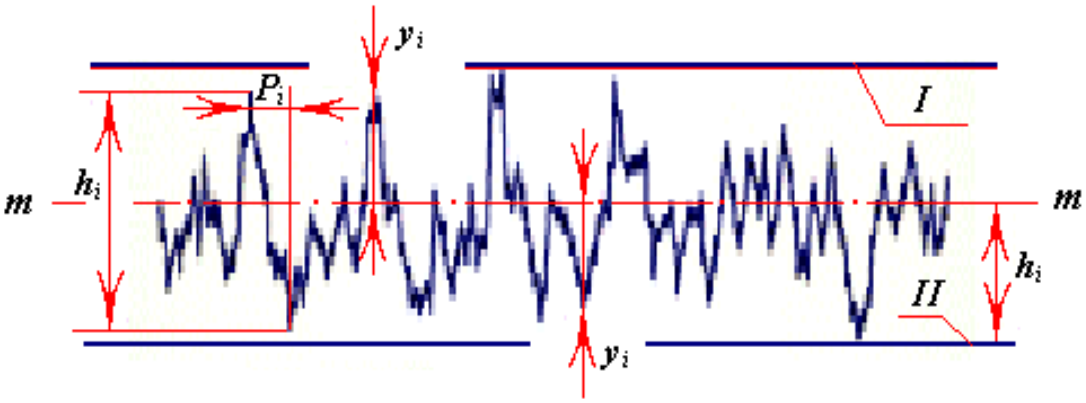
6.1. Өңделген беттің кедір-бұдырлығы

Материалдарды кесіп өңдеудің өзекті мәселесі бөлшектің қажетті бет сапасын қамтамасыз ету болып келеді. Бөлшек бетінің күйі, оның пайдалану мерзіміне, жұмысты орындау сапасына тікелей ықпал жасайды. Әсіресе бұл талап жанасып үйкелісте жұмыс орындайтын бөлшектерде жоғары болады. Беттің сапасы оның өлшемдерінің дәлдігінде және беттің кедір бұдырлығымен сипатталады.

Машина жасау мамандары қазіргі күнде өңделген беттің сапасын, сонымен қатар кедір – бұдырлығын басқару әдістерін кеңінен қолданып келеді.

Кедір - бұдырлық алдымен есептелінеді, бірақ өңдеуден кейін нақты кедір бұдырлық түзеліп, профилометр, профилографтармен өлшеу мүмкін [22].

ГОСТ 25142-82, ГОСТ 15467 — 70, ГОСТ 2789-62 терге сәйкес өңделінген бет кедір-бұдырлығы орта арифметикалық ауыуы - R_a мен немесе кедір-бұдырлығы биіктігі - R_z анықталады (сурет 6.1).



Сурет 6.1. Өңделінген бет микрогеометриясының пішіні (өте үлкейтілген). I – кедір бұдырлық шыңдары; II - кедір бұдырлықтың ойпаты.

R_z және R_a мәндері орта сызық $m - m$ ға салыстырмалы, негіздік базалық ұзындығының шектерінде өлшенеді.

Орта сызық бет кедір-бұдырлығын бөлген кезде, негіздік базалық ұзындық L шектеріндегі, ара қашықтықтардың квадраттардың қосындысы ($y_1, y_2, y_3, \ldots, y_n$) профиль нүктелерінің ең аз мәнін беру керек.

Бет кедір-бұдырлық келесі параметрлермен сипатталады:

а) өңделінген дене бетінің пішімі бойынша — орта арифметикалық ауытумен - R_a;

б) өңделінген дене бетінің ең биік шыңдары бойынша — орта арифметикалық ауытумен - R_z

R_a - өлшенген пішім нүктелері ($y_1, y_2, y_3, \ldots, y_n$) ара қашықтығының орта сызыққа дейінгі орташа мәні

$$Ra = \frac{1}{n}\int_0^n |y|dx$$

Немесе жуықтап

$$Ra = \frac{1}{n}\sum_1^n |y_i| \qquad (6.1)$$

Бет кедір-бұдырлығының биіктігі R_z - негіздік базалық ұзындық L шектеріндегі өлшенген бес кедір-бұдырлардың ең биік бес шыңының және бес шұңқырлары немесе ойпатының ең төмен нүктелерімен өлшенген орта сызық

$$Rz = \frac{(h1 + h3 + \ldots\ldots + h9) - (h2 + h4\ldots\ldots + h10)}{5} \qquad (6.2)$$

Кедір - бұдырлықты есептегенде келесі шарттарды қабылдаймыз:

а) өңделіп жатқан материал абсолюттік деформацияланбайтын;

б) технологиялық жүйе абсолютті қатаң;

в) кескіш жүзі абсолютті тік геометриялық сызықтарымен сызып анықталған.

Кедір - бұдырлықты есептеуді сүргілеп өңдеу әдісінде қарастырамыз. Бірақ алынған өрнектерді, кесіп өңдеудің басқа түрлерінде, мысалға жонуда, бұрғылауда, үңгілеуде, бүйірлік жонғыштармен жонғылауда пайдаланыуы мүмкін.

Өңделінген бет кедір – бұдырлық, яғни тегіс еместіктердің есептік биіктігі $\Delta\, m\, n\, p$ үшбұрыштың биіктігіне тең (сурет 6.2).

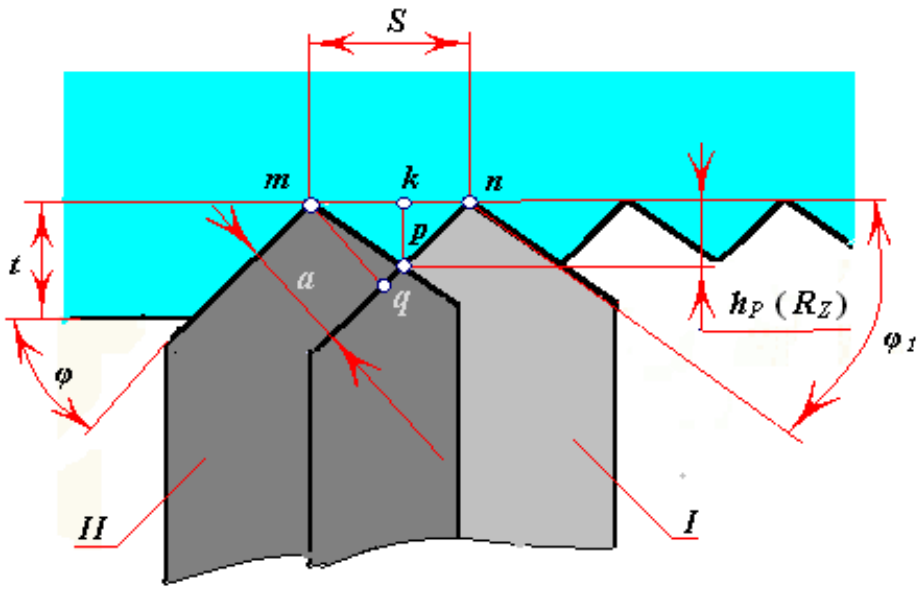
$$h_p = m \bullet p \bullet \sin\varphi_1$$

$$m \bullet p = \frac{m \bullet q}{\sin \angle m \bullet p \bullet q} = \frac{a}{\sin(\varphi + \varphi_1)} = \frac{S \bullet \sin\varphi}{\sin(\varphi + \varphi_1)}$$

олай болса:

$$h_p = \frac{S \bullet \sin\varphi \bullet \sin\varphi_1}{\sin(\varphi + \varphi_1)} \qquad (6.3)$$

Беріліс S пен бұрыштар φ, φ_1 артқан сайын, есептік кедір-бұдырлық азаяды. Егер кескіш бұрышы $\varphi_1 = 0^0$ болса, тегіс еместіктер түзілмейді, сонда $h_p = 0$ немесе R_z - тың мәндері нөлге ұмтылады. Өндірісте ондай кескіштер пайдаланылып, төмен кедір-бұдырлық алуға мүмкіндік береді.



Сурет 6.2. Жону процессінде өңделінілген бет қалыптасыуы

Мысалға S = 2,5 ÷ 3 мм/айн - ға дейін берілістерде ондай кескіштер R_Z = **20 ÷ 40 мкм** - ге тең кедір-бұдырлыққа ие. Қарапайым кескіштерді қолданғанда мұндай кедір-бұдырлық S = **0,2 ÷ 0,3 мм/айн** берілістерде қол жетімді болады. Алайда ондай кескіштермен кесуде үлкен P_y күші туындайды және дірілдің пайда болуы мүмкін, соның үшін $\varphi_1 = 0^0$ бұрышты кескіштерді тек қана ақтық өңдеулерде, кесу тереңдігінің $t < 0,4$ **мм** өте аз мәндерінде пайдаланған жөн.

Өңделінген бетте түзілген нақты кедір-бұдырлықты келесідей сипаттауға болады (сурет 6.1):

— кедір-бұдырлықтың қадамдары реттелмейді $p \neq S$;

— өңделіп жатқан материалдың механикалық қасиеттері – қаттылық немесе беріктік неғұрлым үлкен болған сайын, соғұрлым кедір-бұдырлық төмендейді;

— кедір-бұдырлықтың мөлшеріне, кесу жылдамдығымен пайда болатын бұлтық тікелей әсер етеді.

— кесу процесінде майлаушы – салқындатыушы – сұйықтықтар қолданылған жағдайда кедір-бұдырлықтың R_Z биіктігі азаяды;

— кесу тереңдігі t - нің ұлғайуымен кедір-бұдырлықтың мөлшері көбейеді.

Өндіріс жағдайларда беттің тегіс еместіктері биіктігі аналитикалық жолмен есептелмейді. Мұнда тәжірибе нәтижелерін статикалық өңдеу негізінде алынған, шамасы жақындатылған эмпирикалық формулаларды қолданады, мысалға жонуда:

$$R_Z = \frac{C_R \bullet t^{x_R} \bullet S^{y_R} \bullet \varphi^{z_R} \bullet \varphi_1^{z_P}}{r^{q_R} \bullet V^{K_R}} \text{ , мкм} \qquad (6.3)$$

мұндағы: C_R - R_Z –тің түріне және өңделіп жатқан материалдың механикалық қасиеттеріне, майлаушы – салқындатушы – сұйықтықтардың қолданылыуына әсер етуін есепке алатын коэффициент; r – кескіштің өтпелі жиегінің радиусы. Эмпирикалық 6.3 формуласы бұлтық түзілу шектерінен тыс жататын жылдамдықтарға қолданылғаны жөн. Қалған тұрақтылық коэффициент және дәрежелік көрсеткіштер мәндерін машина жасау технологы анықтамаларысынан таңдап алынады [26].

6.2. Кесу процесіне майлаушы – салқындатыушы–сұйықтықтардың ықпалын жасауы.

Майлаушы - салқындатушы сұйықтықтар (МСС) екі топқа бөлінеді: майлаушы және салқындатушы сұйықтық.

Салқындатушының өзін тағы екіге бөлуге болады.

Бірінші топқа салқындатушы газдар жатады. Газдар, қысым төмендеуімен жылыуды тартып алуға және кесу аймағына химиялық әсер ету (CO_2, $CC1_4$) қабіліетіне ие.

Екінші топ сұйықтықтарға салқындатушы қабілетті жоғары сұйықтықтар жатады, мысалы: су, электролиттердың су ерітінділері және эмульсия. Білдек бөлшектерін тотбасыудан сақтау үшін суда $5 \div 10\%$ кальцийленген соданы ерітеді, бірақ бұл білдектің боялуына, тығындарына және майланғанына қолайсыз әсер етеді. Суға қосылатын кейбір тотықтар: сабын, түрлі май эмульсиялары, судың майлаушы қасиетін жақсартып, кесу процессін жеңілдетеді.

Әсіресе май - су үлгілі эмульсиялар кең қолданылады. Бұл эмульсиялардың тұрақтылығын жақсартуы үшін құрамына түрлі май эмульгаторы қосылады.

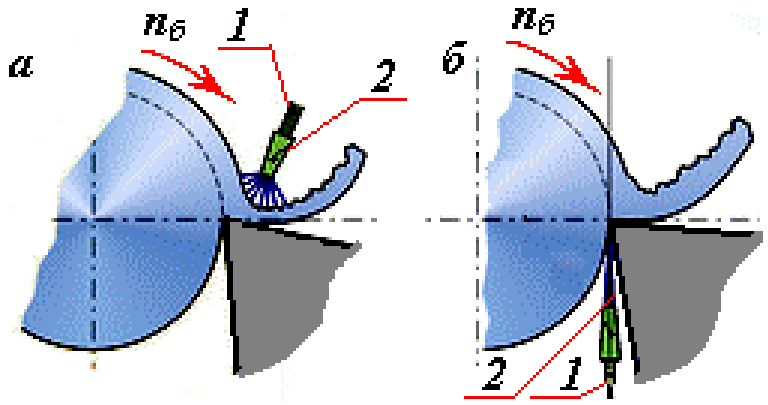
Кесу беттері, кескіш және жоңқа беттерінің түйіскен аймақтарында жоғары қысымдар (***40000 ат***) болғанда-да МСС барлық контакт аймағына кіреді. Бұған себеб, контакт беттері жаппай емес және МСС қылтүтіктігіне байланысты қажетті жерлерге жетіп барады. Сонымен қатар кесу процесінде пайда болатын дірілде МССның таралыуына жағдай жасайды.

Майлаушы сұйықтықтарға минералды майлар, керосин, сонымен қатар өсімдік және мал майлары және олардың қоспалары жатады. Бұл сұйықтықтар металды сулау қасиетімен ерекшеленеді. Құрамында өңделінетін бетке актив қосымшалары мысалы, метал сабыны және басқа органикалық заттар, күкірт, фосфор, хлор және басқалар кіреді.

МСС таңдау типі технологиялық операцияның және өңделетін материалдың түріне байланысты болады. Негізгі ереже бойынша - алғашқы өңдеу үшін, қарқынды жылу бөлу кезінде салқындатушы МСС қолдану керек, ал ақтық өңдеу кезінде өңделген беттің төмен кедір-бұдырлығын алу керек болған кезде майлаушы МСС қолданылады.

Кесу аймағына МСС жеткізудің бірнеше вариантын қарастырайық.

1. Кесу аймағына МСС еркін өз арынымен ағып түсуіді (сурет 6.3, *а*). Төбесінен аққан МСС жоңқаға және құрал-сайманға - да шығыны шамамен ***8 ÷ 12 л/мин*** құйылу керек. Әдіс қарапайым болғанымен, бірақ құрал-саймандыда, сондай – ақ кесу аймағында бір қалыпты салқындатпай жан жаққа шашрап кетуінен сұйықтық шығыны өте үлкен.



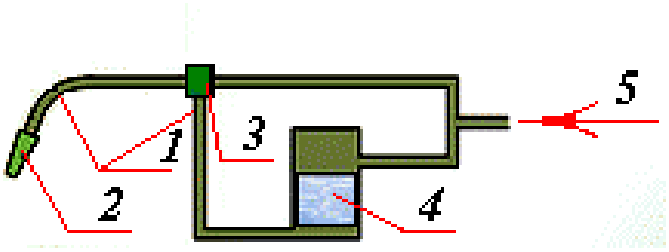
Сурет 6.3. Кесу аймағына МСС ні келтіру тәсілдері.

а) судың өз арынмен; б) ағынша қосымша қысыммен. 1- шланг; 2- шүмек.

2. Кесу аумағына астынан немесе кескіштің артқы бет жағынан сұйықтық жоғары қысымды ағынша болып беріледі (сурет 6.3, *б*).

Салқындату жүйесіндегі қысым ***20 ÷ 25 атм***. Сұйық ағыншасы кесу беті мен артқы беттің арасындағы аймаққа түседі. Әдіс күрделі, мұнда арнайы жабдық және ағыншаны тура бағыттау қажет. Автоматтандырылған жабдықтарда, жабық кесу аймағында қолданылады.

3. Тозаңдатылған сұйықты салқындату. Араластырғышқа ***3 атм*** қысыммен ауа және МСС беріледі, араластырылған тұман түріндегі қоспа шүмектен шығады (сурет 6.4). Бұл әдіс жылу МСС тамшыларының булануынан жылу тез таралып, кесу аймағын бақылауға бөгет жасамайды. Шығыны көп емес май ***0,5 ÷ 3 г/сағ***, ал эмульсия ***200 ÷ 400г/сағ*** болып, өте тиімді деп есептелінеді. Кемшіліктеріне цех атмосферасының ластануы, құрылғыдағы жұмыс кезіндегі шу болып саналады. Бұл әдісті әмбебап білдектерде қолданыуға болмайды.



Сурет 6.4. Суды тозаңдатылған күйде себу құрылғысы. 1- шланг; 2- шүмек; 3- ауа сорғыш; 4- эмульсия толтырылған бак; 5 –сығылғын ауа.

МСС қолдану кезінде келесі оң нәтижелер бақыланады:

1. Құрастырыушы кесу күштері және өңделген беттің кедір-бұдырлығы төмендейді. Бұл май қабыршығының үйкеліс коэфицентін тез төмендетуімен байланысты. Мысалға МСС қолданбаған кезде $K_W = 1$, ал қолдану кезінде $K_W = 0,9 \div 0,75$.

