

ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ
ՀԻՄՆԱԴՐԱՄ

Պ. ՄԵԼՔՈՆՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ ՎԱՆԱԶՈՐԻ ՄԱՍՆԱՃՅՈՒՂ

ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐԻ ԵՎ ՃՅՈՒՂԱՅԻՆ ՏՆՏԵՍԱԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԱՄԲԻՈՆ

Ս.Ս.Միմոնյան

“ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ԿՏՐՈՒՄ”

Դասախոսությունների համառոտ շարադրանք

ՎԱՆԱԶՈՐ 2019 թ.

Նախաբան: Ընդհանուր տեղեկություններ առարկայի մասին

Մեքենաշինական արդյունաբերությունը արտադրանք է մատակարարում ժողովրդական տնտեսության բոլոր ճյուղերին և հանդիսանում է նրա հիմնական օղակներից մեկը: Ժողովրդական տնտեսության բոլոր ճյուղերի տեխնիկական առաջընթացը, այդ թվում նաև ռազմական տեխնիկայի արդիականությունն ու պաշտպանական կարողությունները նշանակալի չափով կապված են մեքենաշինության զարգացումից և նրա տեխնոլոգիական մշակույթի աճից: Շատ կարևոր է ճիշտ կողմնորոշվել ելնելով տվյալ գործարանի տեխնոլոգիական հնարավորություններից, կարողանալ ինքնուրույն կերպով ընտրել տվյալ թողարկման ենթակա մեքենամասի տեխնոլոգիական երթուղին և կատարել համապատասխան տեխնիկական և տնտեսագիտական հաշվարկներ: «Մետաղների կտրում» և հաջորդող «Մեքենաշինության տեխնոլոգիայի հիմունքներ», «Մեքենաշինության տեխնոլոգիա-1.2» կամ «Մեքենաշինական արտադրության տեխնոլոգիա1,2» առարկաները կազմում են անհրաժեշտ որակի և արտադրական ծրագրով նախատեսված քանակությամբ, կենդանի և նյութականացված աշխատանքների նվազագույն ծախսումներով, այսինքն՝ նվազագույն ինքնարժեքով մեքենաներ պատրաստելու մասին ուսմունք:

Ուսանողը, ուսումնասիրելով առարկան, պետք է ստանա՝

- ընդհանուր գաղափար մետաղահատ գործիքների զանգան կոնստրուկցիաների մասին;
- մետաղահատ գործիքների բանվորական մասի նյութերի ընտրության հիմնավորման գաղափարը, ինչպես նաև այդ նյութերի կիրառման ոլորտների ցանկը;
- գիտելիքներ ժամանակակից կտրող նյութերի բաղադրության և մակնիշավորման մասին;
- գիտելիքներ մշակման ռեժիմների որոշման և օպտիմացման մասին տարբեր մշակումների դեպքում:

Լուծելով մեխանիկական մշակման ընթացքում ծագող խնդիրները, անհրաժեշտ է հաշվի առնել օգտագործվող նյութերի հատկությունները, նախապատրաստվածքի կոնստրուկտիվ ձևը և չափերը: “Մետաղների կտրում” առարկայում օգտագործվում են տեսական և կիրառական գիտություններ, որոնց դրույթները սինթեզվում են տեխնոլոգիական խնդիրների լուծման նպատակով:

1.ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ԿՏՐՄԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԴՐՈՒՅԹՆԵՐԸ ԵՎ ՀԱՍԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

1.1.ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ԿՏՐՄԱՆ ՈՐՈՇ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀԱՍԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ ՍԱՀՄԱՆՈՒՄՆԵՐ

Կտրմամբ մշակումը իրենից ներկայացնում է դետալների մակերևույթների ձևագոյացումը՝ նախապատրաստվածքից մետաղի շերտի հեռացման միջոցով, ապահովելով ստացված մակերևույթների նախատեսված ճշտությունը, չափերը և որակի այլ չափանիշները: Այդ շերտի հեռացման համար կարող են կիրառվել ֆիզիկական ազդեցության տարբեր ձևերը՝ մեխանիկական, ջերմային, քիմիական, էլեկտրական, լազերային, պլազմային և այլն, ինչպես նաև համատեղված եղանակները: Կտրման ամենատարածված միջոցն է **մեխանիկական մշակումը**: Այս դեպքում մշակումը կատարվում է մշակվող նյութի մեջ սեպաձև կարծր մարմնի ներխրմամբ:

Մեխանիկական մշակումը լինում է սայրային կամ աբրազիվային՝ հղկամաշմամբ: Առաջին դեպքում մետաղի շերտը հեռացվում է մեկ կամ մի քանի կանոնավոր երկրաչափական ձև ունեցող կտրող եզրերով, իսկ երկրորդ դեպքում՝ մեծ քանակությամբ հղկահատիկների միջոցով, որոնք ունեն տարբեր երկրաչափական ձևեր:

Կտրման պրոցեսը կարող է լինել **անընդհատ և ընդհատուն**: Առաջին դեպքում գործիքի բանվորական մասը գտնվում է անընդհատ հպման մեջ մշակվող նյութի հետ, և ընդհատումը տեղի ունենում այն դեպքում, երբ կատարվում է անցում մի այլ դետալ մշակելու համար (կամ հաջորդ անցման, ենթաանցման կատարման): Ընդհատուն կտրման պրոցեսը կատարվում է ցիկլի պարբերաբար կրկնման ժամանակ: Կարելի է ասել, որ անընդհատ պրոցեսն իրենից ներկայացնում է ընդհատուն պրոցեսի մասնակի դեպք, որի դեպքում անմիջականորեն կտրման տևողությունը համեմատաբար մեծ է գործիքի բանվորական մասի ներխրման և արտավազքի ժամանակների հետ համեմատած:

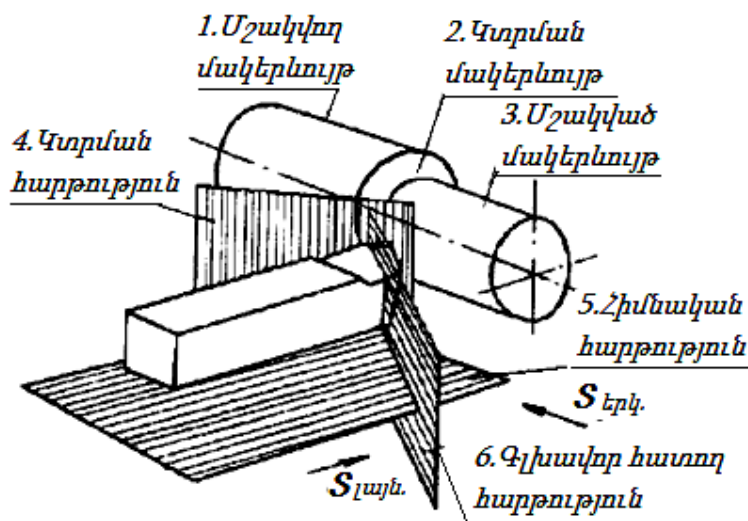
1.2. ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ԿՏՐՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՆ ԱՊԱՀՈՎՈՂ ԵՎ ՆԱԽԱՊԱՏՐԱՍՏՈՂ ՇԱՐԺՈՒՄՆԵՐԸ
(ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԵՎ ՕԺԱՆԴԱԿ), ԴՐԱՆՑ ՏԱՐԱՏԵՍԱԿՆԵՐԸ, ՔԱՆԱԿԸ, ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Կտրման պրոցեսում կատարվում է կտրող գործիքի տեղաշարժ մշակվող նախապատրաստվածքի նկատմամբ: Կտրման շարժումը հանդիսանում է **երկու** շարժումների վեկտորական գումար, նրանցից մեկը որոշում է հեռացվող շերտի արագությունը և կոչվում է կտրման **գլխավոր շարժում**, իսկ երկրորդն ապահովում է կտրող գործիքի եզրի ներխուժումը մշակվող նախապատրաստվածքի հեռացվող շերտի մեջ: Այս շարժումը կոչվում է օժանդակ, կամ **մատուցման շարժում**: Կտրման և օժանդակ շարժումները կարող են լինել **պտտատական** և **ուղղաձիգ հանընթաց**: Բոլոր գոյություն ունեցող մետաղահատ հաստոցների կինեմատկան հիմնված է այս երկու շարժումների իրագործման վրա: Օրինակ, շրջատաշման ժամանակ որպես գլխավոր շարժում հանդիսանում է նախապատրաստվածքի պտտական շարժումը, իսկ որպես մատուցման շարժում՝ գործիքի առաջընթաց ուղղագիծ շարժումը: Գայլիկոնման ժամանակ գլխավոր շարժում է հանդիսանում գայլիկոնի պտտական շարժումը, իսկ մատուցման շարժումը՝ գայլիկոնի ուղղագիծ առաջընթաց շարժումը: Ֆրեզերման ժամանակ գլխավոր շարժում է հանդիսանում ֆրեզի պտտական շարժումը, իսկ մատուցման շարժումը՝ նախապատրաստվածքի առաջընթաց տեղաշարժը:

Մշակվող նախապատրաստվածքի և կտրող գործիքի հարաբերական տեղաշարժման ամբողջականությունը կոչվում է մշակման կինեմատիկական սխեմա: Այսպես, օրինակ խառատային մշակման ժամանակ նախապատրաստվածքի պտտական շարժումը և նախապատրաստվածքի առանցքին զուգահեռ գործիքի առաջընթաց տեղաշարժն առաջացնում են պտուտակաձև պարույրով գումարային հարաբերական շարժում, ինչը առաջացնում է պտուտակավոր հետքերով գլանաձև մակերևույթի: Եթե մատուցման շարժումը լինի ոչ թե զուգահեռ նախապատրաստվածքի առանցքին, այլ որևէ անկյան տակ, ապա մշակված մակերևույթը կստացվի կոնաձև: Եթե կտրուկ մեծացնենք մատուցման չափը, ապա մշակված մակերևույթի վրա կգոյանա պարուրակավոր մակերևույթ:

Մեկ պտույտին համապատասխանող մատուցման միավորն է՝ *մմ/պտ*, պայմանական ընդունված նշանակումը՝ *S*, երկայնակի կամ թուլեական մատուցման միավորն է՝ *մմ/թուլե* կամ *մ/թուլե*, պայմանական ընդունված նշանակումը՝ *S*, *S_{թուլ}* կամ *S_ե*, հղկաքարով մշակման դեպքում մատուցման չափը նաև արտահայտվում է նախապատրաստվածքի մեկ պտույտի դեպքում իրեն տեղափոխման չափով, որն արտահայտում են հղկաքարի *B* լայնության (բարձրության) մասով, օրինակ՝ *S_բ = 0.4B*: Տարբերում են նաև լայնակի մատուցում *S_լ*, կամ շառավղային՝ *S_շ*, *մմ/պտ* կամ *մմ/թուլե* չափողականություններով:

1.3.ՄՇԱԿՎՈՂ, ՄՇԱԿՎԱԾ, ԿՏՐՄԱՆ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐ



Նկ.1. Կոորդինատային հարթությունները
և կտրման գործընթացի հիմնական
մակերևույթները շրջառաջման դեպքում:

Նկար 1-ում. $S_{երկ}$ ՝ ընդերկայնական
 $S_{լայն}$ ՝ ընդլայնական

Կտրմամբ մշակվող նախապատրաստվածքի վրա տարբերում են մշակվող, մշակված և կտրման մակերևույթներ: **Մշակվող** կոչվում է նախապատրաստվածքի այն մակերևույթը, որը պետք է մշակվի կտրման ժամանակ: **Մշակված** կոչվում է

այն մակերևույթը, որը ստացվում է հանվող շերտի հեռացումից հետո: **Կտրման մակերևույթը** հանդիսանում է

անցումային մշակվող և մշակված մակերևույթների միջև: Այն առաջանում է մշակվող նախապատրաստվածքի վրա անմիջապես գործիքի կտրող եզրերով:

1.4. ԿՏՐՄԱՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆԸ, ՄԱՏՈՒԳՈՒՄԸ ԵՎ ԽՈՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Կոնտակտային գոտում նախապատրաստվածքի հարաբերական արագությունը գործիքի կտրող եզրի նկատմամբ կոչվում է կտրման արագություն:

Կարելի է ասել, որ այդ նույնն է, ինչ հանվող շերտի առաջացման կամ իր դեֆորմացիայի արագությունը: Օրինակ, շրջատաշման դեպքում՝

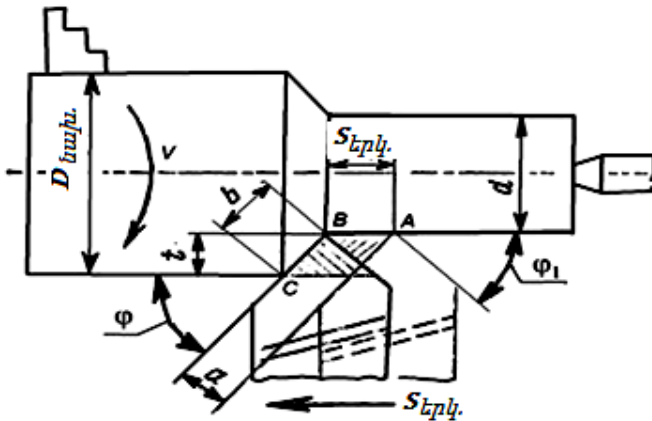
$$V = \frac{\pi D \cdot n}{1000} \text{ մ/րոպ, որտեղ } D\text{-ն՝ մշակվող մակերևույթի տրամագիծն է, մմ,}$$

n -ը՝ նախապատրաստվածքի պտուտաթվերը, պտ/րոպ:

Գայլիկոնման, ֆրեզերման ժամանակ կտրման արագություն է հանդիսանում գործիքի շրջանագծային արագությունը:

Նախապատրաստվածքի կամ գործիքի մեկ պտույտի (S_0 , մմ/պտ), մեկ բանվորական ընթացքի (S_0 , մմ/ընթ.) կամ գործիքի մեկ ատամի (S_z , մմ/ատամ) կտրող սայրի հարաբերական տեղաշարժման մեծությունը նախապատրաստվածքի նկատմամբ կոչվում է մատուցում, կամ, ինչն ավելի ճիշտն է ըստ գաղափարի, մատուցման արագությունն է: Մատուցումը կարող է լինել ընդերկայնական, որը ուղղված է մշակվող նախապատրաստվածքի առանցքի երկայնքով, ընդլայնական, որն ուղղված է լայնակի առանցքի նկատմամբ, թեք՝ առանցքի նկատմամբ (անկյան տակ) և շրջանագծային, որոնք ուղղված է շրջանագծով: Բուլանական մատուցումը՝ $S_{\text{բուլ}}$, որոշում է օժանդակ շարժման արագությունը, խառատային մշակման ժամանակ՝ $S_{\text{բուլ}} = S_0 \cdot n$: Կտրման t խորությունը բնութագրում է կտրվող շերտի մեծությունը գործիքի մեկ անցման ժամանակ: Այն որոշվում է մշակված և մշակվող մակերևույթների միջև հեռավորությամբ: Շրջատաշման ժամանակ $t = (D_{\text{նախ}} - d)/2$, որտեղ $D_{\text{նախ}}$ և d մշակվող և մշակված մակերևույթների մեծություններն են: Բացի

կտրման արագությունից, մատուցումից և խորությունից, կտրման ռեժիմի տարրերին են պատկանում հատույթի a հաստությունը և b լայնությունը: a և b մեծությունները իրենցից ներկայացնում են ոչ թե կտրված տաշեղի լայնությունն ու հաստությունը, այլ **հանվող շերտի չափերը տաշեղագոյացումից առաջ**: Այդ բացատրվում է նրանով, որ կտրվող շերտը ենթարկվում է պլաստիկ դեֆորմացիայի, ինչի արդյունքում որպես կանոն տաշեղը դառնում է ավելի կարճ և հաստ, քան մետաղից հեռացվող շերտը: Հատույթի a հաստությունը



չափում են գլխավոր կտրող սայրին ուղղահայաց ուղղությամբ, իսկ b մեծությունը՝ կտրող սայրի երկայնքով: Ինչպես երևում է գծագրից (նկ.2)՝

$$a = S \sin \varphi \quad \text{և} \quad b = \frac{t}{\sin \varphi},$$

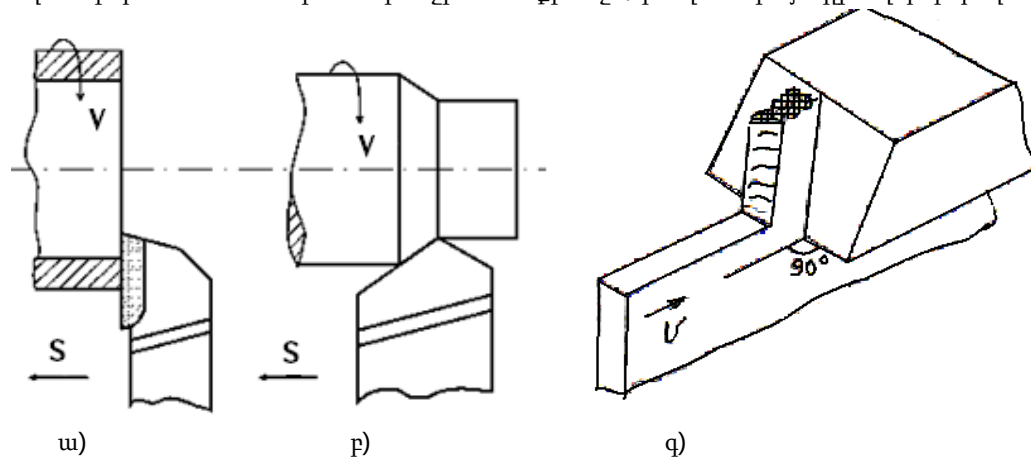
որտեղ φ — գլխավոր անկյունն է պլանում:

Բերված բանաձևերից երևում է, որ երբ հաստատուն են կտրման t խորությունը և S մատուցումը, իսկ φ անկյունը աճում է, ապա կտրման a հաստությունը մեծանում է, իսկ b լայնությունը՝ փոքրանում:

Նկ. 2. Հանվող շերտի երկրաչափական սխեման:

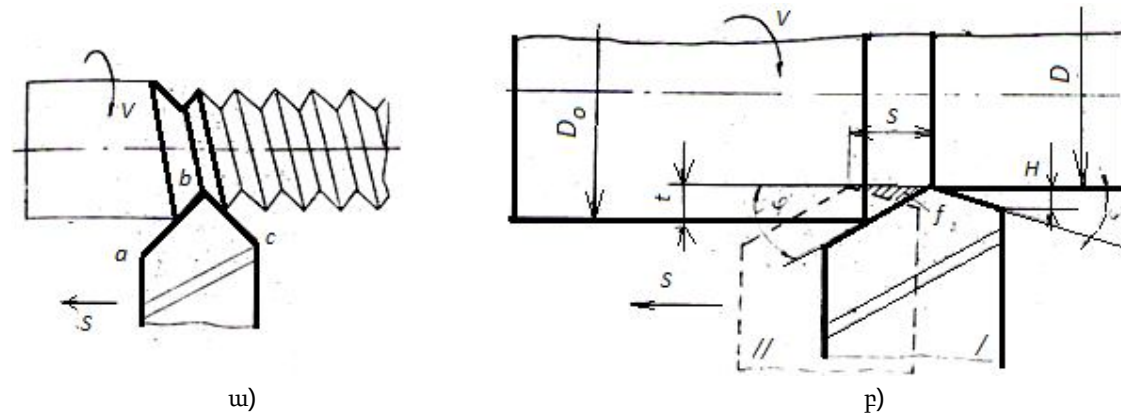
1.5. ԱՁԱՏ, ՈՉ ԱՁԱՏ, ՈՒՂՂԱՆԿՅՈՒՆ ԵՎ ՇԵՂԱՆԿՅՈՒՆ ԿՏՐՈՒՄ

Ազատ կտրման ժամանակ հաճախ աշխատանքի մեջ է գտնվում միայն գլխավոր կտրող սայրը (նկ. 3ա, գ):



Նկ. 3. Ազատ կտրման սխեմաներ, կախված մատուցման ուղղությունից (ա,գ):

Այս դեպքում կտրող սայրի բոլոր կետերը գտնվում են նույն պայմաններում, իսկ տաշելի բոլոր մասնիկների տեղաշարժման ուղղությունը նույնն է: **Եթե կտրող սայրը ուղղահայաց է մատուցման շարժման ուղղությանը, ապա կտրումը հանդիսանում է ազատ ուղղանկյուն**, իսկ եթե ուղղահայաց չէ՝ շեղանկյուն ազատ: Սովորաբար գործ ունենք ոչ ազատ կտրման հետ (նկ. 3բ, 4ա), որի ժամանակ օժանդակ կտրող սայրը, կախված կտրիչի գագաթի կլորացման r շառավղից, պլանի φ_1 օժանդակ անկյունից և S մատուցումից շատ թե քիչ մասնակցում է կտրման պրոցեսին:



Նկ. 4. Անհարթությունների առաջացումն շրջատաշման դեպքում:

Սովորաբար, կտրման ժամանակ, մշակված մակերևույթին մնում են կատարներ, որոնց չափերը կախված են մատուցումից, կտրիչի գագաթի կլորացման շառավղից, պլանի գլխավոր և օժանդակ անկյուններից: Ընդունենք, որ կտրիչը տեղաշարժվել է l դիրքից ll դիրքը (նկ. 4բ), այսինքն տեղաշարժվել է S մատուցման չափով, թողնելով մշակված մակերևույթի վրա H բարձրությամբ կատար: Եթե իրական կտրման հատույթը նշանակենք f_0 , իսկ մնացորդային կատարների մակերեսը՝ f_2 , ապա $f_0 = f - f_2$:

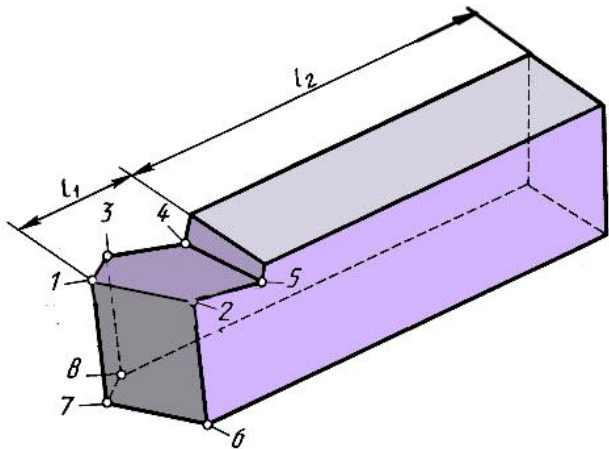
Մնացորդային կատարների բարձրությունը բնութագրում է մշակված մակերևույթի խորդուբորդությունները: Եթե կտրիչի գագաթը կլորացված չէ, ապա H -ը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$H = S \frac{tg\varphi - tg\varphi_1}{tg\varphi + tg\varphi_1} \text{ մմ,} \quad H = \frac{S^2}{2r} \text{ մմ,} \quad S < r:$$

Բերված բանաձևերից երևում է, որ մեծացնելով S , φ , φ_1 արժեքները և նվազեցնելով r մեծությունը անհարթությունների բարձրությունը աճում է:

2. ԿՏՐԻՉԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԱՅԻՆ ՏԱՐԵՐԸ ԵՎ ԵՐԿՐԱԶԱՓՈՒԹՅՈՒՆԸ

2.1 ԿՏՐԻՉԻ ԲԱՆՎՈՐԱԿԱՆ ՄԱՍԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ



Խառատային կտրիչները, ինչպես նաև այլ տեսակի մետաղահատ գործիքները ունեն **մարմին** (l_2 տեղամաս, նկ. 5), և **կտրող մաս** (l_1 տեղամաս), որի օգնությամբ կատարվում է կտրման պրոցեսը: Կտրող մասը բաղկացած է մեկ կամ մի քանի կտրող տարրերից, օրինակ ատամներից, որոնք կարող են մտնել աշխատանքի մեջ միաժամանակ կամ հաջորդաբար:

Յուրաքանչյուր կտրող տարր ունի **առջևի մակերևույթ** և մեկ կամ մի քանի **հետին մակերևույթներ**, որոնցից մեկը անվանվում է **գլխավոր հետին մակերևույթ**, իսկ մնացածը՝ **օժանդակ**: Առջևի մակերևույթը հարաբերական

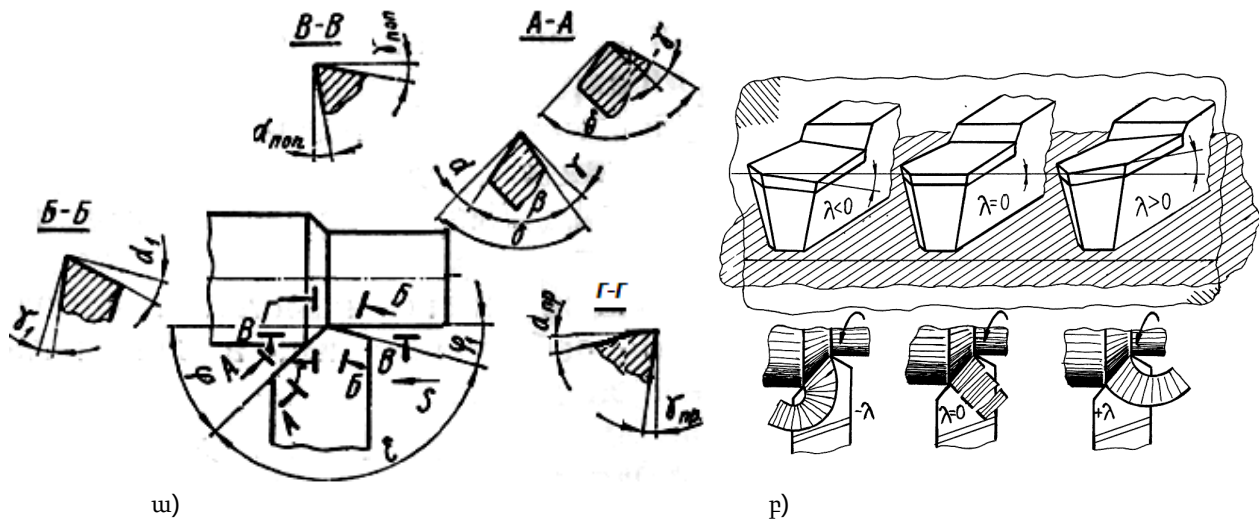
Նկ. 5. Խառատային անցումային կտրիչի կտրող մասի կոնստրուկտիվ տարրերը:

բանվորական շարժման ընթացքով ուղղված է դեպի մշակվող նախապատրաստվածքի՝ հանվող շերտը: Կտրման ժամանակ առաջացած տաշեղը տեղաշարժվում է առջևի մակերևույթով: Գլխավոր հետին մակերևույթը ուղղված է դեպի կտրման մակերևույթը, իսկ օժանդակը կամ օժանդակները՝ դեպի մշակված մակերևույթը:

Առջևի և հետին մակերևույթները փոխադարձ հատվելով, համապատասխանաբար առաջացնում են **գլխավոր և օժանդակ կտրող եզրեր**: Գլխավոր և օժանդակ կտրող եզրերի հատման կետը կոչվում է **կտրող մասի գագաթ**: Կտրող եզրերը և նրանց հարող հպման մակերևույթները առջևի և հետին մակերևույթների վրա առաջացնում են սայրեր, որոնք համապատասխանորեն կոչվում են **գլխավոր սայր** և **օժանդակ սայր**: Խառատային անցումային կտրիչի **կտրող մասը** (նկ. 5) բաղկացած է հետևյալ մասերից. **առջևի մակերևույթ (1-3-4-5-2-1)**, **գլխավոր հետին մակերևույթ (1-2-6-7-1)** և **օժանդակ հետին մակերևույթ (1-7-8-3-1)**: Առջևի և գլխավոր հետին մակերևույթը հատվելով առաջացնում են **գլխավոր կտրող եզր (զիծ 1-2)**, իսկ առջևի և օժանդակ հետին մակերևույթները՝ **օժանդակ կտրող եզրը (զիծ 1-3)**: Գլխավոր և օժանդակ եզրերը առաջացնում են **կտրիչի գագաթը (կետ 1)**: Թողվածքի հեռացման հիմնական աշխատանքը կատարում է **գլխավոր եզրը**, որը բաղկացած է գլխավոր կտրող եզրից և առջևի մակերևույթի վրա նրան հարող **հպման հարթակից**, և հետին մակերևույթի վրա գտնվող **կոնտակտային հարթակից**: **Գլխավոր սայրը** միշտ երկար է օժանդակ սայրերից:

2.2 ԿՏՐԻՉԻ ԲԱՆՎՈՐԱԿԱՆ ՄԱՍԻ ՍՐՄԱՆ ԱՆԿՑՈՒՆԵՐԸ

Կտրիչի գլխավոր սայրի դիրքը որոշում են պլանի **φ** գլխավոր անկյունով: Կտրիչի պլանի **φ** **գլխավոր անկյուն** անվանում են հիմնական հարթության վրա գլխավոր կտրող սայրի պրոյեկցիայի և մատուցման ուղղության միջև կազմված անկյունը (նկ.2): Օժանդակ սայրի դիրքը որոշում են պլանի **φ₁** **օժանդակ անկյունով**: Պլանի **φ₁** օժանդակ անկյուն անվանում են հիմնական հարթության վրա օժանդակ կտրող եզրի պրոյեկցիայի և մատուցման ուղղության միջև կազմված անկյունը:

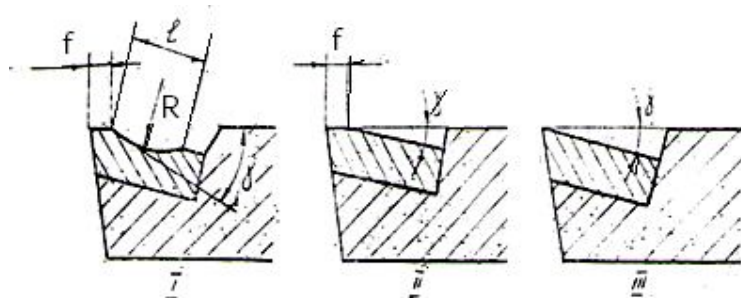


Նկ. 6. Կտրիչի սրման անկյունները և հարթությունները:

Առջևի և հետին մակերևույթների պատկերման համար կտրիչը հաստում են NN հարթությունով, որը կոչվում է **գլխավոր հատող հարթություն**: Գլխավոր հատող հարթությունը ուղղահայաց է հենարանային մակերևույթի վրա իջեցված գլխավոր սայրի պրոյեկցիային: Առջևի մակերևույթի դիրքը որոշում են γ առջևի անկյունով: **Կտրիչի առջևի γ անկյուն** անվանում են առջևի մակերևույթի կամ նրան շոշափող հարթության և հենարանային հարթությանը զուգահեռ հարթության միջև անկյունը: Առջևի անկյունը բնութագրվում է բացարձակ արժեքով և նշանով: Եթե առջևի անկյունը գտնվում է գործիքի մարմնից դուրս, ապա ընդունված է համարել γ անկյունը **դրական**, իսկ եթե առջևի անկյունը գտնվում է կտրիչի մարմնի մեջ, ապա γ անկյունը համարվում է **բացասական**:

Կտրիչի հետին մակերևույթի դիրքը որոշում են α հետին անկյունով: **Կտրիչի α հետին անկյուն** անվանում են հետին մակերևույթի կամ նրան տարված շոշափող հարթության և գլխավոր սայրով անցնող և հենարանային հարթությանը ուղղահայաց հարթության միջև անկյունը: Հետին անկյունի նշանը միայն դրական է: Հակառակ դեպքում կտրիչի սայրը աշխատանքի ժամանակ չի հավի կտրման հարթությանը:

Օժանդակ հետին մակերևույթի պատկերման համար կտրիչը հաստում են N₁N₁ հարթությունով, որը ուղղահայաց է հենարանային հարթության վրա իջեցված օժանդակ սայրի պրոյեկցիային: N₁N₁ հարթությունը անվանում են **օժանդակ հատող հարթություն**: Օժանդակ հետին մակերևույթի դիրքը որոշվում է **օժանդակ հետին α_1 անկյունով**: **Կտրիչի օժանդակ հետին α_1 անկյուն** անվանում են օժանդակ հետին մակերևույթի կամ նրան շոշափող հարթության և օժանդակ հետին մակերևույթի կամ նրան շոշափող հարթության և օժանդակ սայրով անցնող և հենարանային հարթությանը ուղղահայաց հարթության միջև անկյունը:



Նկ. 7. Կտրիչի առջևի մակերևույթի ձևերը

հարթության միջև անկյունն է: Ինչպես և առջևի γ անկյունը, այնպես էլ λ անկյունը բնութագրվում է բացարձակ մեծությամբ և նշանով: Եթե կտրիչի գագաթը հանդիսանում է գլխավոր սայրի ամենացածր կետը, ապա λ անկյունը պայմանավորված է համարել դրական, իսկ եթե ամենաբարձրն է, ապա բացասական: Եթե կտրիչը

Գլխավոր սայրի դիրքը հենարանային մակերևույթի նկատմամբ որոշում են λ անկյունով, որը տեղակայված է գլխավոր սայրով անցնող և հիմնական հարթությանը ուղղահայաց հարթության վրա: Այս անկյունը անվանում են գլխավոր սայրի թեքման անկյուն: λ գլխավոր սայրի կամ նրան շոշափող հարթության և

հենարանային հարթությանը զուգահեռ

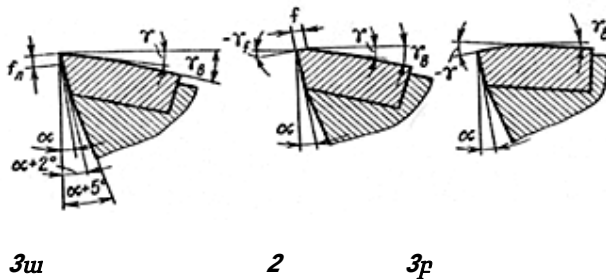
պատրաստված է արագահատ պողպատից, ապա կախված աշխատանքի պայմաններից և մշակվող նյութից առաջարկվում է առջևի մակերևույթի երեք ձևեր (նկ. 7):