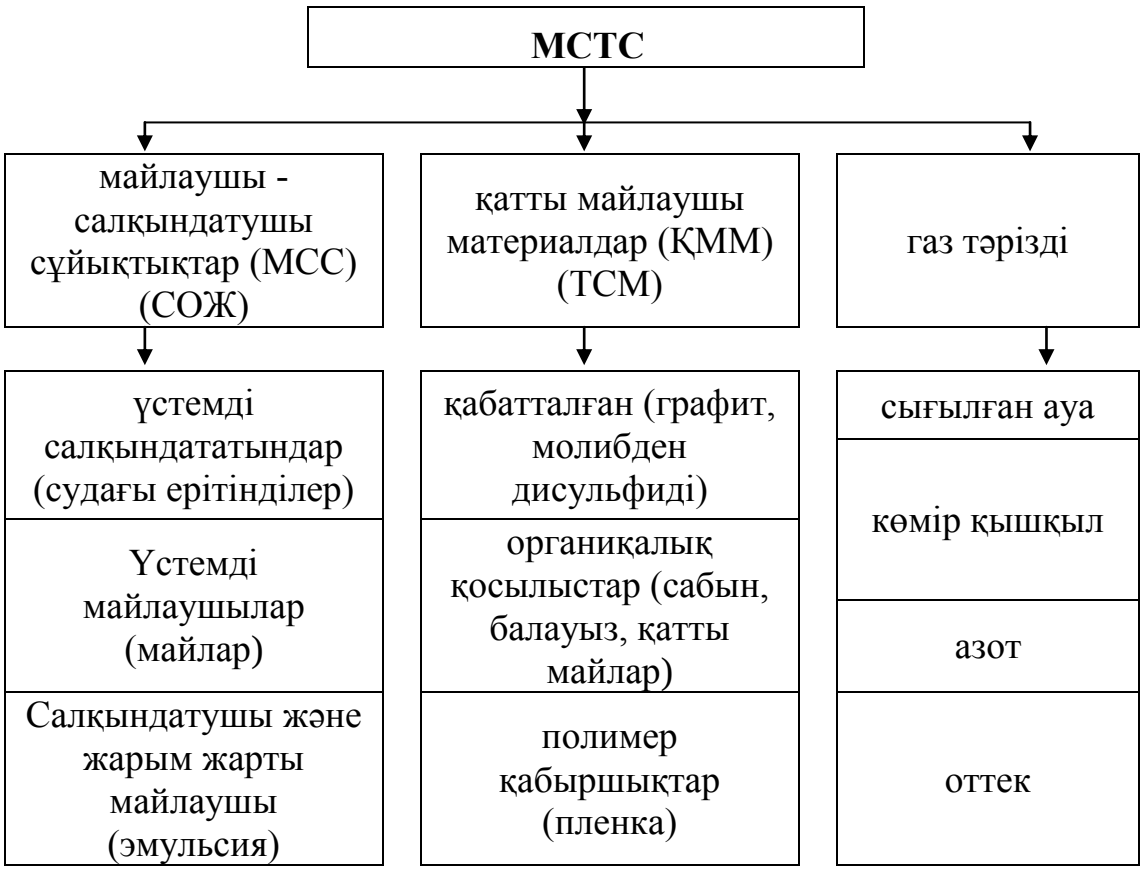
2. МСС кесу температурасын 20% - ға дейін төмендетеді, құрал-сайманның тұрақтылығын жоғарылатады, немесе сол тұрақтылықта кесу жылдамдығын жоғарылатуы мүмкін. Бұл әсіресе салқындатушы МСС қолдану кезінде ерекше байқалады. МСС - ның тиімділігі немесе пайдасы қатты қорытпалы өңдеуге қарағанда тез кесуші құрал-саймандарды өңдеу кезінде жоғары болады. Себебі қатты қорытпаның термоциклдің тез өзгеруін нашар қабылдайды.

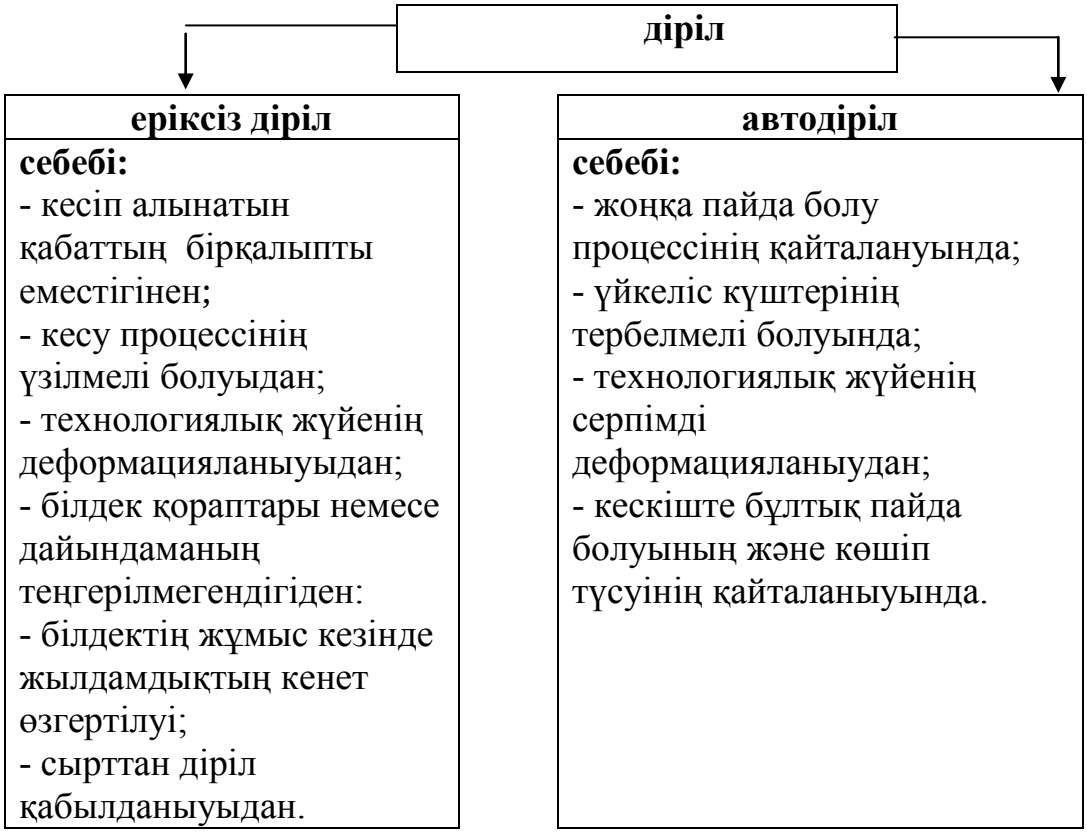
МСС өңделінген бет тазалығына және аспаптың тұрақтылығына маңызды әсер етуші дірілдің азаюына ықпал жасайды.

Жалпы машинажасау саласының барлық өнеркәсіптерінде қолданылатыны: майлаушы - салқындатушы технологиялық сұйықтықтардың (МСТС) деп жүргізіліп, келесідей жіктеледі:

МСТС қолдау келесі мүмкіндіктерін береді:

- кесетін аспап тұрақтылығын 1,2 ÷ 4,0 есе көбейтеді;


МСТС
майлаушы - салқындатушы сұйықтықтар (МСС) (СОЖ)
қатты майлаушы материалдар (ҚММ) (ТСМ)
газ тәрізді
үстемді салқындататындар (судағы ерітінділер)
Үстемді майлаушылар (майлар)
Салқындатушы және жарым жарты майлаушы (эмульсия)
қабатталған (графит, молибден дисульфиді)
органиқалық қосылыстар (сабын, балауыз, қатты майлар)
полимер қабыршықтар (пленка)
сығылған ауа
көмір қышқыл
азот
оттек


діріл
еріксіз діріл
себебі:
- кесіп алынатын қабаттың бірқалыпты еместігінен;
- кесу процессінің үзілмелі болуыдан;
- технологиялық жүйенің деформацияланыуыдан;
- білдек қораптары немесе дайындаманың теңгерілмегендігіден:
- білдектің жұмыс кезінде жылдамдықтың кенет өзгертілуі;
- сырттан діріл қабылданыуыдан.
автодіріл
себебі:
- жоңқа пайда болу процессінің қайталануында;
- үйкеліс күштерінің тербелмелі болуында;
- технологиялық жүйенің серпімді деформацияланыудан;
- кескіште бұлтық пайда болуының және көшіп түсуінің қайталаныуында.

- кесу тәртіптерін 20÷ 60 % жылдамдатады;
- өңдеу өнімділігін жоғарылатады;
- қуат шығымдарын кемейтеді.

Заманауи технологиялық құрал жабдықтар дірілге қарсы сезімтал бергіштермен жабдықталған, соның үшін бұл құбылысты терең зерттеудің қажеттігі қазіргі күнде жоқ болып тұр. Сонда – да олардың көріп шығу себебтерін біліп, дірілдің болмауын алдыннан қамтамасыз еткен жөн.

6.3. Кесу режимін тағайындалған кезде оңтайландыру критерийілері

Кесу тәртіптері, ***t*** - кесу тереңдігі, ***S*** - кесу берісі, ***V*** - кесу жылдамдығы және ***T*** құрал-сайманның тұрақтылығынан тұратын бөлшекті кесіп өңдеу үшін ең қажетті параметрлер болып табылған. Оңтайланған кесу тәртібі, өңделген бөлшектің талап етілген сапасын қамтамасыз ете отырып, өңдеу процесіне қойылатын барлық критерийлерге жауап беретін болу керек. Кесу процесінің оңтайландыру критерийі ретінде мыналар қолданылады:

— бөлшектің минимальды технологиялық өңдеудің өздік құны;

— өңдеу процесінің максимальды өнімділігі

— құрал-сайманның максимальды тұрақтылығын немесе берілген жұмыс ресурсы мерзімін қамтамасыз ету.

Кесу тәртібіне және технологиялық жүйені баптауға тәуелді, бір құрал-сайманмен кесу кезіндегі, өңдеу операцияның өздік құнының үлесі келесі теңдеу бойынша анықталады:

$$C = t_м \bullet E + t_б \bullet E \frac{t_м}{T} + Э \frac{t_0}{T} \qquad (6.4)$$

мұнда, $t_м$ – негізгі технологиялық уақыт; ***E*** – білдектің және білдекшенің ***1 мин*** жұмыс ақысы; $t_б$ – білдектегі тозған құрал-сайманды ауыстыруға және баптауға кететін уақыт, мұнда құрал-сайманды қалпына келтіруде есепке алынған; $T / t_м$ - құрал-сайманның тұрақтылық мерзімінде, немесе қайта қайрауға дейінгі уақытта өңделген бөлшектің саны; ***Э*** – құрал - сайманды пайдаланумен байланысты, оны қайта қайрауға, қалпына келтіруге, баптауға кететін шығындар:

$$Э = t_б + E_н + C_{қсқ} + \frac{C_{жқс}}{i+1} \qquad (6.5)$$

мұнда, E_H – баптаушының ***1 мин*** жұмыс ақысы; $C_{қсқ}$ - тозған құрал-сайманның қайта қайрау құны; $C_{жқс}$ – жаңа құрал-сайманның құны; i – құрал-сайманның толық тозуға дейінгі тағайындалған қайта қайраулар саны. Кесу тәртіптерін мүмкін болғанша келесідей тағайындау керек.

$$C \rightarrow C_{min}.$$

Кесіп өңдеу өнімділігі θ былай анықталады

$$\theta = \frac{1}{t_{ду}}$$

$t_{ду}$ - бөлшекті өңдеу даналық уақыты:

$$t_{ду} = t_м + t_б \frac{t_м}{T} + t_к \qquad (6.6)$$

мұнда $t_к$ – дайындаманы білдекке қондыруға, бекітуге,және дайын бөлшекті алуға кететін көмекші уақыт.

Кесу тәртібі мүмкін болғанше келесідей тағайындау керек.

$$\theta \rightarrow \theta_{max}$$

Қайта қайрауға дейінгі уақытта өңделген бөлшектің санына қарап құрал-сайманның тұрақтылық қоры келесі теңдеу бойынша анықталады:

$$Q = \frac{T}{t_м} \qquad (6.7)$$

Кесу тәртібі мүмкін болғанше келесіні қамтамасыз ету қажет

$Q \rightarrow Q_{max}$ немесе $Q \rightarrow Q_з$

мұнда $Q_д$ – жоспардағы өңдеу қажет болған дайындама саны.

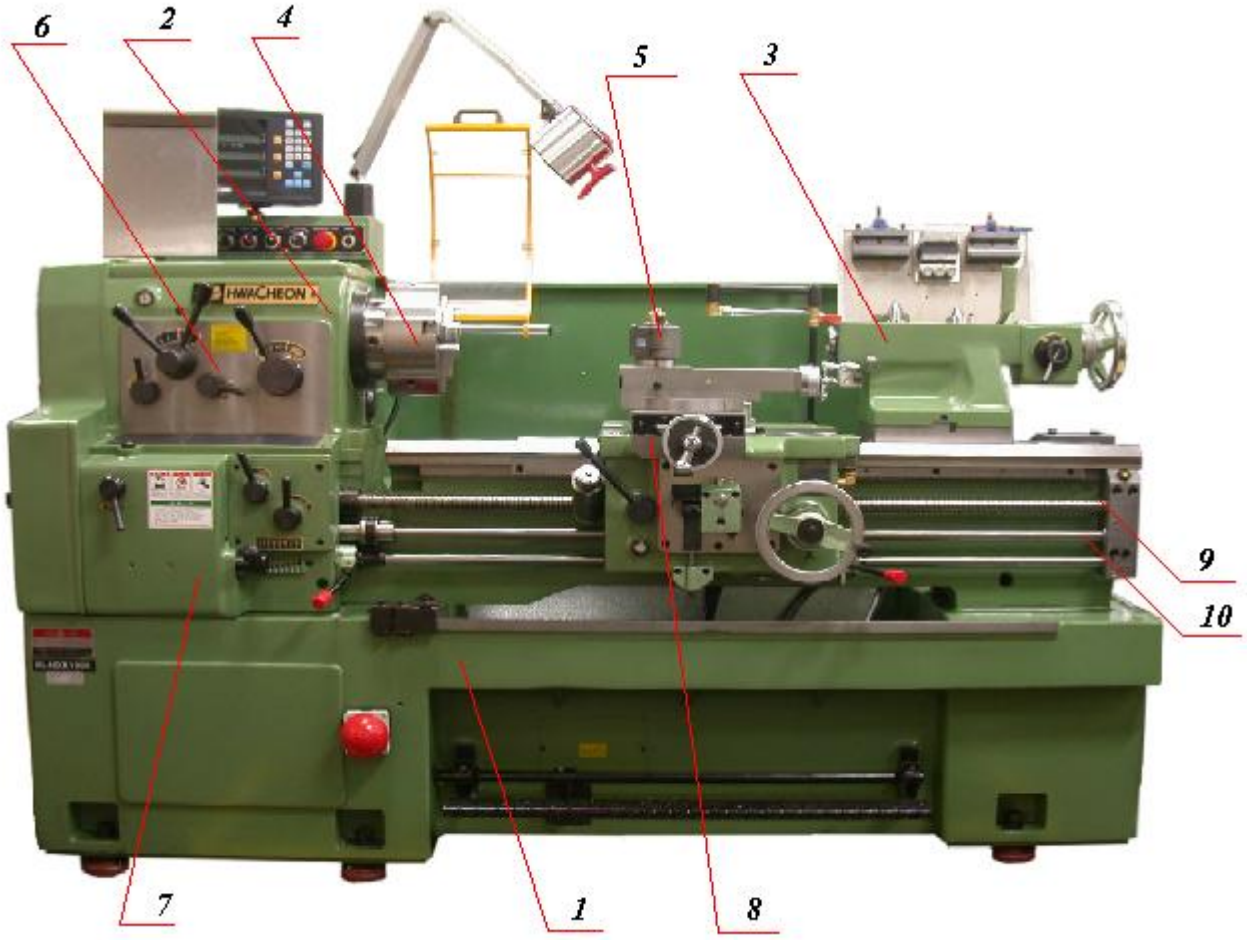
Тарау VII

ӨҢДЕЛІНГЕН БЕТ ПІШІМІН ҚАЛЫПТАСТЫРАТЫН МЕХАНИКАЛЫҚ, КЕСІП ӨҢДЕУ ӘДІСТЕРІ

7.1. Токарлық жону процесінде кесу тәртіптерін зерттеу

Механикалық, кесіп өңдеу әдістері ГОСТ 8 – 82 (СТ СЭВ 3111 – 81, СТ СЭВ 3112 – 81, Ст СЭВ 3115 – 81) Метал кесетін білдектер - стандартымен бекітілген.

Токарлы жұмыстарды жүргізу үшін токарлы винтті кескіш білдектердің келесі түрлері кең қолданылады: ***1К62, 16К20, 1К63*** (сурет 7.1). Мұнда таңбасындағы: 1 - ші сан білдектің тобын көрсетеді: 1 - токарлы, 2 - бұрғылау, 3 - ажарлау, 4 - тартажонғыш, 5 - арнайы (тіс фрезерлегіш, бұранда ажарлағыш) және т.б. екінші әріп білдектің модификация дәрежесін көрсетеді.

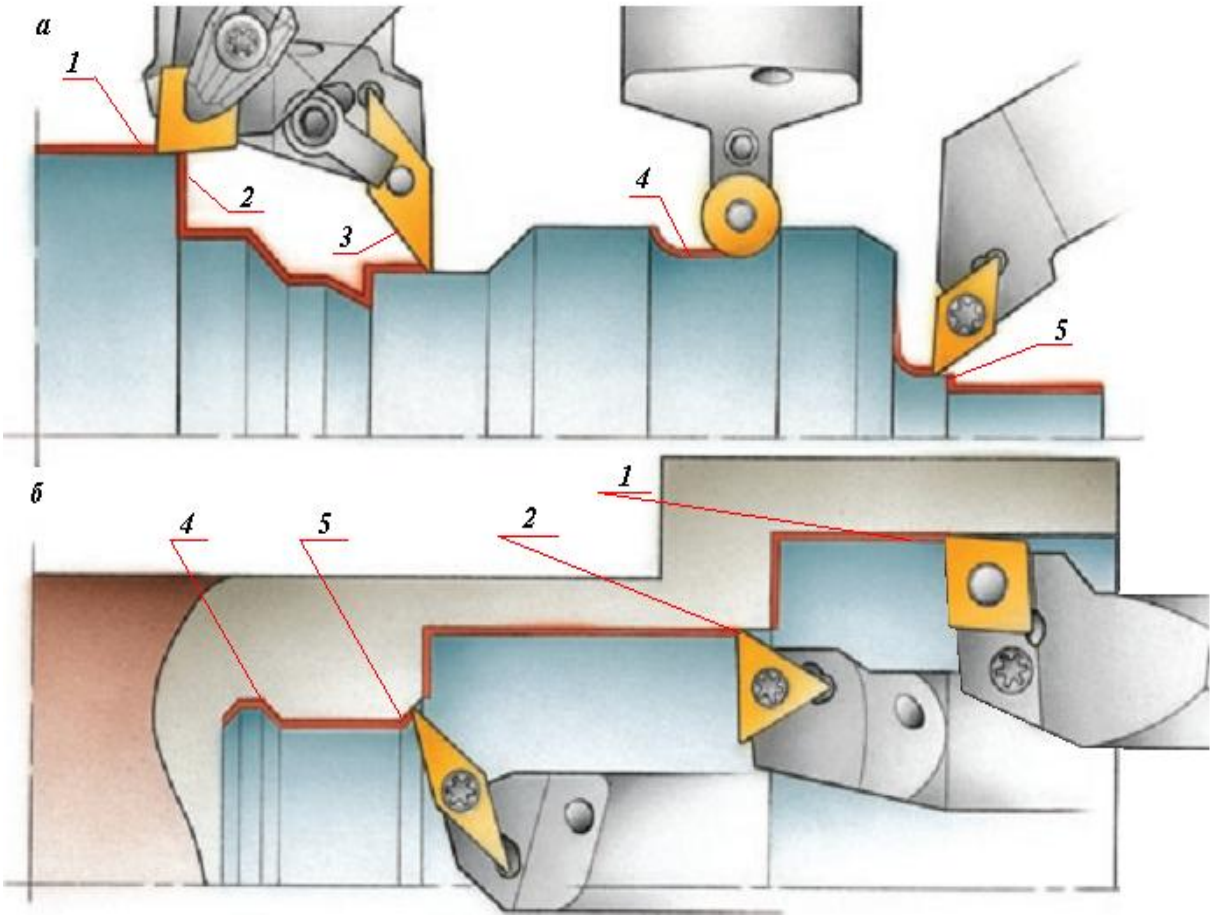


Сурет 7.1. Токарлы винтті әмбебап кескіш білдегі.