I ձևի կտրիչները՝ կորագիծ և f երեսակով, օգտագործում են պլաստիկ նյութեր մշակելիս, որոնց $\sigma \leq 80$ կգ/մմ², կիսամաքրատաշ կտրման ռեժիմներով մշակելիս ($S < 0,3$ մմ/պտ): Փորակը կատարում է տաշեղազլորացման տարրի դեր: Նրա չափերն են՝ $l=2...2,5$ մմ և $R \sim 2l$: Առջևի մակերևույթը բաղկացած է f երեսակից և R շառավղով փորակից: Երեսակը զուգահեռ է հենարանային հարթությանը: Փորակի և երեսակի հատման կետից, փորակին տարված շոշափողը հիմնական հարթությանը զուգահեռ հարթության հետ կազմում է γ առջևի անկյունը: Փորակի չափերը հետևյալն են՝ անցումային և ներտաշման կտրիչների համար $R = (10...15) \cdot S$, ակոսահատ, կտորահատ կտրիչների համար՝ $R = (50...60) \cdot S$, փորակի երկարությունը $l = \sin(\gamma - \gamma_n)$, որտեղ γ ՝ արագահատ պողպատե թիթեղի հենարանային մակերևույթի թեքման անկյունն է կտրիչի հենարանային մակերևույթի նկատմամբ:

II ձևի կտրիչները օգտագործում են $S > 0,2$ մմ/պտ մատուցումով, բոլոր տեսակի կտրիչներով, պլաստիկ նյութեր մշակելիս:

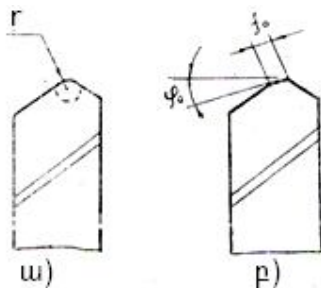
III ձևի կտրիչները օգտագործում են փխրուն նյութեր մշակելիս, ինչպես նաև պլաստիկ նյութերի մշակման ժամանակ:

I և II ձևի կտրիչների համար f երեսակի լայնությունը $f = (0,8...1,0)S$, իսկ առջևի անկյան մեծությունը կախված է մշակվող նյութի մեխանիկական հատկություններից: I և II ձևի կտրիչների համար $\gamma = 25...30^\circ$, իսկ III ձևի կտրիչների համար $\gamma = 5...25^\circ$: Եթե կտրիչի կտրող մասը կարծր համաձուլվածքից է, ապա ևս առաջարկվում է առջևի մակերևույթի 3 ձևեր (նկ. 8):



Նկ. 8. Կարծր համաձուլվածքներից թիթեղներով օժտված խառատային աջ անցահատ կտրիչների բանվորական մասի կոնստրուկցիաների և սրման տարբերակները:

2 ձևի կտրիչները օգտագործում են այն նույն դեպքերում, ինչ 1 ձևի կտրիչները, ինչպես նաև փխրուն նյութեր մշակելիս, ընդհատուն կտրման ժամանակ:



Նկ. 9. Կտրիչի գազաթի կլորացումն և երեսակահանումը պլանում:

$\alpha=8^\circ$: Կարծր համաձուլվածքից պատրաստված կտրիչների համար, երբ $S < 0,3$ մմ/պտ՝ $\alpha=10...12^\circ$, իսկ երբ $S \geq 0,3$ մմ/պտ $\alpha=6...8^\circ$: Օժանդակ հետին անկյան մեծությունը անցումային, ներտաշման և ճակատատաշ կտրիչների համար ընդունվում է հավասար հետին անկյան մեծությանը: Պլանի ϕ գլխավոր և ϕ_1 օժանդակ անկյունների մեծությունը կախված է կտրիչի նշանակությունից և տեխնոլոգիական համակարգի կոշտությունից: Գլխավոր անկյունը պլանով գտնվում է $\phi=30...90^\circ$ սահմաններում, իսկ ϕ_1 ՝ $5...30^\circ$ սահմաններում: Անընդհատ կտրման ժամանակ գլխավոր սայրի թեքման λ անկյունը արագահատ պողպատից պատրաստված կտրիչների համար ընդունվում է $\lambda=0...4^\circ$, իսկ մաքրատաշի ժամանակ՝ $\lambda=0...4^\circ$: Կարծր

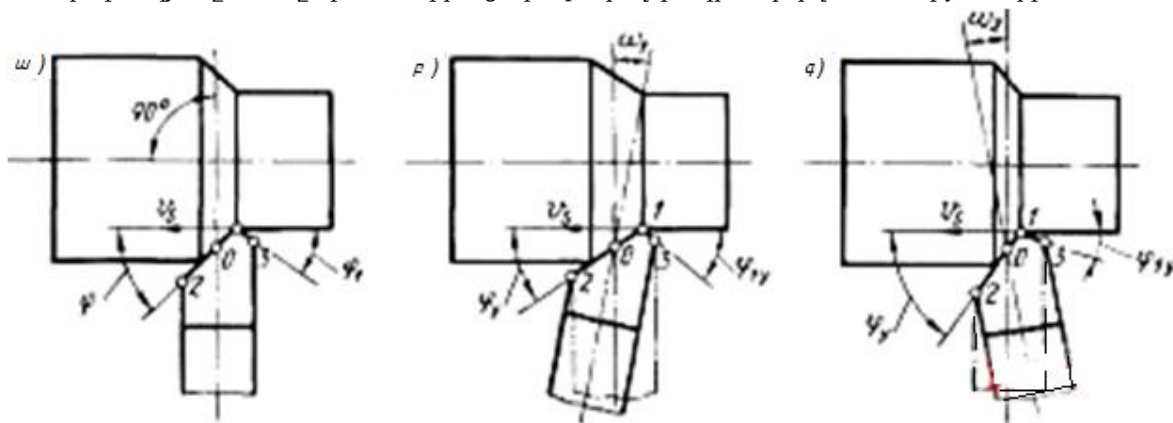
համաձուլվածքից պատրաստված կտրիչների λ անկյունը միշտ դրական է, և հավասար է $0...5^\circ$: **Ընդհատուն** կտրման ժամանակ գլխավոր սայրի թեքման անկյունը անկախ գործիքանյութի տեսակից լինում է միայն դրական և նրա մեծությունը գտնվում է $10...30^\circ$ սահմաններում: Գլխավոր և օժանդակ սայրերը կցորդող եզրը կտրիչների մոտ լինում է աղեղնաձև, r շառավղով կամ ուղիղ գծով (նկ. 9): Անցումային սայրի շառավղը արագահատ պողպատից պատրաստված կտրիչների համար $r=1...5$ մմ, իսկ կարծր համաձուլվածքի համար $r=0,5...3,0$ մմ: Անցումային սայրի երկարությունը $f_0=0,3...2,00$ մմ, իսկ պլանի անցումային անկյունը անցումային ներտաշման և ճակատամշակ կտրիչների համար $\varphi_0=15...20^\circ$, իսկ կտորահատ կտրիչների համար $\varphi_0=45^\circ$:

2.3. ԿՏՐԻՉԻ ԲԱՆՎՈՐԱԿԱՆ (ԻՐԱԿԱՆ) ԱՆԿՅՈՒՆՆԵՐԻ ԿԱՊԸ ՆՐԱ ՈՉ ՃԻՇՏ ՏԵՂԱԿԱՅՄԱՆ ԵՎ ԿԻՆԵՄԱՏԻԿԱՅԻ ՀԵՏ

Կտրիչի սրման արդյունքում ստացված երկրաչափական պարամետրերի փոփոխություն կարող է տեղի ունենա հետևյալ պատճառներով. 1) հաստոցի վրա գործիքի տեղակայման և ամրացման արդյունքում ստացված անճշտություններից, 2) գործիքի և նախապատրաստվածքի հարաբերական շարժումների կինեմատիկական յուրահատկությունների արդյունքում, 3) գլխավոր կտրող սայրի հպման մակերևույթների մաշման արդյունքում:

Կտրիչի երկրաչափական շրջադարձը ուղղահայաց առանցքի շուրջը.