Токарлы топтар үшін (***К*** - қарапайым дәлдікті токарлы винтті кескіш, ***М*** -жоғарыланған дәлдікті, ***Е*** - өтпелі габариттік топ, ***Н*** - айландырықтың горизонталь орналасуы, ***Р*** - шпиндельдің вертикаль орналасуы). Келесі сан білдектің конструктивтік маңыздылығын көрсетеді (***6*** - әмбебап). Соңғы сан-білдектің габариттік тобы.

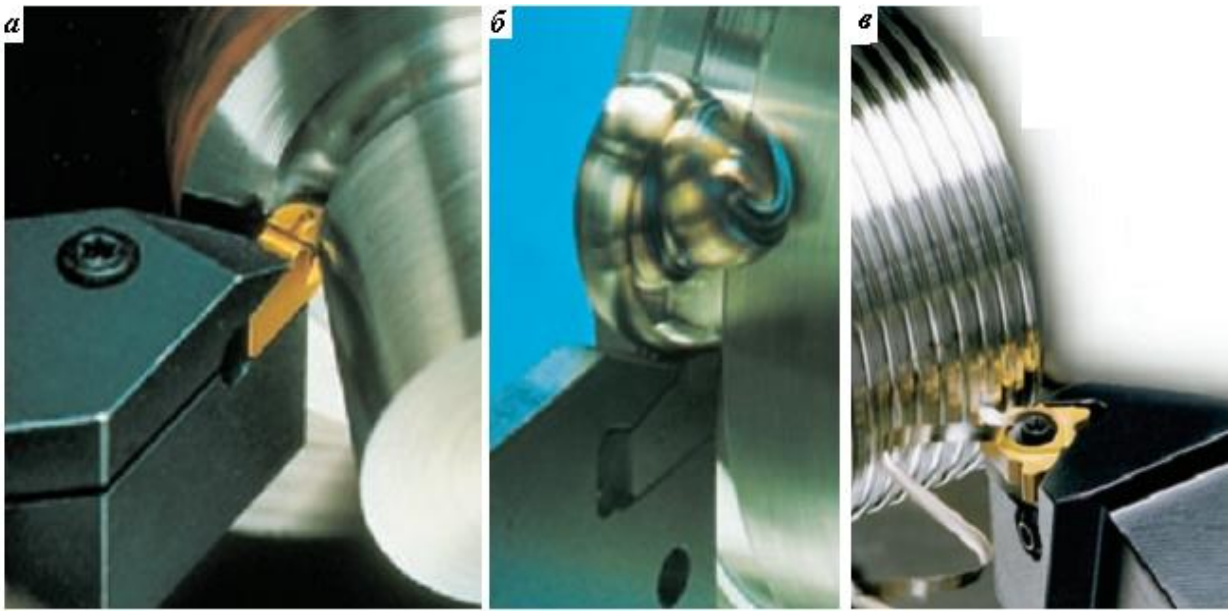
Токарлы винтті әмбебап кескіш білдегінде (сурет 7.1): 1 – тұғыр; 2 – алдыңғы топай; 3 - артқы топай; 4 - үшжұдырықшалы қысқыш; 5 - кескіш тұтқасы; 6 - жылдамдықтар қорабы; 7 - берістер қорабы; 8 – құралкүймешік; 9 - жүрістік бұрама білік; 10 – жүрістік білігі.

Үшжұдырықшалы қысқы қондырылған жылдамдықтар қорабында орналасқан қуыс білікті – айналдырық деп атайды. Білдектің негізгі қозғалыстары: басты қозғалыс - айналдырықтың айналуы немесе $n_Б$ – бөлшектің минутқа айналым саны (сурет 1.15); берілістің қозғалысы құралкүймешіктің жылжыу - $S_б$ - бойлық беріс; $S_к$ - көлденең беріс.



Сурет 7.2. Токарлық білдекте сыртқы (а) және ішкі (б) жұмыр денелі бөлшекті кесіп өңдеу.

1 - өтпелі беттерді жону; 2 – бұйырлы беттерді жону; 3 – пішімді беттерді жону; 4 – кертіккесу; 5 - сатылы пішімді беттерді жону.



Сурет 7.3. Токарлық білдекте сыртқы ойықша (а), кесіп алу (б) және бұранда ою фотосуреттері.

Сыртқы және ішкі жұмыр денелі бөлшекті кесіп өңдеу арқылы токарлық білдекте келесі жұмыстарды жүзеге асыруға болады (сурет 7.2, 7.3):

— цилиндр және конус пішімді денелерді жону;

— тесіктерді кеңейтіп жону;

— бүйірлерді кесу;

— кертіккесу;

— өстік құрал-сайманмен өңдеу (бұрғылау, ұңғылау, үңгілеу, ұң жонғылау) кесу, бұранданы ою және т.б.

Үшжұдырықшалы қысқы орнына төрт немесе арнайы қысқы, сондай – ақ көмекші жиекқұрсаулар пайдаланыуымен кез келген пішімдегі денелерге өңдеу беруге болады. Токарлық білдекте өңдеу бетіне байланысты түрдегі келесі түрдегі құрал-саймандардан пайдаланылады:

Кесу режімін есептеу, тағайындау үшін өңделетін *дайындама* және дайын болатын *бөлшек* туралы келесі мәліметтер болу керек:

— дайындама материалы, физикалық және механикалық сипаттамасы;

— дайындама өлшемдері, дәлдігі және оны алу тәсілдері;

— бөлшектің сапа квалитеті, өлшемі, беттің кедір-бұдырлығы, өңдеудегі әдіптер сұлбасы, сондай – ақ оның қай жерде, қандай жағдайларда жұмыс істеуі жайлы қысқа мағлуматтар.

Өңдеуде қолданылатын *құрал - сайманға* қажетті мәліметтер:

— кесуші тілішенің материалы, мөлшері;

— құрал-сайманның өлшемі, геометриялық параметрлері.

Өңдеуді жүзеге асыратын білдек жайлы мәліметтер:

— басты жетектің қуаты;

— айландырықтың айналу жиілігі, берілістің шамасы;

— білдектің бөлшектерді орналастыру мүмкін болған жұмысшы аумағының мөлшері;

— өңдеуде пайдаланатын жиекқұрсаулар, айлабұйымдар.

Кесу тәртіптерін келесі реттікпен жүргізіледі.

1. Бір кесіп өтуге кесу тереңдігі таңдалады ***t мм***. Орта қуатты токарлы білдектер үшін $t > 10 \div 15$ өрнекті қанағаттандыру қажет. Бұл мәндер кесіп өңдеу түрлеріне байланысты таңдалынады, мысалға алдын ала өңдеуге $t > 10 \div 15$ ***мм***, болса ал тазалап немесе ақтық өңдеулерге $t > 1{,}0 \div 0{,}5$ ***мм***.

2. Кесіп өңдеу берісінің шамасы тағайындалады ***S мм/айл***. Алдын ала өңдеу кезінде беріс ***S,*** кесу тереңдігі ***t*** және дайындама диаметрі ***D мм*** мәндері негізінде тағайындалады: кесу тереңдігінің мәні үлкен, ал өңделініп жатқан бет диаметрі кіші болған сайын, ***S*** - тың мәнін соғұрлым кіші болу керек. Ақтық немесе аз тазалап өңдеу кезінде беріс ***S***, өңделген етілген беттің талап кедір-бұдырлығына сәйкес таңдалады.

3. Кесу жылдамдығы ***V*** мен кескіш тұрақтылығы кезеңі ***T*** бірқалыпты байланысын экономикалық тиімділік негізінде қарастыру керек. Ол құрал - сайманға қойылатын талаптарға тікелей байланысты.

4. Өндіріс жағдайларында кесу жылдамдығы ***V*** мен кескіш тұрақтылығы кезеңі ***T*** бірқалыпты байланысын есепке алып, тәжірибе нәтижелерін статикалық өңдеу негізінде алынған, шамасы жақындатылған эмпирикалық формулаларда қолданылған.

$$V = \frac{C_V}{T^m \bullet t^{X_V} \bullet S^{Y_V}} K_M \bullet K_u \bullet K_0 . \qquad (7.1)$$

мұндағы $K_м$, $K_и$, $K_о$ – кесу процесіндегі жағдайларды ескеретін түзету машина жасау технологы анықтамасынан алынатын коэффициенттер [26].

Қалған параметрлер, яғни білдектің айландырығының айналу жиілігін ***n*** бесінші нөмерімен, кесу күшін P_Z алтыншы нөмерімен, қажетті кесу қуатын $N_{кес}$ жетінші нөмерімен, анықтауларды өткен тақырыптарда қарастырғанбыз.

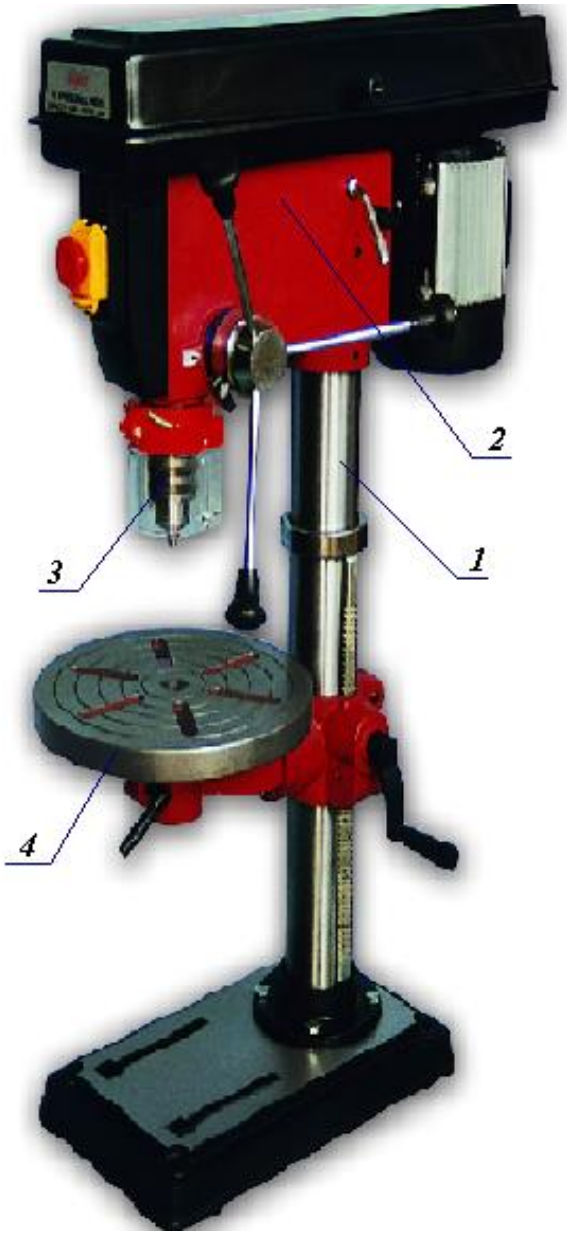
8. Есептелген білдек айналдырығы айналу жиілігінің ***n*** 5% жоғары асып білдектің жылдамдықтар торкестесінен, тағайындалынады.

9. Кесу процесіндегі айналу моментін анықтап, шамасы білдектікімен салыстырылады, яғни білдекте тандалған айландырытың айналым санын M_c өркендетеді: $M < M_б$ болу қажет. Егер бұл шарт орындалмаса, онда білдек айналдырығы айналу жиілігі жұмыс уақытында төмендеу мүмкін. Сонда негізгі технологиялық немесе машина уақытын анықтаймыз $t_м$ ***мин***.

7.2. Бұрғылап механикалық кесіп өңдеу

Бөлшектерді механикалық кесіп өңдеу турлерінде - бұрғылау операциясы қолданылады. Бұрғылау операциясын жүзеге асыратын білдектердің негізгі түрлері: ***2А125***, ***2А250*** (***А*** - әмбебап вертикаль айландырықпен, ***1*** – айландырық саны, ***25*** - бұрғының максимальды диаметрі).

Білдектің негізгі торабы (сурет 7.4): тұғыр немесе тіреуіш 1 , айналдырықты топай – 2, айналдырық – 3, білдектің бөлшек орнатып бекітетін үстелі - 4.



Сурет 7.4. Әмбебап вертикаль айландырықты ***2А125*** *модельді бұрғылау білдегі*

Әмбебап вертикаль айландырықты бұрғылау білдегінің негізгі қозғалыстары

— басты қозғалыс - құрал-сайманмен, яғни бұрғымен бірге шпиндельдің айналуы;

— кесу беріс - айналдырықтың вертикальды жылжуы;

— білдектің бөлшек орнатып бекітетін үстелінің тұғыр немесе тіреуіштің мәнінде реттеу айналу және вертикальды жылжуы.

Әмбебап вертикаль айландырықты бұрғылау білдегінде орындалатын жұмыстар: тесік тесу, тесіктерді кеңейтіп бұрғылау және тесіктердің ішкі беттерін тазалау. Пайдаланатын құрал – сайман бұрғылар классификациясы:

1. Шиыршықты бұрғы — $L / D \leq 10$ тесіктерді бұрғылау үшін;

2. Қауырсынды бұрғы — жеңіл материалдар үшін (ағаш және пластмасса) немесе өте жай жылдамдықтармен өте қатты материалдарды өңдеу үшін;

3. Кесуші тілшесі қайта қайралмайтын — қатты қорытпалы бұрғы, сандық бағдармалы білдектері үшін, тесік ***мөлшері*** $D \geq 32$ *мм* және $L / D \leq 5$.

4. Иірлік бұрғы — жоңқаның жырашығының көлбеу бұрышымен $\omega = 50 \div 60°$, тесік мөлшері $L / D = 10. \div 20$.

5. Терең тесіктерді бұрғылауға арналған бұрғы — біржүздік.

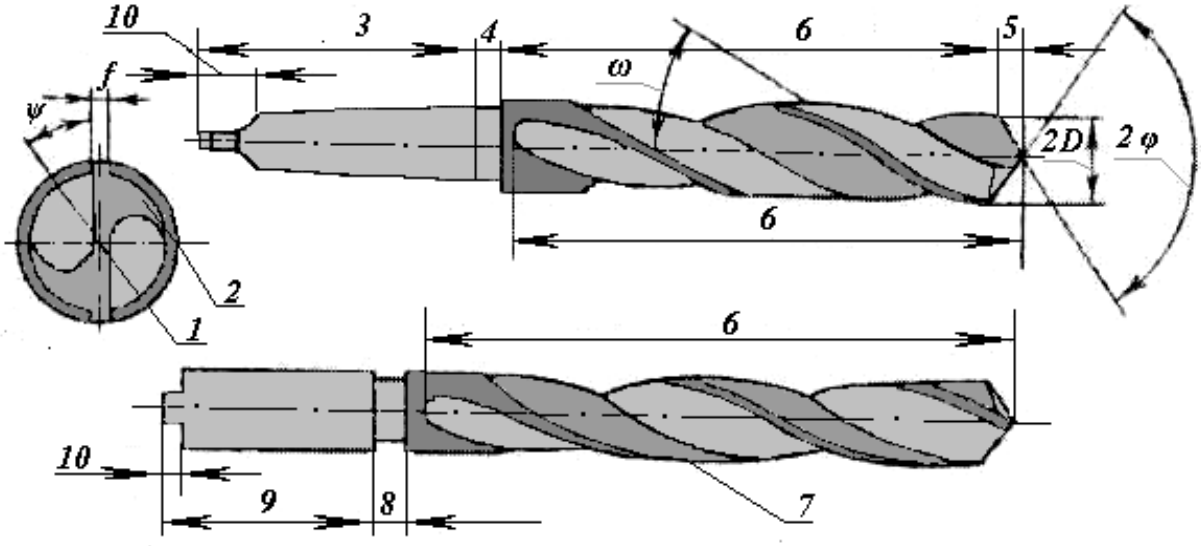
7.2.1. Шиыршықты бұрғының геометриялық параметрі.

Шиыршықты бұрғылар жаппай материалда терең және тесіп өткен тесіктерді тесу, сондай — ақ бұрын болған тесіктердің артынан кеңейтуге арналады. Шиыршықты бұрғының негізгі бөлімдері 7.5 суретте бейнеленген.

Диаметрі $D \leq 8$ *мм* болған бұрғылардың құйрықшасы әдетте цилиндр түрінде болады, ал үлкен диаметрлі $D > 8$ *мм* бұрғылардың құйрықшасы конустық болып, сол конус көмегінде айландырық конустық тесігіне немесе қосалқы конустық жиекқұрсауға орналастырады.

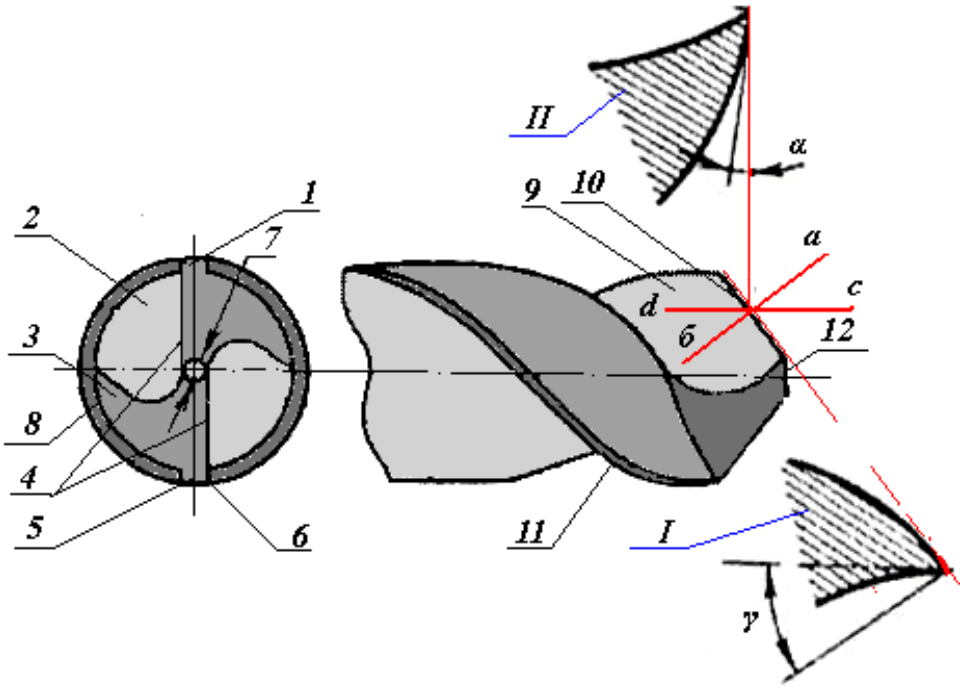
Шиыршықты бұрғы кесетін бөлім негізгі элементтері 7.6 суретте бейнеленген, ал алғы және артқы бұрыш қималары I – ***қима аб***, II - ***қима cd*** көрсетілген. Бұрғы келесі негізгі бұрыштармен сипатталады: алдыңғы бұрыш — γ; артқы бұрыш — α; бұрандалық кішкене қанаудың ылди бұрышы — ω; көлденең жиек ылди бұрышы – ψ; бұрғы шың бұрышы — 2φ.

Алдыңғы шынтау бұрышы γ — кесетін жиек қаралатын нүктесіндегі алдыңғы бетіне жанамамен және бұрғы айналу осі жазықтығының дәл сол нүктесіне түсірілген нормаль арасындағы бұрыш.



Сурет 7.5. Шиыршықты бұрғының негізгі бөлімдері:

1 — көлденең жиек; 2 — тіс; 3 — құйрықша;4 — мойынша; 5 — кесетін бөлім; 6 — жұмысшы бөлім; 7 — кішкене қанау; 8 — мойынша; 9 — құйрықша; 10 - тапталған табан.



Сурет 7.6. Бұрғы кесетін бөлімдерінің негізгі элементтері:

1 — артқы бет; 2 — кішкене қанау; 3 – тіс; 4 — кесетін жиек; 5 — кішкене лента; 6 — кішкене лента жиегі; 7 – өзек немесе бұрғы далдашасы; 8 — тіс арқалығы; 9 — алдыңғы бет; 10 — кесетін жиек; 11 — кішкене лента; 12 — көлденең жиек.

Бұл бұрыш кесетін жиекке перпендикуляр ***ab*** жазықтығында бейнеленген, кесетін жиек әрбір нүктесіне алдыңғы бұрыш өзгергіш мөлшермен келіп, мына теңдеумен есептеледі (ұстатқыш ені есепсіз):

$$tg\gamma = \frac{r_x}{R} \bullet \frac{tg\,\omega}{\sin\varphi} \qquad (7.2)$$

мұндағы:

r_x — қаралатын нүктеге орналасқан шеңбер радиусі;

R — бұрғы радиусі;

ω — бұрандалық кішкене қанаудың ылди бұрышы;

φ — алдыңғы жақтағы негізгі бұрыш.

Бұрыш γ ең үлкен мағынаға бұрғы сырттарында ие болады, ал бұрғы ***cd*** осіне паралель жазықтықта, ол кішкене қанаудың бұрандалық ылди бұрышы ω мен бірдей; сондай — ақ алдыңғы бұрыш γ ең аз мағынасына бұрғының ұшынада ие болады.

Артқы шынтау бұрышы α — кесетін жиек қаралатын нүктесіндегі артқы бетке жанамамен және бұрғы айналуы осі айнала шеңберіндегі дәл сол нүктесіне түсірілген жанама аралық бұрышы. Бұл бұрыш кесетін жиек қаралатын нүктесіне жататын цилиндрлік бетке жанама бойынша бағытталған ***cd*** жазықтығында қаралады. Мұндай цилиндрлік бет осі, бұрғылар осімен беттесіп келеді.

Бұрғының кесетін жиегі бойлай тіс қимасы барлық ұзындықтарында практикалық бірдей болу үшін, артқы ұштау бұрышы дәл алдыңғы бұрышындай өзгермелі болуы тиіс, яғни сырттарында азырақ, ал өзекте көбірек.

Бұрандалық кішкене қанауының ылди бұрышы ω — бұрғы ось бағытымен, кішкене лентаға жанама арасындағы бұрыш (сурет 7.5).

Көлденең жиек ылди бұрышы Ψ — бұрғы осіне перпендикуляр жазықтыққа проекцияланған көлденең және кесетін жиектердің арасындағы өткір бұрыш (сурет 7.5).

Бұрғылар шың бұрышы 2φ — негізгі кесетін жиектер аралық бұрышы (сурет 7.5).

Бұрғыда сызбада берілген артқы бұрыш $8 \div 14^0$ тең, ал орталығы $4 \div 5^0$ ұлғаяды. Бұрғының диаметрі кіші болған сайын, соғұрлым артқы бұрыш көп тағайындалады.

Шиыршықты бұрғының геометриялық параметрі алу үшін қайралады, бірақ кесу бұрыштары кесу жиегінің мәнінде бірдей болып келмейді. Егер қайрауға кесу жиегінің шет жағыда $\alpha = 8 \div 14°$ дайындалса, жиек өзекке жақындаған сайын $\alpha = (8 \div 14) + 4 \div 5°$ өзгереді.

7.2.2. Бұрғылау кезінде кесу тәртіптері

1. ***Кесу тереңдігі t, мм*** — өңделген беттің бұрғы осіне дейінгі арақашықтығы (өңделген беттің сызығынан пайда болған) - бұрғылағанда $t = D / 2$, ал алдын ала болған тесікті кеңейгенде $t = (D - d) / 2$. Кесілетін қабаттың қалыңдығы мен ені :

$a = S_Z \sin \varphi$; $b = t / \sin \varphi$.

2. Беріс ***S, мм/айл*** өлшенеді, бұрғыда екі негізгі кесуші жиек болғандықтан, әр қайсысына келетін беріс $S_Z = S / 2$ тең. Беріс шамасына бұрғының диаметрі, дайындама материалының беріктігі, тесіктің дәлдігі, тесіктің түрі әсер етеді. Өңделетін материалдың беріктігі және өңдеу дәлдігі жоғарылағанда, өңдеу диаметр кішірейсе, кесу берісін төмендету қажет, себебі бұрғы аз беріктікті құрал-сайман болып есептеледі. Тесікті бұрғылап, бұрғы жұмыс аумағынан шығар кезде, жиектері сынбау үшін берісті азайту қажет.

3. бұрғы тұрақтылығы мерзімін ***T, мин*** деп қабылдаймыз.

4. Жалпыланған формула арқылы кесу жылдамдығын есептейміз, ***м/мин***.

$$V = \frac{C_V \bullet D^{X_V}}{T^m \bullet S^{Y_V}} K_0 \; K_M \bullet K_u K_{\frac{l}{D}} \ldots \qquad (7.3)$$

5. Шпиндельдің айналу жиілігі бізге белгілі 1.7 теңдеуден анықталады.

6. Бұрғының жүзіне келетін, оьстік күш және айналу моменті кестеде келтірілген.

Кесте 7.1

Бұрғының жүзіне келетін, осьстік күш және айналу моменті

Кесетін жүз	**P_0, %**	**М, кГк·м**
Негізгі	80	40
Қосалқы	12	3
Көлденең	8	57

Кестеден айналу моментінің негізгі бөлігін басты кесетін жүз құрайды, ал осьтік күштің негізгі бөлігін далдаша немесе өзек құрайтыны белгілі. Соңғысы далдашаның өзіндік жұмыс шартымен байланысты: үлкен және теріс алдыңғы бұрыш γ_a мәндерінде далдаша металды кеспейді, оны деформациялап, сығыуды бастайды. Далдашаның алдыңғы бұрышы : - $\gamma_a \cong \varphi = 60^\circ$.

Бұрғылауда айналу моментін жалпыланған формула арқылы есептейміз, ***М, кГк·м***.

$$M = C_M \cdot D^{X_M} \cdot S^{Y_M} \cdot K_M \qquad (7.4)$$

7. Тиімді қуат бұрғылау процесінде келесі теңдеумен есептелінеді $N_б$, ***кВт***

$$N_б = \frac{Mn}{974} \qquad (7.5)$$

8. Білдек таңдалады, жылдамдық торкестесіне сәйкес кесу тәртібі тағайындалады.

9. Білдек айналу моментін кесу моментімен салыстырылады: $M_к < M_б$.

10. Остік күшті анықтап P_0, ***кГк***, білдектің механизмі берілістеріндегі рұқсат етілген күшімен салыстырады: $P_0 < P_б$.

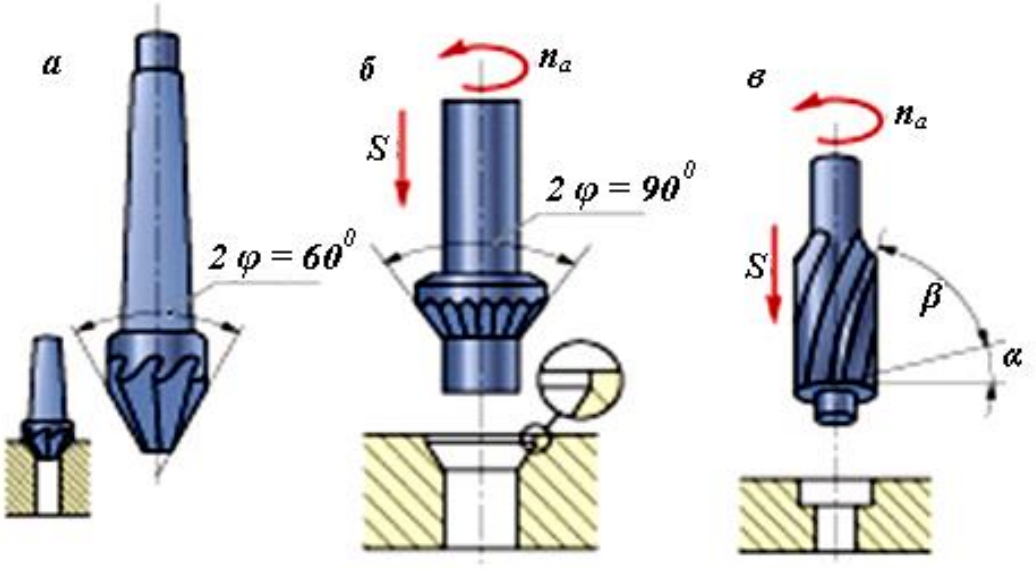
11. Негізгі технологиялық уақыты $t_м$, ***мин***

$$t_м = \frac{l_{тк} + l_д + l_c}{n \bullet S} \qquad (7.6)$$

мұндағы бұрғының тесікке тесіп кіру ұзындығы $l_{тк} = (D / 2) \cdot ctg\,\varphi$;

$2\varphi = 120°$ болғанда $l_{тк} = 0{,}3\,D$; бұрғының тесіктен сыртқа тесіп шығу ұзындығы $l_c = 2 \div 3$ ***мм***.

Дайындамада бар тесіктерді тез кеңейту, шетмойын өңдеу үшін, алдын ала кесіп өңдеуде, зенкер құрал – сайманы пайданылады (сурет 7.7).

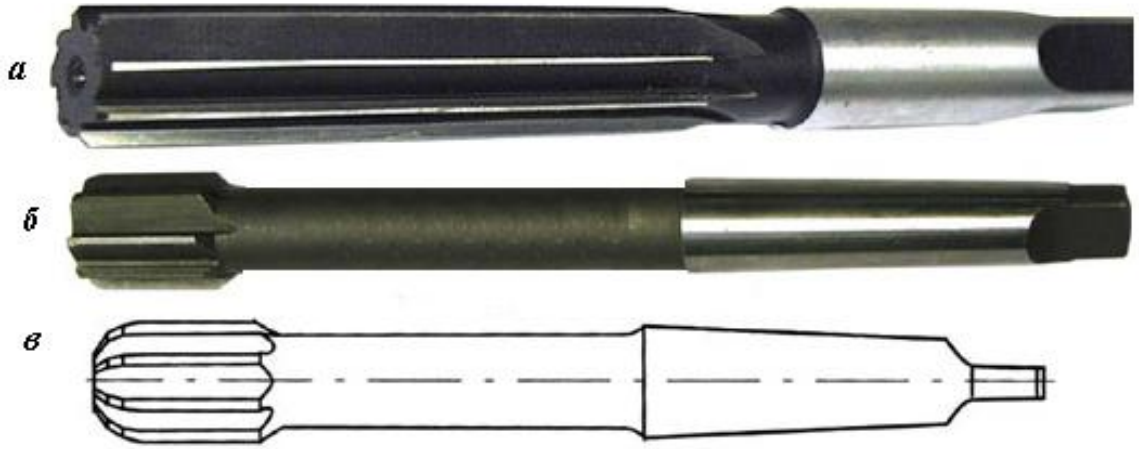


Сурет 7.7. Зенкер құрал – сайманы өңдеу процесінде:

а) тесіктерді тез кеңейту; б) тесікке салыстырмалы дәл орналасқан жиектерді өңдеу; шетмойын өңдеу.

Артықшылығы беріс S, үнгі тістері көп болғандықтан, әр қайсысына келетін беріс $S_Z = S / i$ тең. Бір технологиялық жүрісінде ондаған миллиметр металл қабатын кесіп өтуге мүмкіншілігі бар құрал – сайман, өте тиімді және үнемділігі үшін кеңінен қолданылады. Технологиялық тұрғыдан қаралғанда кіші диаметрдегі шетмойын тек қана зенкермен өңделеді. Сонымен қатар кіші тесіктердің ішкі беттеріне жоғары сапа дәлдік талаптары қойылса, беттің кедір – бұдырлығы төмен болуын қамтамасыз ету қажет болғанда бұрғылаудан кейін, ақтық ұңғылау әдісі қолданылады (сурет 7.8) .

Бұл құрал – сайманда – да тістер саны зенкерден аз, ал бұрғыдан көп болып, кесетін жиектері көбінесе тік орналасады. Кесу тереңдігі ***1 / 10 мм*** бөлігінде болып келеді. Ұңғылар пішіменен цилиндр және конус денелерін өңдеуге арналған.



Сурет 7.8. Ұңғылау құрал фотосуретімен сұлбасы (*в*)*:*

а) терең тесіктердегі жалпы бетін ұңғылау; *б*) терең тесіктерді қажет беттерін ұңғылау.

Технологиялық тұрғыдан тиімді болу үшін, әрбір диаметрдегі ***0,1 ÷ 1 мм*** тесік өлшемдеріне арнап ұңғы құрал сайманын жасай бермеу үшін – диаметрлері реттелетін ұңғылар кеңінен қолданылады.