Նկ. 10 ա-ում պատկերված է անցումային կտրիչի դիրքը, երբ կտրիչի երկրաչափական առանցքը ուղղահայաց է մշակվող նախապատրաստվածքի առանցքին: Այս դեպքում կտրիչի պլանի գլխավոր φ անկյունն ու պլանի φ_1 օժանդակ անկյունը համ- ընկնում են իրենց արժեքներով գծագրում բերված մեծությունների հետ:



Նկ.10. Անցումային կտրիչի դիրքերի փոփոխության ազդեցությունը պլանի անկյունների վրա:

Նկ. 10 բ-ում նույն կտրիչը շրջված է ժամսլաքի ուղղությամբ O կետի շուրջը ω_1 անկյան տակ: Կտրիչի իրանի ժամսլաքի ուղղությամբ շրջադարձի արդյունքում պլանի գլխավոր φ անկյունը փոքրանում է, իսկ պլանի φ_1 օժանդակ անկյունը՝ մեծանում է: Այսպիսով, պլանի անկյունների փաստացի արժեքները որոշվում են հետևյալ բանաձևերով՝ $\varphi_{1n} = \varphi - \omega_1$, $\varphi_{1n} = \varphi_1 + \omega_1$:

Երբ կտրիչը շրջադարձվում է O կետի շուրջը ժամսլաքի ուղղությամբ հակառակ, ապա φ անկյունը մեծանում է, իսկ φ_1 փոքրանում: Այս դեպքում՝

$$\varphi_{1n} = \varphi + \omega_2, \quad \varphi_{1n} = \varphi_1 - \omega_2:$$

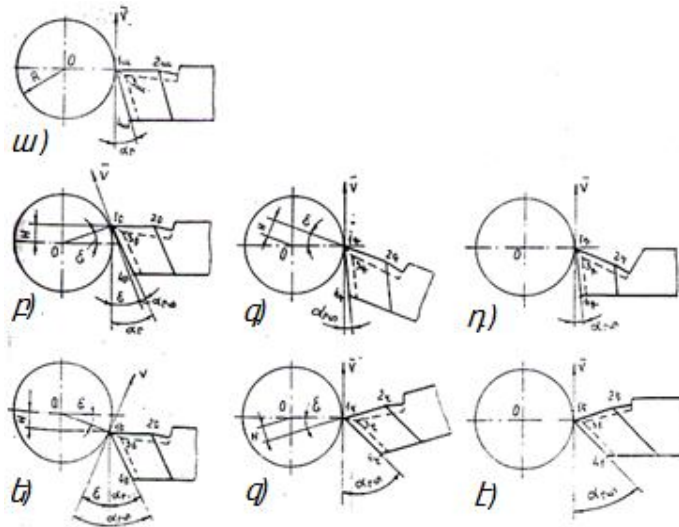
Կտրիչի երկրաչափական առանցքի շրջադարձը ուղղահայաց ուղղաձիգ առանցքի նկատմամբ չի փոխում կտրիչի մյուս անկյունների արժեքները:

Կտրիչի գագաթի շեղումը ուղղաձիգ ուղղությամբ.

Կտրիչի գագաթի տեղակայումը մշակվող նախապատրաստվածքի առանցքից վերև կամ ներքև, ավտոմատիկորեն փոխում է կտրիչի փաստացի երկրաչափությունը

ընդ որում, այս դեպքում փոխվում են բոլոր անկյունային պարամետրերը (φ , φ_1 , λ , α և γ): Կտրիչի իդեալական դիրքը պատկերված է նկ. 11ա-ում: 1ա-2ա կտրող եզրը ունի հորիզոնական դիրք և գտնվում է O կենտրոնով

Դիտարկենք դեպք, երբ գլխավոր եզրի λ անկյունով կտրիչի զագագթը տեղակայվել է նախապատրաստվածքի առանցքից վերև, նախապես ընդունելով, որ $\lambda=0$ (նկ. 11բ): Քանի որ, դիտարկում ենք զուգահեռ տեղափոխման դեպք, ապա 1բ-2բ սայրը մնում է հորիզոնական դիրքում: Դրա հետ մեկտեղ, քանի որ 1բ տեղաշարժվել է



շրջանագծով նոր դիրք, իսկ V արագության վեկտորը միշտ շոշափող է այդ շրջանագծին: Այլ կերպ ասած V արագության վեկտորը պտտվել է ժամսլաքի ուղղությամբ հակառակ ε անկյան չափով: Նույն չափով էլ փոքրացել է շառավղային հետին անկյունը, որի տեղակայման չափը $\alpha_{\text{run}} = \alpha_{\text{run}} = \varepsilon$:

Օգտագործելով նույն սկզբունքը նկ.11 ե, գ, է-ում, կարելի է դիտարկել կտրիչի երկրաչափական պարամետրերի փոփոխությունը այն դեպքում, երբ գազաթը տեղակայված է նախապատրաստվածքի պտտման առանցքից ներքև:

Այսպիսով, դիտարկված 2 դեպքերում էլ կտրիչի երկրաչափական պարամետրերը զգալիորեն փոփոխվում են, այլ բառերով ասած կտրիչի գագաթի տեղակայումը նախապատրաստվածքի պտտման առանցքից վերև կամ ներքև հավասարաբաժեք է նրա կտրոդ մասի երկրաչափական տեսքի փոփոխմանը:

3. ԳՈՐԾԻՔԱՆՅՈՒԹԵՐ, ՆՐԱՆՑ ՆԵՐԿԱՅԱՑՎՈՂ շԻՄՆԱԿԱՆ ՊԱՀԱՆՁՆԵՐ

3.1.ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Մետաղահատ գործիքի աշխատունակությունը կարելի է ապահովել միայն այն դեպքում, երբ նրա բանվորական մասը պատրաստված է որոշակի ֆիզիկամեխանիկական հատկություններով օժտված նյութից:

Այդ հատկությունները հետևյալն են. 1) *Կարծրություն*. Որպեսզի կտրող գործիքի սայրը ներխուժի մշակվող նյութի մակերեսային շերտի մեջ, այն պետք է ունենա բարձր կարծրություն: Գործիքանյութերի կարծրությունը կարող է լինել բնական, և ստացվել արհեստականորեն: 2) *Ամրություն*. Կտրման պրոցեսում գործիքի բանվորական մասի վրա ազդում են կտրման ուժեր, որոնց մեծությունը հասնում է 10 կՆ: Այդ ուժերի ազդեցությունից բանվորական մասի նյութի մեջ առաջանում են մեծ լարումներ: Որպեսզի այդ լարումները չքայքայեն բանվորական մասը, գործիքանյութը պետք է ունենա բավարար ամրություն: 3) *Ջերմաստիճանակայունություն*. Մետաղի կտրման պրոցեսում կտրման գոտում և անմիջապես կտրող եզրերի հպման մակերևույթների վրա դիտարկվում է ջերմաստիճանի մեծ աճ: Որոշակի կրիտիկական ջերմաստիճանից հետո, գործիքանյութերում կատարվում են կառուցվածքային փոփոխություններ, որի հետևանքով կարծրությունը փոքրանում է: 4) *Ջերմահաղորդականությունը*. Գործիքի աշխատունակությունը կարելի է մեծացնել, ոչ միայն մեծացնելով ջերմաստիճանա- կայունությունը, այլ և բարելավելով ջերմության հեռացման պայմանները կտրման գոտուց: 5) *Մաշակայունություն*. Կտրման ընթացքում գործիքը և նախապատրաստ- վածքը գտնվում են շարժական հպման մեջ: Այս դեպքում գործիքը և նախապատրաստվածքը կազմում են իրար հետ շփվող գույգ, որոնցից յուրաքանչյուրը ինչպես կարող է մաշվել մյուսի ազդեցությունից, այնպես էլ դիմադրել մաշմանը:

Ներկայում գոյություն ունեցող և օգտագործվող գործիքանյութերը բաժանում են հետևյալ հիմնական խմբերի՝ պողպատների կամ մետաղական համաձուլվածքների տիպի ստրուկտուրաներ ունեցող նյութերի խումբ, միաժամանակ մետաղական և ոչ մետաղական բաղադրիչներ պարունակող նյութերի խումբ, առանձն ազատ մետաղական բաղադրիչի կոմպոզիտային և ոչ կոմպոզիտային նյութեր, գերկարծր նյութեր և գերկարծր նյութերից ծածկապատումով օժտված որոշ գործիքներ: Պողպատների խմբին են պատկանում ածխածնային և ցածրլեգիրացված գործիքային պողպատները և արագահատ պողպատները: Մյուս հիմնական տարատեսակները ըստ ISO-ի կարելի է ներկայացնել հետևյալ տեսքով՝

Աղյուսակ 1:

Կարծր համաձուլվածքներ	Միներալակերամիկա	Գերկարծր նյութեր
HW - կարծր համաձուլվածքներ WC -ի հիման վրա, HT - կերմետներ TiN, TiCN հիման վրա, HC – ծածկապատումներով օժտված կարծր համաձուլ- վածքներ և կերմետներ:	CA - օքսիդային միներա- լակերամիկա, CM - խառը միներալակե- րամիկա, CN - նիտրիդային միներա- լակերամիկա, CC - ընդհանրապես միներ- ալակերամիկա:	BN – կոմպոզիտներ բորի խորանարդային նիտրիդի հիման վրա, DP - բազմաբյուրեղային ալմաստ