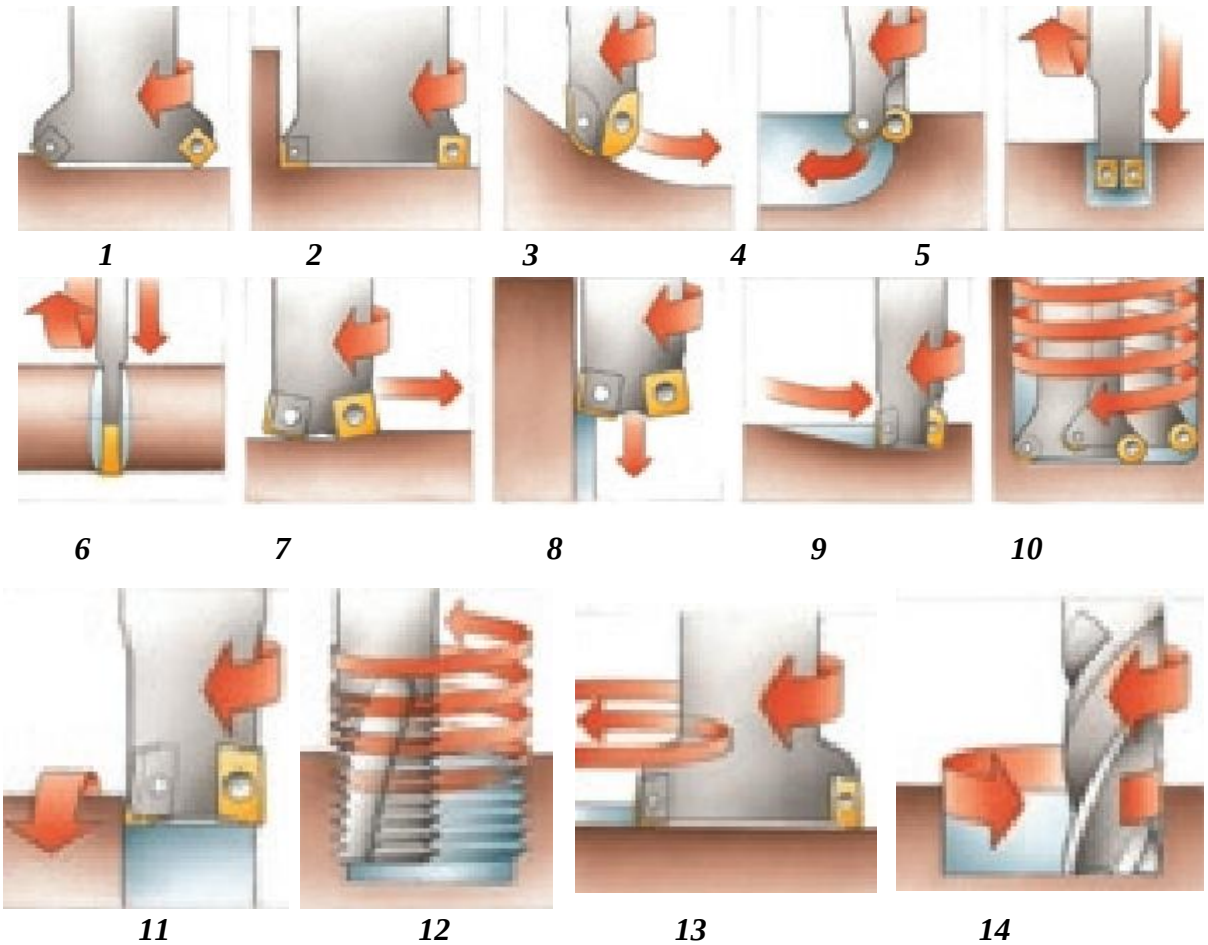
7.3. Жонғыштың геометриялық параметрлері және жонғылау кезіндегі кесу элементтері

Жонғылап кесу өте үнемді және тиімді әдіс болып, машинажасауда кеңінен қолданылып. Кесуді жүзеге асыру үшін негізгі қозғалыс құрал – сайманның өз осі мәнінде айналу және айналдырықпен бірге жылжыу керек. Жонғыш көп жүздік құрал – сайман. Кесу процесінде бір уақытта

бірнеше кесетін жүзі қатысып, бірдей материал қабатын кесіп, өзі кескен кесу аймағынан жоңқаны тасмалдайды. Жонғышпен көбінесе жазық беттерді өңдейді, бірақ сандық – бағдарламалық – көп мақсатты білдектер қолданыумен кез келген қисық беттерді өңдеуге мүмкіншілігі бар (сурет 7.9).

Бүгінгі күнде машинажасауда өңделінетін бет пішімі және жонғыштың қозғалысына байланысты жонғылап өңдеуді келесідей топтастыруға болады:

1 — бұйырлық жонғылау;
2 — кемер жонғылау;
3 — пішіндік жонғылау;
4 — қалталы ойықтарды жонғылау;
5 — қілтік ойықтарды жонғылау;
6 — жұмыр денелерді жонғылау;
7 — бұранда жонғылау;
8 — жонғышмен кесіп алу;



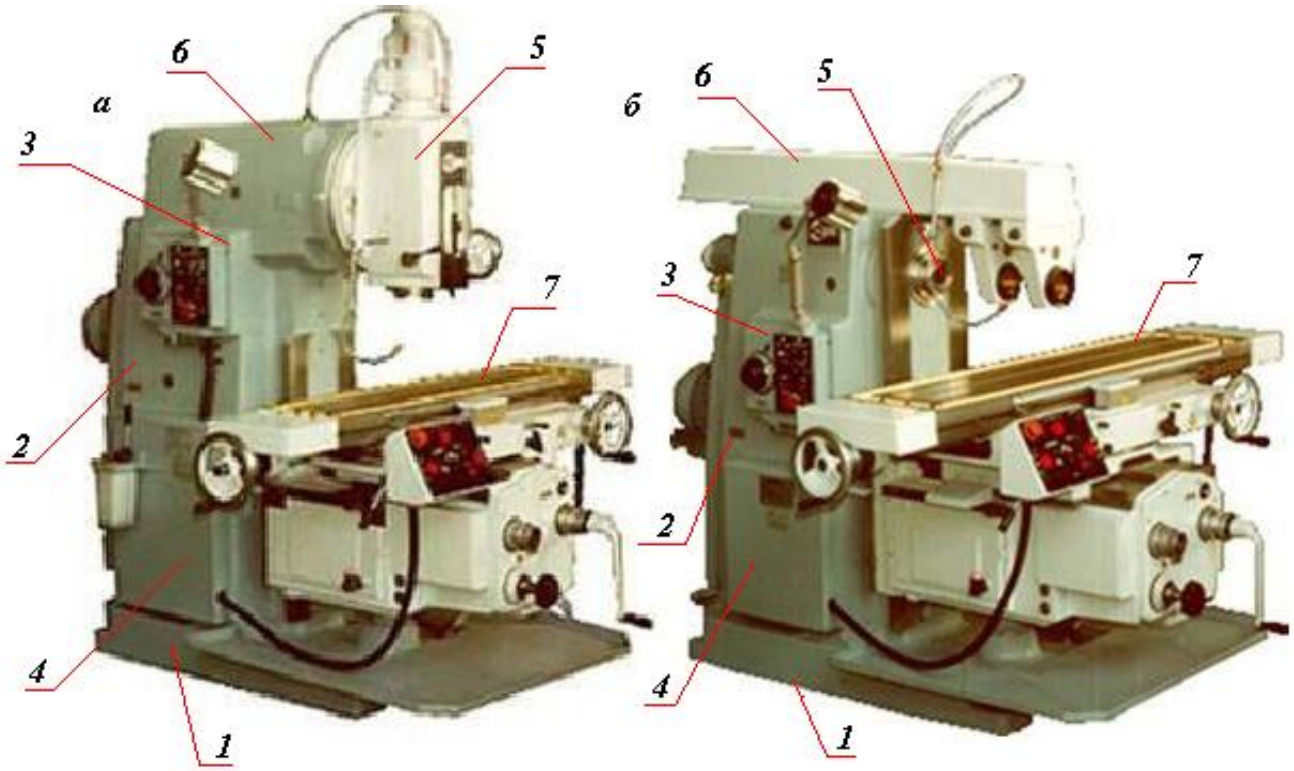
Сурет 7.9. Жонғышмен кесіп өңдеу сұлбалары.

9 — жоғары берістік жонғылау;

10 — тығынжылды жонғылау;
11 — кірекесу жонғылау;
12 — бұранда пішімді интерполяция жонғылауы;
13 — айналма интерполяция жонғылауы;
14 — трохоидаль пішімді жонғылау.

Жонғылау операциясына арнайы арналған келесі білдектердің негізгі түрлері (сурет 7.10) ***6Н82***, ***6Н83***, ***6Р12*** (***Н*** - горизонтальды және ***Р*** – вертикальды андалдырықпен, ***2, 3*** – білдектің габариті). Жонғылау білдектің негізгі торабы (сурет 7.10): тұғыр, фрезерлік бастиек, білдек үстелі, тілтұмсық.

Жонғылау білдегінің негізгі қозғалыстары: басты қозғалыс-айналдырықтың құрал-сайманмен бірге айналуы $n_{айн}$, беріс - вертикальды $S_{верт}$, үстелдің бойлық $S_{бой}$ және көлденең $S_{көн}$ айналуы, білдектің кейбірінде білдек үстелі 180º - ға бұрылу мүмкіншілігіне ие.



Сурет 7.10. Жонғылау әммебап (а) вертикальды және (б) горизонтальды білдектері.

1 - тұғыр; 2 – тіреу; 3 – жылдамдықтар қорабы; 4 - берістер қорабы; 5 – (а) бейнесінде фрезерлік бастиек; 5 – (б) бейнесінде айналдырық; 6 – (а) бейнесінде консоль; 6 – (б) бейнесінде тілтұмсық; 7 - білдек үстелі.

Өндірілетін жұмыс сурет 7.9 бейнеленген сұлбалар негізінде жүргізіледі.

Жонғыштың кесетін жүздеріне, өңдейтін бетіне, жұмысына қарай келесідей негізгі түрлерге топтастырылған:

— цилиндрлік пішімді;

— бүйірлік пішімді;

— саусақты пішімді;

— диск пішімді қалған пішімділері солардан алынған мысалға: ойықты жонғыш, дөңгелекше бұрандалы жонғыш, бұрамдық жонғыш, кілтек жонғыш т.б. түріндегі жонғыштар.

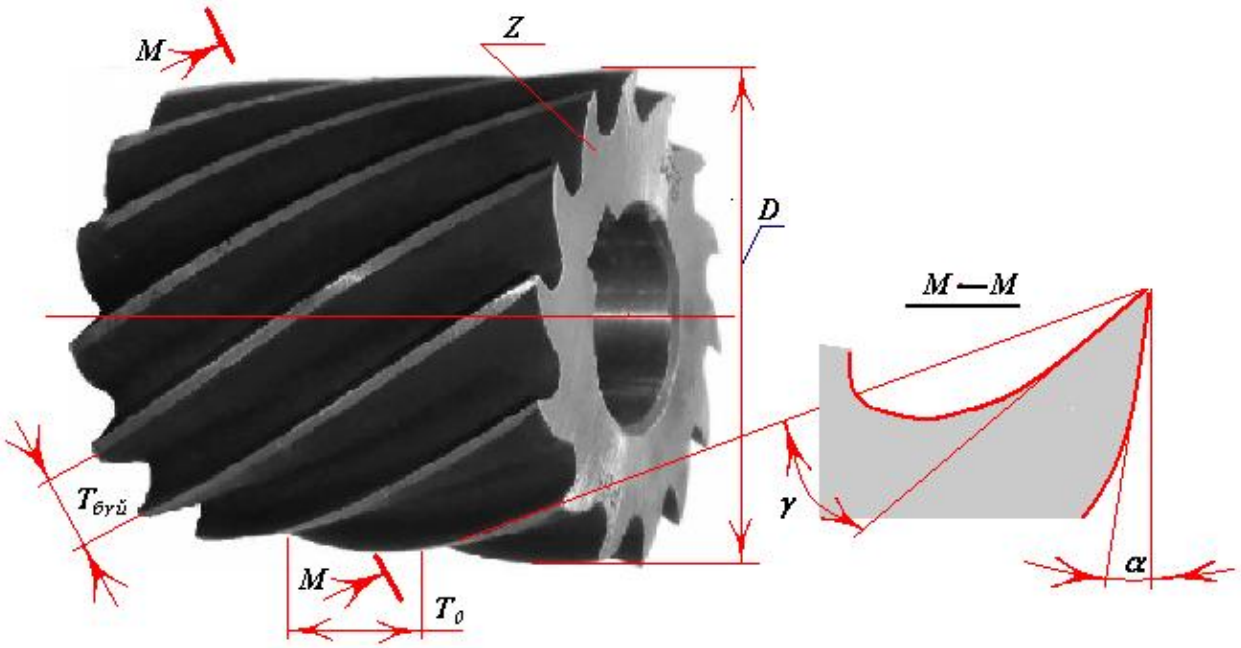
7.3.1. Остік цилиндрлік жонғыштың геометриялық параметрі

Цилиндрлік жонғыштар жазық беттерді өңдеу үшін қолданылады (сурет 7.11). Бұл көптісті құрал-сайман. Тістер саны

$$Z = \xi \bullet \sqrt{D} \qquad (7.7)$$

мұндағы, ξ -коэффициент, жонғыштың түріне және жұмыс шартына байланысты: $\xi = 1$ құрастырылған, яғни тілімшелері мен денесі басқа - басқа материалдан жасалған жонғыш үшін және $\xi = 1{,}5 \div 2$ бір тұтас денелі, яғни бүтін жонғыш бір материалдан жасалғандар үшін.

Жонғышның тістері бұрама болып (сурет 7.11), негізгі кесетін жүзі - бұраманы сызық.



Сурет 7.11. Жылдамкескіш болат Р6М5 жасалған цилиндрлік

жонғыштың геометриялық параметрі

Жонғыш ***бұрама жоңқа бунағы*** көлбеу бұрышы — ω, кесуші жүздің ***көлбеу бұрышына*** — λ сәйкес, стандарт жонғыштар үшін $\omega = 25 \div 30^0$ деп қабылданып, ал арнайы жонғыштар үшін кесу шарттарына сәйкес есептелінеді.

Жонғыш тісінің ***бүйір қадамы*** — $T_{бүй}$, бүйір жақ бойынша екі тістің арақашықтығы:

$$T_{бүй} = \frac{\pi \bullet D}{Z} \qquad (7.8)$$

Жонғыш тісінің ***өстік қадамы*** — T_0 тістердің, екі тістің жонғыш осі бойынша ара қашықтығы:

$$T_0 = T_{бүй} \bullet ctg\,\omega = \frac{\pi \bullet D}{Z} ctg\,\omega \qquad (7.9)$$

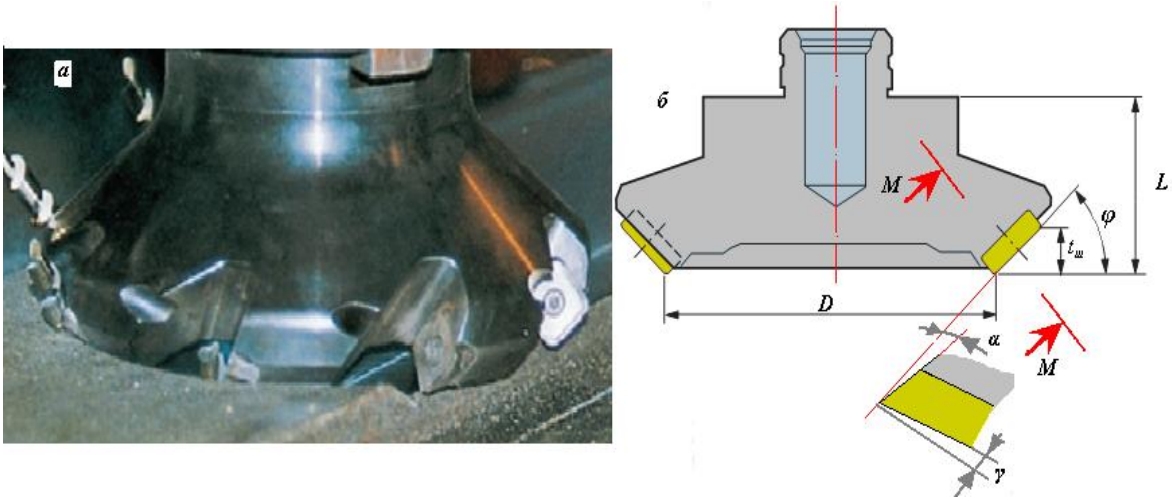
Кесетін сынаның ***алдыңғы бұрышы*** — γ жонғыштың жүзі орналасқан жазықтық арасындағы бұрыш, алдыңғы бетке жанама, цилиндрлік бетке жанама, материалдың қаттылығы немесе өңделетін бет беріктігіне, сондай – ақ механикалық сипаттамаларына байланысты таңдалып, олардың мәндерінің өсуімен алдыңғы бұрыш $\gamma = 5 \div 25^0$ аралықта өзгеріп кішірейеді.

Кесетін сынаның ***артқы бұрышы*** — α жазықтықтар арасындағы бұрыш, тістің артқы бетіне және цилиндрлік тістер орналасқан бетке жанама, яғни жонғыш осіне перпендикуляр, жазықтықта өлшеуге ыңғайлы. Оның шамасы кесу берісіне байланысты өзгереді. Беріс саны көбейсе артқы бұрыш мәндері кішірейеді. Ірі тісті жонғыштар үшін $\xi = 1{,}1$ болғанда $\alpha = 15°$, ал ұсақ тісті жонғыш үшін $\xi = 1{,}75$ болғанда $\alpha = 20°$.

7.3.2. Бүйір жонғышының геометриялық параметрі

Бүйір жонғышының қатты қорытпалы пластинкамен жабдықталған, жеке тістер орналасқан қораптан тұрады (сурет 7.12). Бүйір жонғышының диаметрі фрезерленетін бөлшектің екі бойынша таңдалады: $D = (1{,}4 \div 1{,}5)B$. Жонғыш кесуші тілімшелерінің статикалық, геометриялық параметрлері өткен тақырыптағы құрал – саймандар жабдықталған тілішелерімен бірдей. Бүйір жонғышда геометриялық бұрыштар келесідей кездеседі: $\varphi = 45 \div 90°$, $\varphi' = \varphi / 2$, $\varphi_1 = 5°$ - бұл бұрыштар болатты өңдеген кезде $\gamma = -(5 \div 15°)$, шойынды өңдеген кезде $\gamma = 0 \div 10°$, артқы бұрыш $\alpha = 12 \div 15°$. Негізгі жүздің еңкештік бұрышы – $(+\lambda)$ оң мәнді, болат өңдеген кезде $\lambda =$

+ (10 ÷ 15°), шойын өңдеген кезде **λ = + (5 ÷ 10°)**.



Сурет 7.12. Қатты қорытпалы тілімшелермен жабдықталған алдын ала өңдеуге арналған, бұйырлық жонғыштың жазық бетті жонғылап өңдеу кезімен (а) геометриялық параметрі (б).

Бұйырлық жонғылау білдектердің стол берілісі шамасы және жоңғы бастиектерімен бір – бірінен тәуелсіз, әр түрлі қисықсызықты үстіңгі беттерді өңдеуге болады. Білдектегі сатысыз берілістер кез келген пішімдегі тесіктерді жонғылауға мүмкіншілік береді. Заманауи машинажасауда жонғылау білдектері сандық және дискретті жүйемен жабдықталған, ол өлшемдердің, білдектің қателігімен қоса ***δ = 0,01 мм*** аутқыларымен бөлшектерді өңдеуге болады. Сонымен қатар білдектер 6 ÷ 24 құрал – сайманды құрылғымен жабдықталған.

Жонғылау кезінде үш түрлі беріс қолданады: ***тіске беріліс*** — S_Z, ***айналымға беріліс*** — S_o және ***минутты беріліс*** — $S_м$.

Тіске беріліс— жонғының бір бұрыштық қадамға айланғанда сайманмен дайындаманың жылжыу, ***мм/тіс***,

$$S_z = \frac{S_0}{z} = \frac{S_м}{n \bullet z}, \qquad (7.10)$$

мұндағы, ***z*** — жонғы тісінің саны; ***n*** — жонғы айналу жиілігі.

Айналымға беріліс – жонғының бір айналымына дайындама мен жонғының жылжыу, ***мм/айн***,

$$S_0 = \frac{S_м}{n}$$

Минутты беріліс – бір минут ішінде жонғымен дайындаманың орын ауыстырыуы, ***мм/мин***.

Кесу жылдамдығы, м/мин, шетжақ жонғылау кезінде

$$V = \pi \cdot D \cdot n, \ м/мин, \qquad (7.11)$$

мұндағы n –жонғының айналу жиілігі, $с^{-1}$; D - жонғы диаметрі, $м$.

Кесу қуаты

$$N = \frac{M_k}{975} \qquad (7.12)$$

мұндағы – M - кесуге қарсыласатын момент.

Өнімділік түсіретін шама әдіптің, минутты берілістің, кесу жылдамдығының бір өткеліне байланысты. Мысалға жонғылау жылдамдығымен $10 - 15 \ м/с$ шыныққан болаттарды да өңдеуге болады.

Фрезерлеу кезіндегі негізгі уақыт

$$t_0 = i\frac{l_0 + l_{кұ} + l_{ө} + l_к}{S_z \bullet z \bullet n} = i\frac{L_{жж}}{S_M} \qquad (7.13)$$

Мұндағы $L_{жж}$ –жұмыс жүрісінің ұзындығы; l_0 - өңделініп жатқан жонғының үстіңгі беттерінің ұзындығы; $l_{кұ}$-кесу ұзындығы; z - жонғының тісінің саны; $l_ө$ - жонғының өткелі; $l_к$ - жүрістің қосымша шамасы; i-жонғының бір технологиялық өткел саны; S_M - минутты беріліс.

Жонғылеу өнімділігін минутты беріліс деп бағалайды

$$S_M = 318\frac{S_z \bullet V_z}{D_ф} \qquad (7.14)$$

S_z - тіске беріліс; V - кесу жылдамдығы; z - жонғының тісінің саны; $D_ф$- жонғы диаметрі.

Жонғылау білдектерде түзу сызықты беріліс минутты беріліс болып табылады.

$$S_M = S_0 \bullet n.$$

Оны білдектің паспортты мәліметі бойынша таңдалады.

Автоматтандырылған шеңберлі берілісі бар білдектерде негізгі уақыт болып, яғни білдек үстеліне орнатылған дайындама комплектін өңдеу уақыты

$$T_0 = \frac{1}{n_{айн}}\frac{\alpha}{360^0}$$

мұндағы $n_{айн}$ - шпиндель айналымының жиілігі; α - кесу уақытында білдек үстелінің орын ауыстыру бұрышы.

7.3.3. Жонғылап өңдеуде кесу тәртіптерін тағайындау

Жонғылау кезіндегі кесу тәртіптерін тағайындау:

1. Кесу тереңдігі ***t мм***, бір өтуде кесілетін әдіп.
2. Беріс шамасы: алғашқы өңдеу кезінде берісті тіске S_Z ***мм/тіс*** байланысты таңдайды, кесу тереңдігінен, жонғыш диаметрінен және т.б. тәуелді; ақтық өңдеу кезінде өңделген беттің кедір-бұдырлығы талабымен, беріс айналымын S_0 ***мм/айл*** тағайындайды.
3. Жонғыштың тұрақтылық периодын қабылдаймыз ***T мин***.
4. Жалпыланған формула бойынша кесу жылдамдығын ***V м/мин*** анықтаймыз.

$$V = \frac{C_P \bullet D^{Z_V}}{T^m \bullet t^{X_V} \bullet S_Z^{Y_V} \bullet B^{P_V} \bullet Z^{q_V}} K_M \bullet K_C \bullet K_0 \qquad (7.15)$$

5. Айналдырықтың айналу жиілігін анықтаймыз ***n айл/мин***.
6. Минуттық берілісті анықтаймыз S_M ***мм/мин***.

$$S_M = S_0 n = S_Z Z n \qquad (7.16)$$

7. Басты жетектің тиімділік қуатын анықтаймыз N_E ***кВт***.
8. Білдекті таңдап және білдек техникалық сипайтамасына сәйкесінше кесу тәртібін түзейміз.
9. Айналу кесу күшін анықтаймыз P_Z

$$P_Z = C_{PZ} \cdot S_Z^{Yp} \cdot B^{Pp} \cdot D^{gp} \cdot t^{Xp} \cdot Z_ф^{tp} \cdot K_Σ \qquad (7.17)$$

орта айналу моменті ***M кГк*** ·м $M = 974\, N_E / n$, ***кгс · м***

Білдектің нақты айналу моменті салыстырылады: $M < M_{\text{білдек}}$

10. Өңдеудің негізгі технологиялық уақытын t_0 мин 7.13 теңдеумен анықтаймыз.

7.4. Тартажону кесіп өңдеу әдісі

Тартажону өте тиімді және технологиялық түрғыдан өте дәл өңдеу әдісі болып табылған. Мысалға көліктердегі айқартопса қондырылатын бір ось бойында орналасқан екі тесікті қазіргі күнге дейін тек осы әдіспен өңдейді. Мұнда тартажону бір өтуде екі тесікті алдын ала, тазалап және

ақтық өңдеп, сондай – ақ калибрлеп өтеді (сурет 7.13). Сурет 7.3 бейнеленген сұлбадағы тартажонғыштың мойынақ 1 – нен бекітіліп тесік ішінен тартылады. Тартажонғыш екі бағытташы 2,3 бөліктен, кесетін 3 және калибрлейтін 5 бөлігінен тұрады.

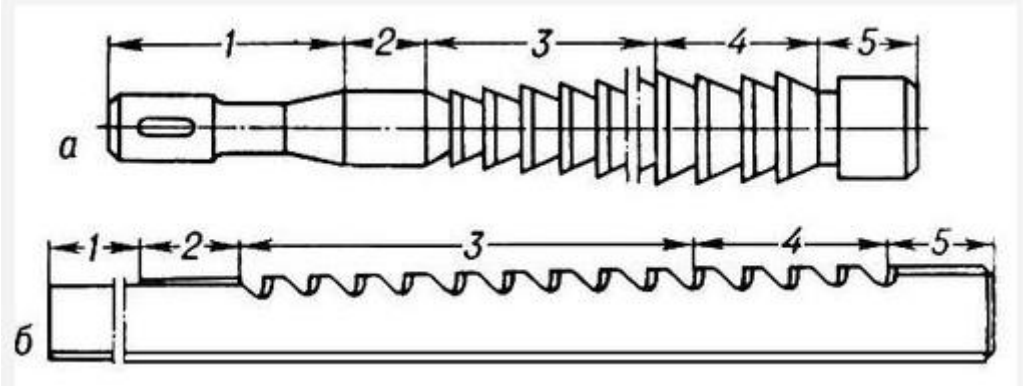
Тартажону - бұл тұйықталған және тұйықталмаған фасонды контурларды өңдеу әдісі. Кейде тартажону цилиндрлік тесіктерді және жазықтарды өңдейді.

Білдектің негізгі түрлері: ***7510М*** (***5*** - білдектің габариті, ***10*** - поршеннің тарту күші, ***М*** - құрылымдық модификация).

Білдектің негізгі тораптары: тұғыр, гидростанциялы гидроцилиндр, күймеше, кронштейн, тартажонғышты бекітуге арналған қысқы.

Негізгі қозғалыстар: басты қозғалыс - остік түзусызық.

Өндірілетін жұмыс: ішкі және сыртқы беттерді өңдеу (тесік, оймакілтек, кілтекті ойық). Тартажонғыштың түрлері: сыртқы, ішкі, шеңбер тәрізінде келеді. Тартажону жоғары өнімділікпен, фасонды контурларды жоғары дәлдікпен өңдеу арқылы ерекшеленеді. Өте күрделі сырт пішімді тесіктер тартажонғыш жиынтығында өңделеді.



Сурет 7.13. Тартажонғыш конструкивтік элементтері.

Тартажонғыштың құрал – сайманы кесуші және калибрлеуші бөлітерінен тұрады.

Жұмыр тесіктерді өңдеуге (сурет 7.13, *а*) арналған тартажонғыштар конструктив элементтері мыналардан тұрады: мойынақ 1-тартажонғышты қысқыға бекіту үшін тағайындалған; мойынақ - білдек элементінің габариттік өлшем компенсаторы болып келеді. Бағыттаушы конус 2 - дайындаманың және тартажонғыш өсін үйлестіру үшін; алдыңғы бағыттауыш - дайындама тесігінде тартажонғышты центрлеу үшін қажетті. Жұмысші бөлігі 3 - әдіпті кесіп алу және өңделген бетті қалыптастырады. Калибрлеуші бөлік 4 - өңделген бетті біржола қалыптастыру және тартажонғыштың тозуын теңелтуші және өңделген бетке өте дәлдік талаптары қойылғанда өлшемді түзейді. Артқы бағыттауыш 5 - өңдеуден кейін бөлшекті ұстап тұру үшін, яғни тесіктен тартажонғыш қыйсайып

шықпауын қамтамасыз етеді.

Негізгі құрылымдық өлшемдері өңдеудегі әдіпке сәйкестендіріледі. Дайындаманың бастапқы өлшемімен бірге D_{max}, дайын тесіктің максимальді шектік өлшемі $D_{дай\ min}$ бойынша және өңдеудегі δ өңделетін материалдың қодырылуындағы және бекітедегі қателіктері, сондай – ақ өлшем шақтамасын ескере отырып есептелінеді.

$$t = (D_{max} - D_{дай\ min}) / 2 \pm \delta$$

Тартажонғыш мойынағы ұзындығы $l_м$ және диаметрі $d_м$ өлшемдері қысқыштың өлшемдерінен алынады, $d_{м.} = D_{дай\ min} - 1 \div 2$ *мм*. бойынша анықталады. Мойнақ диаметрінің қысылатын бөлігі $d_{м1} = d_{м..} - 3...4$ *мм*. Алдыңғы бағыттаушы конус $l_{бк.} = 0{,}8 \div 1 \cdot l_д$ – дайындама ұзындығы, $d_{бк.} = D_{дай\ min} \cdot f9$, шақтама бірге, артқы бағыттаушы $l_{аб} = l_{бк.}$, $d_{аб.} = D_{min}$, $f9$ шақтамамен бірге.

Тартажонғыштың кесуші 3 бөлігінде кесуші тістер $Z_к$ орналасқан. Бірінші тіс $d = D_{дай\ min}$ өлшемді болады. Тартажонғыштың әр тісі материалдың белгілі бір қабатын кесу үшін, әр соңғы тіс диаметрі алдыңғысынан S_Z артып келеді.

Тісті өрлеу барлық кесуші тістерде бірдей болуы мүмкін, белгілі заң бойынша бір топ тістің келесіге өтуі кезінде өзгеруі мүмкін.

Калибрлеуші 4 бөлікте, бірдей өлшемді калибрлеуші тістер орналасқан (тісті өрлеу нөлге тең). Калибрлеуші тестер екі функцияны орындайды. Нақты өлшем және пішін бере отырып контурды калибрлейді және тартажонғыштың нүктесінде кесу кезінде өтуде, кесуші тіс үшін резерв болып табылады. Тартажонғыш тістіөрлеуін келесі тәртіпте таңдайды Тартажонғыштың жұмысын бақылау кезінде тістің өрлеуі S_Z белгілі бір аралықта болу керек:

$$S_{Z\ min} < S_Z < S_{Z\ max}.$$

Минимальды өрлеу $S_{Z\ min}$ тартажонғыш тісінің ρ. радиус шеңберінің шамасымен анықталады. Радиус шамасы ρ құрал - саймандық материалға және қайрауды мұқият орындауға байланысты болады. Тез кесуші болаттан жасалған тартажонғыш үшін $\rho \geq 5 \cdot 10$ *мкм*.

Егер кесілетін қабат тісті өрлеуді S_Z анықтау радиус шеңберінен кіші болса, онда кесу процесі қиындайды, жоңқа цилиндрлік бетте қалыптасады, яғни пайда болған жонқамен тіс аралықтары пітеліп калыуы мүмкін. Мұндай тісті өрлеуден құтылу үшін радиус шеңбері екі есе үлкен болу керек:

$$S_{Z\ min} = 0.02\ мм.$$

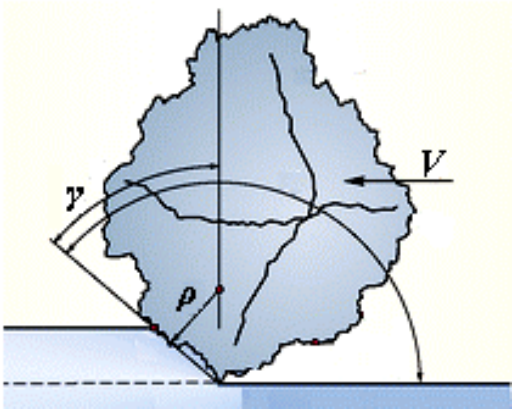
Өрлеудің максимальды шамасы кесуші құрал-сайман сияқты тартажонғыштың ерекшеліктерімен анықталады. Тартажонғыш - қымбат құрал-сайман, тура бетті өңдеу үшін тағайындалған. Сондықтан S_Z тартажонғыштың жоғары төзімділігін қамтамасыз ету керек және өңделген беттің кедір-бұдырлығын азайту қажет. Болатты өңдеу кезінде $S_{Z\,max} = 0{,}15$ *мм*, ал шойынды өңдеу кезінде $S_{Z\,max} = 0{,}2$ *мм* алуға болады.

7.5. Ажарлап өңдеу әдісімен құрал – саймандары

Кесіп немесе тырнап өңдеу - қажақ құрал - саймандардың көмегімен жүзеге асырылып, кесуші немесе анығырақ айтқанда (сурет 7.14), бөлшек бетін тырнайтын элементтері қажақты материалдардың түйірі болып келеді.

Ажарлау білдектің негізгі түрлері: ***3В12*** (дөңгелек ажарлаушы білдек, ***12*** - өңделетін бөлшектің габариттері).

Білдектің негізгі тораптары: тұғыр, алдыңғы топай және артқы топай (қозғалмайтын центр арқылы), білдектің қозғалмалы үстелінде қондырылған, ажарлаушы бастиек.



Сурет 7.14. Қажақ түйіршегінің микро кесу сұлбасы

Негізгі қозғалыстар: негізгі қозғалыс (ажарлаушы дөңгелектің айналуы), айналу берілісі $S_{айн}$ (тегіс ажарлаушы білдек үшін - көлденең қима $S_{көл}$), бойлық беріліс $S_{прод}$, екі жүріске беріліс $S_{екі\,жүр}$.

Өндірілген жұмыстар: ішкі және сыртқы цилиндрлік беттерді өңдеу, жазық және фасонды беттерді өңдеу.

Қажақты құрал-саймандардың түріне және қабылданған кинематикалық схемаға байланысты төмендегідей қарастырылады:

— ажарлау - сыдыру (алғашқы), бастапқы;

— соңғы (ақтық), жіңішке;

— жұмыр немесе дөңгелек (сыртқы және ішкі);

— жазық пішімді.

Қажақты өңдеу соңғы кездері қабыршақ пен жұмыс негізінде үлкен

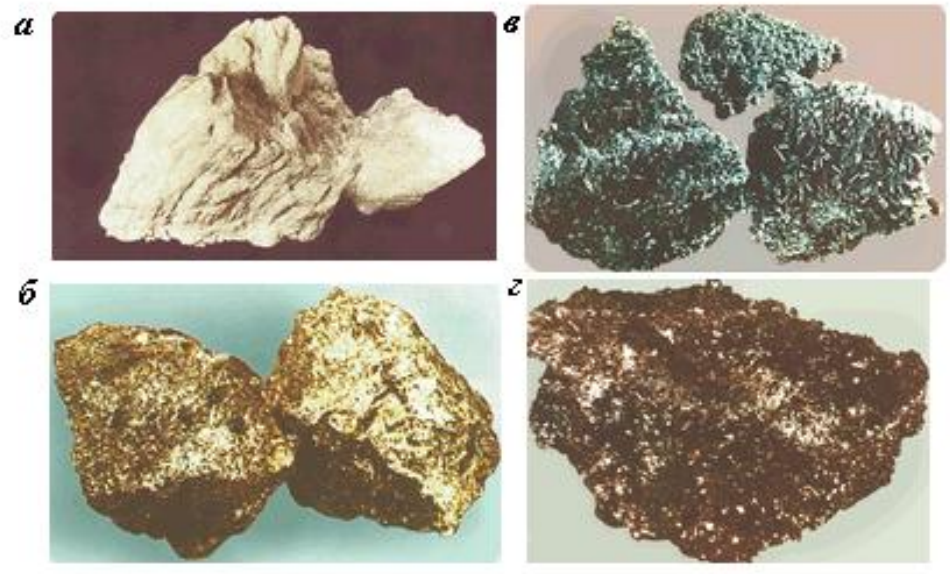
әдіптерді алу үшін, жоғары беріктіктіктегі бөлшектерді кесу үшін және шынықтырылған материалдарды өңдеуде кеңінен қолданылып келінеді. Механикалық өңдеуде минимальды әдіппен дайындама алу үрдісінде, жүзбен кесу әдістеріне қарағанда, қажақпен өңдеуді әдісін қолдаған жон.

Қажақты өңдеу кезінде кесу процесі мынадан құралады, яғни қажақ құрал – сайманынан түртіп шығып түрған түйіршік өңделетін материалдың беттік қабатын шағын жоңқа түрінде, бір уақытта тырнап және үйкеп жояды.

Өңдеу дәлдігі ***3*** ÷ ***5*** квалитетке, ал беттің тазалығы ***9*** ÷ ***11*** тазалық класына жетеді.

Қажақты құрал-саймандар ретінде ажарлаушы шарықтас, сегмент, қайрақша, қажауқағаз, құралдық таспашалар, ұнтақтар, қойыртпақтар қолданылады.

Ішіндегі ең кең таралғаны шарықтас болып табылады. Олар кесуші (қажақты) түйіршік, біріктірме, цементтеу түйіршіктерінен, және түйіршік арасындағы бостықтан (кеуек) тұрады. Бұл бос болу немесе кеуек жоңқалы жырашықтың рөлін атқарады.



Сурет 7.15. Қажақты жасанды материалдардар.

а) ақ электрокорунд; *б)* қалыпты электрокорунд; *в)* жасыл карбид кремний; *г)* қара карбид кремний.

Қажақты материалдар электрокорундты көміртек құраушы материалдармен тазаланған бокситтерді электрпештерінде қорыту арқылы алынады. Нәтижесінде үлкен оксид алюминий құраушы түйіршікті алады (сурет 7.15).

Электрокорундтың жеке маркілері: қалыпты электрокорунд (***1А***) және оның түрлері - ***12А,13А, 14А, 15А, 16А***, оксид алюминий құраушы мен

сапасына қарап ерекшеленеді (нөмір көп болған сайын, соғырлым сапалы болады) - ***93% ÷ 96% Al_2O_3***, қызғыш - қоңыр реңді түйіршік, қаттылығы ***H_M =1900 ÷ 2000 кгс/мм^2***, жылуға төзімділігі ***Q_T = 1700 ÷ 1800°C***.

Ақ электрокорунд - ***2А, 97 ÷ 99% Al_2O_3,*** құрайды, түрлері ***22А, 23А, 24А, 25А***, қаттылығы ***НВ2000 ÷ 2100 кгс/мм^2***, жылуға төзімділігі ***Q_c = 1700 ÷ 1800° С***, түйіршіктері өткір жақты болады.

Легірленген электрокорунд - хромды, титанды, цирконилі - ***3А***, монокорунд - ***4А***.

Карбид кремнийді электрпештерінде кварцты құмды кокспен қорыту арқылы алады. Келесі түрлері шығарылады: қара карбид кремний - ***5с*** түрлері ***53с, 54с, 55с, 97%*** дейін ***S_iC***, қаттылығы ***H_M =3200 ÷ 3500 кгс/мм^2***, жылуға төзімділігі ***Q_T =1300 ÷ 1400°C***.

Жасыл кремний - ***6с***, түрлері ***63с, 64с, 97%*** көп ***S_iC*** құрайды, қаттылығы ***H_M = 3300 ÷ 3600 кгс/мм^2***, жылутұрақтылығы тура сол. Карбид кремний беріктігі бойынша электрокорундтың орнын басады.

Эльборлы қажақты құрал - саймандарды дайындау үшін ажарлау және эльбордың микроұнтағын - ***л*** және кубонит – ***К*** қолданылады, екі түрі шығарады: ***ЛО(КО)*** және ***ЛР(КР)*** - эльбор (кубонит) сәйкесінше қарапайым және жоғары беріктікке ие ***H_M = 9500 кгс/мм^2***, жылуға төзімділігі ***Q_T = 1200 ÷ 1400 ℃***.

Алмасты ажарлаушы құрал-саймандарды қатты қорытпаларды бабына жетілдіру үшін, құрал-сайманды және жылдам кесуші болаттарға - ***АС2***, оны ажарлау және қайрауға ***АС4***, қиын өңделетін болаттарды және қорытпаларды өңдеуге ***АС5***, шыны, тас, темірбетондарға ***АС20***, ***АС32*** түрлері өңдеу үшін қолданады.

Көміртекті және легірленген болаттар негізінен электрокорунд пен ажарланады. Шойын, қатты қорытпалар (тұтқыр мыс) - карбид кремниймен ажарланады. Ақ электрокорунд және жасыл карбид кремнийді жауапкершілікті, соңғы ажарлау кезінде қолданады. Қарапайым беріктікті эльбор - қатты қорытпаларды, құрал-сайманды және жылдам кескіш болаттарды жетілдіру үшін, жоғарыланған беріктік - қиын өңделетін болаттар және қорытпаларды өңдеу үшін қолданылады.

Ажарлаушы құрал-саймандардың түйіршіктігінің мөлшеріне байланысты технологиялық үдерістерде өңдеу үшін тағайындайды.

Түйіршіктілік негізгі фракцияда түйір өлшемін, берілген құрал-сайманда қолданылуын көрсетеді. Ажарлау түйіршік номермен 250, 160, 125...10,8,6 өлшемдері 2500... 6 мкм болады.

Түйіршіктілік әріптік индекспен толықтырылады В (жоғары), П (жоғарыланған), Д (жеткілікті), Н (жеткіліксіз), негізгі фракцияда құрал-сайманның процентін анықтайды, яғни 36...60% тең болуы мүмкін.

Алмасты түйірдің түйіршіктілігі (ГОСТ 9206 - 80) ***2500*** (***2500*** нен ***50,40*** дейін болуы мүмкін. Түйіршікті анықтау үшін сандар өлшемдерді ***мкм*** арнайы ұяшық елегінен өткезіледі, яғни негізгі фракция түйіршігі 1 -

ші сан елек арқылы өтеді, ал 2-сан електе кідіріледі.

Эльборлы материалдар түйіршікті ***325 ÷ 250***, 250 ÷ 200,1 ÷ 0 ***мкм*** өлшемдері, ОСТ 2-МТ 79-2-75 бойынша бекітілген.

Түйіршік өлшемін таңдау кезінде келесілерді ескеру қажет: ұсақ түйіршік берік және қатты материалдарды өңдеу кезінде қолданылады, қажеттілігінше үлкен дәлдікті және беттің аз кедір-бұдырлығын береді.

7.5.1. Ажарлаушы құрал - сайманның байланыстыру түрі

Қажақты құрал-саймандарды дайындау кезінде байланыстырушы материалдар түйіршікті біріңғай бүтін денеде біріктіру үшін қажет, оның қасиетінен түйіршіктің қайрақтаста орналасуы беріктігі, сондай – ақ қайрақтастың өзінің беріктігіде тәуелді болады. қайрақтастардың жоғары беріктікке ие болғаны жөн себебі жұмыс кезінде үлкен центрден тепкіш күш пайда болады. Біріктірмелер органикалық емес (керамикалық, металдық) және органикалық (бакелитті, вулканитті) деп бөлінеді.

Керамикалық біріктірме кезінде электрокорундты және карбид кремнийлі қайрақтасты дайындауда кең таралған. Ол жеткілікті берік, ылғалға төзімді, отқа төзімді болады, жоңқа орналасуы үшін ірі кеуектерден тұрады. Керамикалық біріктірмелердің түрлері: ***КО, К1, К2 ÷ К8***.

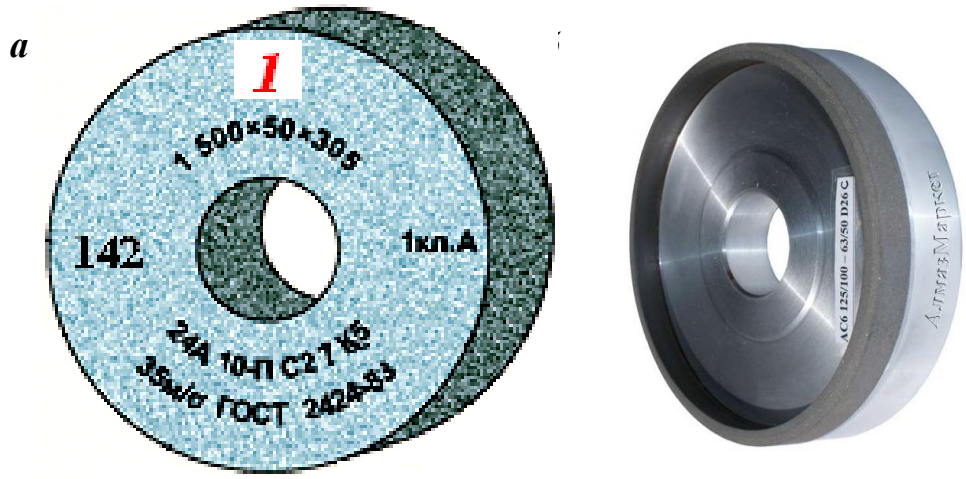
Металдық біріктемелердің алмасды және эльборлы қайрақтасты дайындау кезінде қолданады. Алмасды қайрақтастар біріктірме және алмасды түйіршіктен құралған, кесуші қабат орналасқан алюминий қорытпалы және пластмассадан жасалған қораптан тұрады (сурет 7.16, б). Алмасты немесе эльборлы ұнтақтың саны олардың үлесімен сипатталады. Алмастың немесе эльбордың құрамы, қажақты қабаттың көлемінде ***25%*** тең болады, ***100%*** - тік үлес қабылданған. Алмасты шеңберді ***25, 50, 100 ÷ 250%*** үлеспен дайындайды, эльбордан жасалған шеңбер үшін - ***25 ÷ 150%***. Барлық металдық біріктірмелерде қалайы, алюминий, шыны т.б. қосылған мыс жатады. Біріктірмелер маркасы: ***М1, МВ1, М5-5, МК*** және т.б. Металдық біріктемелердің негізгі қасиеті жоғары беріктілік және жылуөткізгіштік болып табылады, бірақ олардың денесі қуыссыз болып түзелген, сондықтан алдын ала ажарлауда қолданылмайды.

Бакелитті біріктірме керамикаға қарағанда берік еместігі, оны жоғары жылдамдықта жұмыс істеуіне мүмкіншілік береді. Бұл біріктірме керамикалыққа қарағанда ажарлау шеңберінің пішінін жақсы ұстап тұрады, бірақ ұсақ кеуектері болып, сондай – ақ ***300^0 С*** жоғары температураны көтере алмайды. Таза бакалейтті біріктірмелерден (***Б1, Б2, Б3***) электрокорундты және карбид кремнийлі қайрақ аспаптары дайындайды. Осы біріктемелерді әртүрлі элементермен қанықтырып (***БП2*** және т.б) алмасды және эльборлы қайрақ аспаптары дайындауға болады.

Вулканитті біріктемелер негізінде құрамында вулканизацияға

ұшыраған синтетикалық каучук болады. Бұл біріктеме (***B1***, ***B2***, ***B3***) аз кәуекті және ***100 ÷ 150^0 C*** күйіп кетіуі мүмкін.

Керамикалық біріктемеде барлық ажарлау түрі үшін электрокорундты және карбид кремнийлі қайрақ аспаптары жасайды. Бакелитті біріктемені майда, фасонды ажарлау үшін берік қайрақ аспапты дайындау кезінде, ал вулканитті - дәл пішімді денені ажарлау үшін қолданылады. Бакелитті біріктемедегі алмазды қайрақ аспаптарын ақтық ажарлау үшін, ал металдық біріктемелерді негізінен хонингдеу қолданады.



Сурет 7.16. Қажақты ажарлау (а) және алмасты ажарлау (б) аспаптарының фотосуреті.

1 *— шығарушы зауыт;* ***1 кл.А*** *— теңгерілмеген деңгейі - ГОСТ 3060 А класс дәлдікпен;* ***24А*** *— қажақ материал, ақ электрокорунд;* ***10*** *— қажақ түйіршегінің мөлшері, ГОСТ 3647, 100 ÷ 125 мкм;* ***П*** *— - түйіршекиік индексі, негізгі фракцияның мөлшері 55 %;* ***С*** *— қаттылық деңгейі, ГОСТ 18218, 19202, 21323, 25 %;* ***С2*** *— орташа; ГОСТ 2424 – 83 стандарты талаптарына сәйкес жасалған;* ***35 м / с*** *— жұмысшы жылдамдық.*

7.5.2. Ажарлаушы құрал-саймандардың қаттылығы және құрылымы

Ажарлаушы шеңбердің қаттылығы одан шығатын түйіршіктің қаттылығынан емес, оның түйіршікті ұстап тұру біріктемелерімен сипатталады. Бұл қабілеттілік біріктемелердің қаттылығы мен беріктігіне байланысты, тағы да біріктеме және түйіршік арасындағы ілінісу күшіне тәуелді.

Ажарлаушы шеңбердің қаттылығын жеті дәрежеге бөлуге болады:

жұмсақ	—	М1, М2, М3
орташа жұмсақ	—	СМ1, СМ2
орташа	—	С1, С2

орташа қатты	—	СТ1, СТ2, СТ3
қатты	—	Т1, Т2
қаттырақ	—	ВТ1, ВТ2
аса қатты	—	ЧТ1, ЧТ2.

Дұрыс таңдалған қаттылықтағы қайрақ аспап өтпес болып қалмау керек. Мұнда жұмыс кезінде қажақ түйіршектері жаймен біртіндеп мұқаланып, жұлынып және сынып аспап денесі бетінен опырылып түсіп тұрыу керек. Бұл процесс қайрақ аспаптың өз өзін шарықтауы деп аталады.

Егер өз өзін шарықтау болмаса, онда өте қатты шеңберді өте үлкен тереңдетіп кесу және беріліс кезінде, шеңбердің пішінін сақтау үшін фасонды беттерді ажарлау кезінде, түйіршіктің ұлғаюы кезінде және пластикалық қатты өңдеу кезінде алыу қажет болар еді.

Қажақты құрал - сайманның құрылымы, оның жасалуымен түсіндіріліп, түйіршік процент қатынасымен сипатталып, біріктірме және көлем бірліктегі кеуекден тұрады. Құрылымның негізгі жүйесі құрал-саймандағы қажақты түйіршектің құрамы болып табылады. Құрылымдар номермен белгіленеді ***№1*** ден ***№12*** дейін, және келесідей бөлінеді: толық және жабық (***№1 ÷ №4, 60 ÷ 54%*** түйіршік). Құрылым толық болған сайын, соғұрлым түйіршік көп, ал кеуек өлшемдері аз болады.

Ашық құрылымдарды пластикалық материалдарды ажарлаған кезде, аз қаттылықты және берік материалдарды ажарлаған кезде, дөрекі алдын ала өңдеу кезінде, ішкі ажарлау кезінде қабылданады. Құрал-сайманды ажарлау және қайрауда, қатты қорытпамен жабдықталған құрылымды қайрақ аспапмен жүргізіледі ***№8 ÷ №10.***

Ажарлау аспаптарын таңбаланғанда келесі мағлуматтар беріледі (сурет 7.16, *а*): ***КАЗПП 24А 40Н СМ2 7К5 35 м/сек Б30000400127 ГОСТ 2424-83*** (шығарушы зауыт, геометриялық пішін, қажақты материал, түйіршіктілік, қаттылық дәрежесі, құрылым, біріктіруші, жұмысшы шеңбер жылдамдығы, дәлдік класы және құрал-сайманның теңерілгенділігі, сыртқы диаметр, шеңбер биіктігі, шеңбер тесігінің диаметрі). Ажарлап өңдеу әдістерінде жылдамдық $V_{КТ}$ жеткілікті үлкен шамада болады. (***6 ÷ 5*** есе үлкн, тәжірибеде қолданылады.), сондықтан мүмкіндігінше максимальді кесу жылдамдығын таңдаған жөн. Жылдамдықтың ұлғайуының шектелуі ажарлау шеңберінің беріктігі болып табылады, яғни оның қирау қауіптілігі. Беріктік біріктіру арқылы анықталады және біріктірудің әртүрлі түрлері үшін жылдамдықтар келесідей болады:

— ***30 ÷ 35.м/сек*** керамикалық біріктіру үшін;

— ***35 м/сек*** вулканитті үшін;

— ***40 м/сек*** бакалитті үшін.

Жылдамдығы ***50 ÷ 60 м/сек*** дейін қайрақ аспаптары аз мөлшерде кездеседі. Минутты айналу берістің және көлденең берістің (кесу

тереңдігі) ұлғайуынан кесілетін қабат қалыңдығы да артады, бырақ аспап тұрақтылық мерзімі төмендейді. Өңделетін дайындаманың диаметрі ажарлаушы шеңбердің тозуына әсер етпейді.

Сыртқы шеңберді ажарлау кезінде беріліс шамасына ұсынатын мәндер

1. Көлденең беріс $S_{екі\ жүр.}$, мм/жүр

$t = 0{,}015 \div 0{,}05$ *мм* алдын ала өңдеуде,

$t = 0{,}005 \div 0{,}015$ *мм* ақтық өңдеуде.

2. Бойлық беріліс $S = S_Y \cdot B$, мм/айн.бөл.

мұнда B – ажарлау шеңберінің ені,

S_Y - шамаластық, коэффиценті, үлестік беріліс

$S_Y = 0{,}3 \div 0{,}7$ алдын ала өңдеуде,

$S_Y = 0{,}2 \div 0{,}4$ ақтық өңдеуде.

3. Айналу шеңберлі беріс $S_{Мш}$ (*м/мин*) анықтамалық мәліметтер арқылы анықталады ($2 \div 10$ *м/мин*)

$$S_{Мш} = \frac{C_V \bullet D^{Z_V}}{T^m \bullet t^{X_V} \bullet S_{\partial}^{Y_V}} .$$

Дайындаманың айналу жиілігі n *айн/мин*

$$n = \frac{1000 \bullet S_{Мш}}{\pi \bullet D} .$$

КЕСІП ӨҢДЕУ ӘДІСТЕРІНІҢ ДАМУ ЫҚПАЛДАРЫ ЖАЙЛЫ ҚОРЫТЫНДЫ СӨЗ

Кесіп өңдеу әдістері жалпы технологиялық процестің мәнін беріп, машинаның дәл жұмысын қамтамасыз етеді. Машинаның бөлшектері арасындағы жүктемені дұрыс орналастыру, негізінде оның сапасы және ұзақ уақытқа жарамдылығы, оның өңделінген бет сапасына тікелей байланысты болып табылады. Металдың басқа әдістермен өңделуі дамуы, мысалға өте дәл құю және қысыммен өңдеу дайындаманың дәлдігін арттырды. Әдіпті азайыуынан кесіп өңдеу үлестік еңбек сиымдылығы төмендеп, ал кейбір жағдайда оны мүлдем қолданбай қойды.

Статистикалық мәліметтер бойынша, соңғы уақытта кесумен өңдеуде еңбек сиымдылығы, құю және қысыммен өңдеуде өзгерген жоқ және оны жақын арада өзгереді деген болжам жоқ. Кесіп өңдеу әдістерінің дамыуына үш талап өз септігін тигізеді:

— өте қиын өңделетін жаңа жоғары беріктікті, ыстыққа төзімді, тот баспайтын, антимагнитті және басқа машина жасау материалдарының пайда болуы;

— пайдалынып жатқан машина бөлшектеріне дәлдіктің өте жоғары талабы және өңделген беттің сапасының өсуінде;

— машина бөлшектерінің құрылымдық пішіндерінің күрделеніуінде.

Соңғы он жылдықта металмен өңдеудің жаңа келесі әдістері пайда болып, олар бөлшек бет қабатын микро қыйрауға негізделген, яғни электроэрозия, анодты ерітінді, электронды сәуле, жарық сәуле, ультрадыбысты және т.б. Кейбір жағдайда бұл әдістер кесумен өңдеудің орнына ойдағыдай қолданылуы мүмкін, бірақ көп жағдайда өзінің технологиялық, сондай – ақ техника - экономикалық көрсеткіштері бойынша олар кесумен өңдеуге жол береді. Ең кең таралған машина жасау материалдарын өңдеу кезінде кесу өнімділікті бірнеше есе үлкен, электроэнергияның меншікті шығынын 10 есе азаюын қамтамасыз етеді. Өңдеудің жаңа физикалық әдістерінің дамуы кесумен өңдеуде өңделетін материалдың қаттылығы өте жоғары болғанда қолданылуы мүмкін (шынықтырылған болаттар, қатты қорытпалар, керамика) және бөлшек пішіндерінің қолайсыз болуы кезде (тесік диаметрі 0,5 мм аз, бунақ ені 1 мм, фасонды беттердің 2 қисықтылығы). Жұмыс мөлшері, машина жасауда өңдеудің жаңа әдістерін орындағанда бірнеше процентерді жоғарылатпайды. Сондықтан өңдеудің жаңа әдістерінің даму қарқыны жылдам болғанның өзінде, оларды қолдану кесумен өңдеуде меншікті мәнге аз әсер етеді.

Айтылғандардан, яғни жақын арада кесумен өңдеу өзінің мәнін сақтап қалыуын және оның көлемі өсетінін айтуға болады. Сондықтан кесумен өңдеу процесінің дамуы өте үлкен маңызға ие. Егер кесіп өңдеу әдістеріне кішкене жаңалық еңгізсек, оның ауқымды қолданыуынан машинажасау саласына үлкен тиім болар еді.

ОҚУ ҚҰРАЛЫНДА КЕЗДЕСЕТІН НЕГІЗГІ ТЕРМИН СӨЗДЕР

айлабұйым	—	приспособление
айлана өлшегіш	—	тахометр
айналдырық	—	шпиндель
ақаулылық	—	неисправность
алмастар	—	алмазы
алмасты кескіш	—	резец алмазный
амал	—	прием
арын	—	напор
ауа сорғыш	—	инжектор
аумалы күйдегі	—	критикалық
әдіп	—	припуск
баламалау	—	тарирования
балауыз	—	воск
балқытып қаптастыру	—	наплавкой
бәсеңдеткіш	—	редуктор
беттік деформация	—	деформация поверхности
бойлық	—	продольная
бөлшек ақауы	—	брак детали
бұлтық	—	нарост
бұрамдық жонғыш	—	червячная фреза
бұранда кескіш	—	резьбовой резец
бұрандаойғыш	—	метчик
бүйіршіктейтін, тіліндейтін	—	подрезной резец
білдек	—	станок
бір текті дене	—	тело однородное
біржүздік	—	однолезвийные
далдаша	—	перемычка
дәнекерленген тілім шекті кескіш	—	резец с напаянной пластинкой
дәнекерлеумен	—	пайка
дискі сұлбалы кескіш	—	резец фасонный дисковый
дөңгелекше бұрандалы жонғыш	—	резьбовая дисковая фреза
егеу	—	напильник
жарықшақ жоңқа	—	стружка надлома
жарықшақ	—	трещина
жасыту	—	отпуск
желкеөңдеу	—	затылованные

желінумен	—	травлением
жиекқұрсау	—	оправа
жонғылау	—	фрезерование
жонғыш	—	фреза
жоңғы кескіш	—	резец токарный
жоңқа бунағы	—	канавка стружечная
жоңқа	—	стружка
жүздерімен	—	лезвия
жылдамкесер	—	быстрорежущий
жылу алмасу	—	тепло обмен
жылу бергіштік	—	тепло отдача
жылу оқшалағыш	—	теплоизоляция
жылу сыйымдылық	—	теплоемкость
жылу шығару	—	тепло излучение
жылуға төзімділігі	—	теплостойкость
жылуға төзімділігін	—	красностойкость
жіктеу	—	классификация
зең	—	масляная пленка
икемділік	—	пластичность
илемдеу	—	прокатка
илемділік	—	пластическим
иірлік	—	шнек
иірмелі жоңқа	—	сливная стружка
кажақ	—	абразив
кемер	—	уступ
кеңей жоңғы кескіш	—	резец расточной
кеңейу	—	уширение
кеңірек қылау	—	заусенец облоя
кертіккесу	—	прорезание
кесетін жүз	—	лезвия
кескіш тұтқасы	—	резцедержатель
кескіш тілімшесі	—	режущая пластина
кесу тәртіптері	—	режыми резание
кесу тәртіптері	—	режимы резания
клин	—	сына
көлденең деформация	—	деформация поперечная
көлем өзгерісінің деформациясы	—	деформация изменение объема
күймеше	—	каретка
кілтек жонғыш	—	шпоночная жонғыш

кірекесу	—	врезание
кіреукелеу	—	эмалированием
қайрау, шарықтау	—	заточка
қайырылған кескіш	—	резец отогнутый
қалақшалы сұлбалы кескіш	—	резец чистовой лопаточный
қалыптаумен	—	штамптпование
қанау	—	канавка
қарқын	—	темп
қатты қорытпалар	—	твердые сплавы
қауырсынды бұрғы	—	сверло перовое
қашау	—	долбление
қашаулы кескіш	—	резец долбежный
қиғыш кескіш	—	отрезной резец
қиқым жоңқа	—	стружка мелькая
қиық	—	срез
қойыртпақтар	—	пасты
қор үнемдейтін технология	—	ресурсосберегающая технология
құрал жүзінің мұқалауы	—	затупления кромки инструмента
құралкүймешік	—	суппорт
қылтүтіктігіне	—	капиллярность
қырғыш	—	шабе
қысқы	—	патрон
қысқыш	—	клемма
қысу	—	сжатие
қысыммен өңдеу	—	обработка давлением
майлы кілегей	—	окисных пленок
меже сызықтар	—	шкала
межелік бөлік	—	деление шкалы
мөлшерлегіш	—	калиброване
мұқалау	—	затупление
ойпат	—	впадина
опырмалы жоңқа	—	стружка скалывания
оралма жоңқа	—	стружка завивающаяся
өтпелі кескіш	—	резец проходной
өтпелі оңға қайырылған кескіш	—	резец проходной отогнутый правый
өтпелі, бүйіршіктейтін	—	подрезной
периметрлік қылау	—	заусенец по периметру

призмалы сұлбалы кескіш	—	призматический фасонный резец
пішім өзгерісінің деформациясы	—	деформация изменение формы
пішімді сұлбалы кескіш	—	резец фасонный профильный
сағалы үңгі	—	зенкер хвостовой
саптама үңгі	—	зенкер насадной
саптамалы жонғыш	—	насадная фреза
соққы тұтқырлығы	—	ударной вязкостью
сұлбалы дөңгелекше кескіш	—	резец дисковый фасонный
сүргілей кескіш	—	строгальный резец
сүргілеу	—	строгание
сыдыруда	—	обдирка
сыртқы ойың	—	галтель
сыртта тазартқыш дене	—	тело голвоточное
сірге	—	шплинт
таза өңдеулі жұқа жоңқа	—	тонкая чистая стружка
тазарту	—	зачистка
тартажонғыштар	—	протяжкалар
тегеріш	—	диск
тензо өлшеу	—	тензометр
тозаңдату	—	напыление
тозғандық	—	изношенность
тоздыру	—	изнашивание
тозу тозық	—	износ
тозуға төтеп беріуін	—	изностойкость
тозыуға төзімділік	—	износоустойчивость
тұрақты қаттылық сызықтары	—	изосклер
тұрақтылық	—	стойкость
түйіспе	—	контакт
тығынжыл	—	плунжер
тілтұмсық	—	-хобот
тілімше	—	пластина
тісқашауыштар	—	долбяк зуборезный
тісті сүргілеу кескіш	—	резец зубострогальный
үлгілі өлшеуіш	—	эталон
ұң жонғылау	—	цекование
ұңғы	—	развертка

ұстағыш	—	державка
үзілмелі	—	прерывистом
үйкетүзілім	—	фрикционные
үлгі	—	шаблон
үңгі	—	зенкер
үңгілеу	—	зенкерование
үңгіштеу	—	зенковка
үшжұдырықшалы қысқы	—	трех кулачковый патрон
шақтама	—	допуск
шалыстығы	—	коробление
шарықтас	—	шлифовальный круг
шөгу деформация	—	деформация усадки
шөгу	—	усадка
шөктірумен	—	осаждением
шын	—	вершина
шынықтыру тереңдігі	—	прокаливаемость
ығысу деформация	—	деформация сдвига
іскенже	—	тиски
электржеліндік	—	электроэрозионные
энергия көзі	—	источник энергии

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1 Н.Н. Зорев. Вопросы механики процесса резания металлов.- М.: Машгиз, 1956. – 368 с.

2 С.А. Васин, А.С. Верещака, В.С. Кушнер Резание материалов. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 448 с.

3 Г.Н. Сахаров Металлорежущие инструменты. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.

4 А.Г. Суслов, А. М. Дальский. Научные основы технологии машиностроения. – М. : Машиностроение, 2002 . – 684 с.

5 В.Г. Солоненко, А. А. Рыжкин. Резание металлов и режущие инструменты.- Санкт-Петербург: Высшая школа, 2007. - 416 с.

6 П.И. Ящерицин, Е Фельдштейн. Теория резания. - М.: Машиностроение, 2005. - 512 с.

7 И.И. Семенченко, В. М. Матюшин, Г.Н. Сахаров. Проектирование металлорежущих инструментов. - М.: Машгиз, 1963. - 949 с.

8 А.М. Вульф. Резание металлов. - М.: Машгиз, 1963. - 423 с.

9 Г.И. Грановский, В. Г. Грановский. Резание металлов:— М.: Высш. шк., 1985. - 304 с.

10 А.А. Панов. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. Машиностроение, 2004. – 784 с.

11 Л.А. Позняк и др. Инструментальные стали. Справочник. - М.: Металлургия, 1977.

12 Э.Томсен, Ч. Янг, Ш. Кобаяши. Механика пластических деформаций при обработке металлов. – М.: Машиностроение, 1968. -504 с.

13 Ю. Н. Работнов. Механика деформируемого твердого тела. - М.: Наука, 1988. - 712 с.

14 И.А. Симвулиди. Расчет инженерных конструкций на упругом основании. - М.: Высш. школа, 1973. - 431 с.

15 А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1966. - 724 с.

16 В.Н. Масленникова. Дифференциальные уравнения в частных производных. - М.: Изд-во Рос. ун-та дружбы народов, 1997. - 447 с.

17 Ю.М. Ермаков. Комплексные способы эффективной обработки резанием. – М.: Машиностроение, 2005. - 272 с.

18 М.И. Клушин. Резание металлов: Элементы теории пластического деформирования срезаемого слоя. - М.: Машгиз, 1956.

19. M. E. Merchant. Mechanics of the metal cutting process // J. Appl. Phys. 1945. V. 16, N 5/6. P. 267-318.

20 Г.С.Вильнер. Описание процесса резания на основе различных реологических моделей// Технология машиностроения (Москва). №9. - 2001. - С.5.

21 Д.Т. Ходжибергенов. Стружкообразование и динамика при многолезвийной ротационной обработке: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук - Ташкент, 1998.
22 Д.Т. Ходжибергенов. «Кесу теориясының негіздері»: Оқу құралы. – Шымкент, 2008. - 116 бет.
23 А.О. Ватульян. Обратные задачи в механике деформируемого твердого тела. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 224 с.
24 В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. Резание металлов и режущие инструменты. - М.: Инфра, 2011. 416 с.
25 В.Ф. Бобров. Основы теории резания металлов. - М.: Машиностроение, 1975. - 344 с.
26 А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков. Справочник технолога машиностроителя.- М.: Машиностроение, 1986. - 656 с.
27 В.Л. Федоров. Ортогональное точение // Технология машиностроения (Москва). №6. - 2001 г. - С.4.
28 Г.С. Вильнер. Стружкообразование при точении закаленных сталей // Технология машиностроения (Москва). - №6. - 2001. - С. 6.
29 Г.С. Вильнер. Механизм образования упрочненного поверхностного слоя при обработке металла резанием // Технология машиностроения (Москва). - №9. –2001. - С. 5.
30 Влияние режимов резания на поперечную усадку стружки при многолезвийной ротационной обработке // Техника машиностроения. Машиздат (Москва). Научно-технический журнал. №1 (77) 9. – 2011. С.13-16
31 Voshida Kanou. Hakkoido Inst. Technol. - 2000. - №28, P.85-92.
32 Н.Г. Неумоина, А.В. Белов. Тепловые процессы в технологической системе резания. – Волгоград.: ВолгГТУ, 2006. – 84 с.
33 В.К. Старков. Физика и оптимизация резания материалов. - М.: Машиностроение, 2009. - 640 с.
34 http://www.texnologia.ru/documentation/cutting_of_metals/2.html

МАЗМҰНЫ

Алғы сөз 3
Тарау I
Кесу теориясының негіздері
1.1. Замандас машина жасайтын өнеркәсіптер өңдеу әдістерін жіктеу 4
1.2. Материалдарды кесіп өңдеуге негізгі ұғымдар.... 7
1.3. Құрал-сайманды материалдарға қойылатын талаптар 9
1.4. Аспаптық материалдар және оларға қойылатын негізгі талаптар 10
1.4.1. Аспаптық болат..... 10
1.4.2 Легирленген құрал-сайманды болаттар 11
1.4.3. Жылдам кесетін, жоғары легирленген болаттар..... 11
1.4.4. Қатты қорытпалы болаттар..... 14
1.4.5. Минералокерамика..... 16
1.4.6. Алмастар..... 17
1.4.7. Кубты бор нитриды 18
1.4.8. Металлды керамика және керметтер..... 19
1.5. Токарлық кескіштің геометриялық параметрлері
1.5.1. Негізгі түсініктер мен анықтамалар..... 19
1.5.2. Токарлық кескіштің геометриялық параметрлері..... 23
1.5.3. Өңдеу процесіндегі кесу тәртіптері элементтері..... 29
Тарау II
Металдарды кесу процесінің физикалық негіздері
2.1. Кесіп өңдеу процесінде пайда болатын жоңқалардың типтері..... 36
2.2. Материалдарды кесуде кесу қабатының деформациясы..... 38
2.3. Жоңқа шөгу коэффициентіні анықтау тәсілдері мен таныстыру..... 42
2.4. Кесілетін қабаттың жоңқаға айналу механизмі..... 44
2.5. Бұлтықдың пайда болу және оның кесу процесіне әсер етуі..... 50
2.6. Жоңқа пайда болуын тәжірибелік жолмен анықтау 53
Тарау III
Жону процесінде кесуге кедергі күштер
3.1. Кескішке әсер ететін күштер..... 59
3.2. Кесу процессіне жұмсалатын қуат..... 64
3.3. Кесу процесіндегі кескіштің оңтайлы бұрыштар шамасын анықтау..... 65
3.4. Металдардың өңделімділігі және оның анықталу әдістері. 67
Тарау IV
Кесу жылуының көзі және оның таралу
4.1. Кесіп өңдеу процесінде жылудың түзілу көздері және оның

жоңқа, құрал - сайман мен бөлшек арасында таралыуы..... 70
4.2. Кесіп өңдеуде жылулық құбылыстарды зерттеу..... 73
4.3. Кесу температурасын тәжірибе жолымен зерттеу..... 75
Тарау V
Кесу процесінде құрал – сайман тозыуы
5.1. Кескіш тозуына жалпы мағлұматтар..... 78
5.2. Құрал-саймандар тозуының физикалық табиғаты..... 80
5.3. Құрал - саймандардың тозуын зерттеу 82
5.4. Құрал – сайман тозуы жайлы ұсыныстар..... 88
Тарау VI
Кесіп өңделген беттің сапасы
6.1. Өңделген беттің кедір-бұдырлығы..... 91
6.2. Кесу процесіне майлаушы – салқындатушы – сұйықтықтардың ықпалын жасауы..... 94
6.3. Кесу режимін тағайындалған кезде оңтайландыру критерийлері..... 98
Тарау VII
Өңделінген бет пішімін қалыптастыратын механикалық, кесіп өңдеу әдістері
7.1. Токарлық жону процесінде кесу тәртіптерін зерттеу..... 100
7.2. Бұрғылап механикалық кесіп өңдеу..... 104
7.2.1. Шиыршықты бұрғының геометриялық параметрі..... 105
7.2.2. Бұрғылау кезінде кесу тәртіптері..... 108
7.3. Жонғыштың геометриялық параметрлерін және жонғылау кезіндегі кесу элементтері..... 110
7.3.1. Осьтік цилиндрлік жонғыштың геометриялық параметрі. 113
7.3.2. Бүйір жонғышның геометриялық параметрі..... 114
7.3.3. Жонғылап өңдеуде кесу тәртіптерін тағайындау..... 117
7.4. Тартажону кесіп өңдеу әдісі..... 117
7.5. Ажарлап өңдеу әдісімен құрал - саймандары 120
7.5.1. Ажарлаушы құрал - сайманның байланыстыру түрі 123
7.5.2. Ажарлаушы құрал-саймандардың қаттылығы және құрылымы..... 124
Қорытынды
Кесіп өңдеу әдістерінің даму ықпалдары жайлы 127
Оқулықта кездесетін негізгі термин сөздер..... 128
Пайдаланылған әдебиеттер..... 133
Мазмұны 135