3.2.ԱԾԽԱԾՆԱՅԻՆ ԵՎ ՑԱԾՐԼԵԳԻՐԱՑՎԱԾ ԳՈՐԾԻՔԱՅԻՆ ՊՈՂՊԱՏՆԵՐ

Ածխածնային և ցածրլեգիրացված գործիքային պողպատների ֆիզիկամեխանիկա- կան հատկությունները բնորոշող հիմնական տարրը ածխածինն է: Ածխածինը առաջացնում է երկաթի կարբիդ, որը ջերմային մշակման արդյունքում ստանում է կարծրամարտենսիտային կառուցվածք: Ածխածնային գործիքային պողպատներից են ըստ ՌԴ ստանդարտների. Y10, Y12, Y10A, Y12A: Ածխածնային բաղադրությունը կազմում է 1,0...1,2%: A տառը նշանակում է բարձր որակ:

Ցածրլեգիրացված պողպատները (B2, Φ, 9XC, XBF) ածխածնի պարունակությ- յամբ նույնն են, ինչ ածխածնային պողպատները, բայց լրացուցիչ լեգիրացված են ոչ մեծ քանակով վոլֆրամով, վանդիումով, քրոմով, մանգանով, սիլիցիումով:

Մինչև ջերմամշակումը ածխածնային և լեգիրացված պողպատների կարծրությունը HB 220...240 և բավականին հեշտությամբ ենթարկվում են մշակման: Ջերմային մշակումից հետո նրանց կարծրությունը

կազմում է HRC 63...65: Ջերմային մշակման ենթարկված ածխածնային և ցածրլեգիրացված պողպատներով կարելի է մշակել մինչև HRC 30 կարծրություն ունեցող մետաղներ:

Ածխածնային պողպատների բարձր կարծրությունը պահպանվում է մինչև 220°C ջերմաստիճանը: Այդ պատճառով ածխածնային պողպատներից պատրաստված գործիքներով մետաղները մշակում են ցածր արագությամբ $V=20...25$ մ/րոպ: Քանի որ այս տեսակի գործիքային պողպատները ջերմակայուն չեն, ապա նրանց պրակտիկ օգտագործումը սահմանափակ է: Հիմնականում ածխածնային պողպատներից պատրաստում են խարտոցներ, նրբախարտոցներ, մետաղաաղոցներ, ինչպես նաև ցածր արագությամբ աշխատող այլ գործիքներ՝ գայլիկոն-անցքալայնիչներ, անցքակոկիչներ, ներպարուրակիչներ և կլոր արտապարուրակիչներ:

3.3.ԱՐԱԳԱՀԱՍ ՊՈԴՊԱՏՆԵՐ

Արագահատ պողպատների մարկայավորման սկզբունքը ըստ ՌԴ ստանդարտների նույնն է ինչ ածխածնային պողպատների համար, բացառությունը կազմում է վոլֆրամը, որի տոկոսային քանակը նշվում է **P** ռուսերեն տառից հետո: "**P**" տառը բերված է անգլերեն "**rapid steels**"՝ "արագ պողպատ" անվանումից ԽՍՀՄ-ում 1920-ական թվականներին: Առաջին արագահատ պողպատը ստեղծվել է 1858թ. ինժեներ **Ռ. Սյուշետտի** ջանքերով, որն ըստ բաղադրությանը համապատասխանում էր մոտավորապես P12 պողպատին: 53 տարի անց շուկայում հանդես եկան ամերիկացի ինժեներներ **Թեյլորի** և **Ուայտի** (F.W.Taylor, J.M.White) առաջարկված արագահատ պողպատը, որի բաղադրությունը մոտավորապես համապատասխանում էր P18 պողպատին: Co և Cr հիման վրա և W և կամ Mo ավելցուկներով արտադրվել են "**ստելիտներ**" կոչվող համաձուլվածքները, որոնցից մեկը արտադրվել է Գերմանիայում Կռուպպի գործարանում 1927 թվականից որպես **Վիդի համաձուլվածք** և որն ուներ 9.7 – 9.9 բալլ կարծրություն: Այստեղ նշենք, որ պլմաստի կարծրությունը ընդունված է 10 բալլ:

ԱՄՆ-ում և Եվրոխորհրդի երկրներում արագահատ պողպատները մակնիշավորվում են **HSS** տառերով (**High Speed Steels**): Այս դեպքում պողպատի բաղադրատոմսը կարող է ունենալ բավականի շատ տարբերակներ: Արագահատ պողպատները առանձնահատուկ են նրանով, որ նրանց կազմի մեջ մտնում են մեծ քանակով լեգիրացնող տարրեր: Հիմնական տարրը հանդիսանում է **վոլֆրամը (W)**, որի քանակը տարբեր պողպատներում կազմում է **5,5...19,5%**: Վոլֆրամը, բացի այն, որն ունի առանձնահատուկ բարձր մեխանիկական հատկություններ, որոնք մասնակիորեն փոխանցվում են համաձուլվածքին, համագործակցելով ածխածնի հետ, առաջացնում է **վոլֆրամի կարբիդ (WC)**: Պողպատի մեջ վոլֆրամի առկայությունը, հետևաբար, բերում է նրան, որ ածխածինը ամբողջությամբ կապվում է **տարբեր կարբիդների** կազմում և պողպատը դրա շնորհիվ ձեռք է բերում կարծրություն, ջերմա- և մաշակայունություն:

Բացի վոլֆրամից, արագահատ պողպատները լեգիրացվում են **մոլիբդենով (Mo)**, **վանադիումով (V)** և **կոբալտով (Co)**: Պողպատի հատկությունների վրա մոլիբդենը ազդում է նույն կերպ, ինչ վոլֆրամը, բայց ավելի ակտիվ ձևով: Մտցնելով մեղիբդենը պողպատի կազմի մեջ, այն լրացնում է վոլֆրամի պակասությունը: Բայց, քանի որ դրա հետ մեկտեղ մետաղը կարող է դառնալ փխրուն, մոլիբդենի քանակը պետք է **չգերազանցի 5%**: Մոլիբդենի առկայությունը նպաստում է ջերմահեռացմանը և դրանով իսկ կտրող սայրերի ջերմաստիճանի իջեցմանը: Լեգիրացնելով պողպատը **վանադիումով**՝ մեծանում է պողպատի հպման կարծրությունը, բայց փոքրանում է ջերմահաղորդականությունը: Վանադիումով լեգիրացված պողպատները մեծ հաջողությամբ մշակում են մեծ ամրությամբ և կարծրությամբ նյութեր, բայց սահմանափակ կտրման արագություններով: Վանադիումով լեգիրացված պողպատների թերությունը կայանում է նրանում, որ սրման և հղկման ժամանակ նրա մակերևույթին կարող են առաջանալ **այրուկներ (прижоги)**: Կոբալտի առկայությունը բարձրացնում է պողպատի մաշակայունությունը և ջերմահաղորդականությունը: Վերջին հատկության շնորհիվ, կոբալտով լեգիրացված պողպատներով կարելի է մետաղները մշակել բարձր արագություններով: Արագահատ պողպատների մակնիշներից են՝ **P9, P12, P18, P9Փ5, P14Փ4, P6M3, P6M5, P9K10, P6K5, P10K5Փ5, P18K5Փ2, P6M5K5, P9M4K8Փ**: Թվերը ցույց են տալիս լեգիրացնող տարրի քանակը տոկոսով: P18 պողպատը հանված է արտադրությունից 1970-ական թվականներին վոլֆրամի դեֆիցիտի պատճառով և փոխարինվել է P6M5 մակնիշի պողպատով: Չնայած նրան, որ արագահատ պողպատները ունեն բարդ քիմիական բաղադրություն և լեգիրացման բարձր աստիճան, մեխանիկական հատկությունները աննշան են բարձր ածխածնային և ցածրլեգիրացված պողպատներից: Ջերմամշակված վիճակում արագահատ պողպատները ոչ միայն ունեն մեծ

ամրություն, այլև պահպանում են առաձգականությունը ու մածուցիկությունը: Վոլֆրամի, մոլիբդենի, վանադիումի և կոբալտի բարձր բաղադրությունը նպաստում է արագահատ պողպատների ջերմակայունությանը: Կարմրակայունությունը բնութագրում են արձակման այն ջերմաստիճանով, որի դեպքում 4 ժամվա ընթացքում կարծրությունը նվազում է մինչև **58 HRC (նշանակվում էն K⁴_{p58})**: Այդ ջերմաստիճանը կազմում է սովորաբար մոտ 600 °C: Մետաղահատ գործիքների կամ իրենց բանվորական մասերի նախնական նախապատրաստվածքները պատրաստում են ձուլմամբ կամ փոշե մետալուրգիայի եղանակներով: Վերջինիս համար անհրաժեշտ փոշին ստանում են հալված կոմպոնենտների ցրումով բարձր ճնշման ազդեցության միջոցով, որից հետո ձևավորումը կատարվում է մամլաձևերում մամլման միջոցով: Վերջնական ճշգրիտ մեխանիկական մշակումը անհրաժեշտ է բոլոր դեպքերում:

Աղյուսակ 2. Որոշ ածխածնային և արագահատ պողպատների ջերմամշակման ռեժիմները և արդյունքում ստացվող նրանց կարծրությունները

Պողպատի մակնիշը	Արձակման ջերմաստիճանը, °C	Պահպանման ժամանակը, ժամ	Կարծրությունը, HRC,
Y7, Y8, Y10, Y12	150-160	1	63
P9	580	4	63
Y7, Y8, Y10, Y12	200-220	1	59
P6M5K5, P9, P9M4K8, P18	620-630	4	59

Աղյուսակ 3. Որոշ արագահատ պողպատների քիմիական բաղադրությունը (%)

Պողպատի մակնիշը	C	Cr	W	Mo	V	Co
P0M2Φ3	1,10—1,25	3,8—4,6	—	2,3—2,9	2,6—3,3	—
P6M5	0,82—0,90	3,8—4,4	5,5—6,5	4,8—5,3	1,7—2,1	< 0,50
P6M5Φ2K8	0,95—1,05	3,8—4,4	5,5—6,6	4,6—5,2	1,8—2,4	7,5—8,5
P9	0,85—0,95	3,8—4,4	8,5—10,0	< 1,0	2,0—2,6	—

P18	0,73—0,83	3,8—4,4	17,0— 18,5	< 1,0	1,0—1,4	< 0,50
-----	-----------	---------	---------------	-------	---------	--------

3.4.ԿԱՐԾՐ ՀԱՄԱԶՈՒԼ ՎԱԾՔՆԵՐ

Կարծր համաձուլվածքները իրենցից ներկայացնում են կարծր և մաշադիմացկուն մետաղական նյութեր, որոնք պահպանում են իրենց ծառայողական հատկությունները մինչև 900 - 1150°C :

Առաջին կարծր համաձուլվածքը (First tungsten hard alloy) ստեղծված էր գերմանացի ինժեներ Շրյոտերի կողմից (Developed by the German engineer Shroeter), ուներ 800°C կարմրակայունություն, իսկ բաղադրությունը համապատասխանում էր BK6-OM համաձուլվածքին: ԽՍՀՄ-ում 1931 թ-ից լայն կիրառություն գտավ BK8 կարծր համաձուլվածքը, որն իր բարձր հատկությունների պատճառով անվանվեց “պոբեդիտ” (“победит”` “կհախթահարի թշնամիներին”): Այդ անվանումը ապագայում տարածվեց մի շարք այլ նման մակնիշների վրա և օգտագործվում է մինչև օրս: Կարծր համաձուլվածքները ըստ քիմիական բաղադրությանը բաժանում են 3 խմբի` Վոլֆրամակոբալտային (BK), տիտանավոլֆրամակոբալտային (TK), տիտանատանտալավոլֆրամակոբալտային (TTK): Բացի այդ, առանձին խումբ են կազմում գերկարծր ծածկապատումով մի քանի նույն կարծր համաձուլվածքները, որոնցից են` БП3115 (հիմքը`BK6), БП3325 (հիմքը`BK8), БП1255 (հիմքը`ТТ7К12): Ըստ ISO-ի ստանդարտների կարծր համաձուլվածքները նաև դասակարգում են ըստ նշանակմանը` ըստ այն համաձուլվածքների կամ նյութերի խմբերի, որոնց մշակման նպատակով ստեղծված են կոնկրետ գործիքանյութերը: Այդ խմբերը հետևյալներն են`

- **P — կապույտ դաշտում՝ պողպատների մշակման համար (Steel),**
- **M — դեղին դաշտում՝ դժվար մշակվող նյութերի, սովորաբար չժանգոտող պողպատների մշակման համար (Stainless steel),**
- **K — կարմիր դաշտում՝ թուջերի մշակման համար (Cast iron),**
- **N — բաց կանաչ դաշտում՝ ալյումինի և այլ գույնավոր մետաղների համաձուլվածքների մշակման համար (Non-ferros metals),**
- **S — վարդագույն դաշտում՝ հրակայուն և տիտանի համաձուլվածքների մշակման համար (High temperature alloy + titanium),**
- **H — երկնագույն դաշտում՝ միաված պողպատների և բարձր կարծրություն ունեցող նյութերի մշակման համար (High hardness material):**

Այստեղ գույներով գործիքների մակնիշավորման նպատակն է թեթևացնել մետաղամշակող արտադրամասում և պահեստում անհրաժեշտ գործիքանյութից պատրաստված գործիքների որոնման, օգտագործման և հսկողության աշխատանքները: Կարծր համաձուլվածքի կազմի մեջ W, Ti և Ta առկա են կարբիդների տեսքով` WC, TiC և TaC: Կոբալտը և/կամ մոլիբդենը, նիկելը առկա է մետաղական, քիմիականորեն չկապված վիճակում, կատարում է կապակցող նյութի դերը միացնելով կարբիդների մասնիկները մեկ ամբողջության: Կոբալտի չափը որոշում է կարծր համաձուլվածքի ամրությունը: Մեծացնելով Co քանակը, կարծր համաձուլվածքի փխրությունը փոքրանում է, բայց դրա հետ մեկտեղ փոքրանում է նաև համաձուլվածքի կարծրությունն ու մաշակայունությունը:

Մեխանիկական ամրությամբ կարծր համաձուլվածքները զիջում են գործիքային պողպատներին: Կարծր համաձուլվածքները զիջում են ծոման ամրությամբ (2,5...3,2 անգամ) գործիքային պողպատներին, բայց նրանք ունեն մեծ սեղման ամրություն:

Վոլֆրամի և տիտանի կարբիդները, որոնք հանդիսանում են կարծր համաձուլվածքների հիմքը, ունեն մեծ ջերմակայունություն: Մեծացնելով WC, TiC և TaC քանակը, և համապատասխանաբար փոքրացնելով Co քանակը կարծր համաձուլվածքի կազմում, մեծանում է համաձուլվածքի ջերմակայունությունը: Մեծ ջերմակա-

յունությունը թույլ է տալիս կարծի համաձուլվածքներով մշակելիս օգտագործել բարձր կտրման արագություններ: Կտրող սայրի ջերմաստիճանը կտրող է հասնել մինչև 1000°C:

Կարծր համաձուլվածքներից պարզապես անհնար է պատրաստել մամլման եղանակով միջին և բարդ ձևավոր գործիքներ, բացի այդ՝ առկա են հղկման դժվարությունները, ինչի պատճառով էլ հղկումը և գործիքների սրումը կատարում են ալմաստե գործիքներով, իսկ գործիքների ձևը նախատեսնում են պարզագույն թիթեղների տեսքով, որոնք ամրացվում են գործիքների իրանների վրա մեխանիկական եղանակով կամ զոդման միջոցով:

Աղյուսակ 4: Համաշխարհային արդյունաբերությունում կիրառվող ՌԴ-ի արտադրության մամլված կարծր համաձուլվածքների որոշ բնութագրերը

Համաձուլվածքի մակնիշը	WC %	Ti C %	TaC %	Co %	Ամրությունը ըստ ծովման (σ), ՄՊա	Կարծրությունը, HRA	Խտությունը (ρ), գ/սմ ³	Ջերմա-հաղորդականությունը (λ), Վտ/(մ·°C)	Յունգի մոդուլ (E), ԳՊա
BK2	98	—	—	2	1200	91,5	15,1	51	645
BK3	97	—	—	3	1200	89,5	15,3	50,2	643
BK3-M	97	—	—	3	1550	91	15,3	50,2	638
BK4	96	—	—	4	1500	89,5	14,9-15,2	50,3	637,5
BK4-B	96	—	—	4	1550	88	15,2	50,7	628
BK6	94	—	—	6	1550	88,5	15	62,8	633
BK6-M	94	—	—	6	1450	90	15,1	67	632
BK6-OM	92	—	2	6	1300	90,5	15	69	632
BK8	92	—	—	8	1700	87,5	14,8	50,2	598
BK8-B	92	—	—	8	1750	89	14,8	50,4	598,5
BK10	90	—	—	10	1800	87	14,6	67	574
BK10-OM	90	—	—	10	1500	88,5	14,6	70	574
BK15	85	—	—	15	1900	86	14,1	74	559
BK20	80	—	—	20	2000	84,5	13,8	81	546
BK25	75	—	—	25	2150	83	13,1	83	540
BK30	70	—	—	30	2400	81,5	12,7	85	533
T5K10	85	6	—	9	1450	88,5	13,1	20,9	549
T5K12	83	5	—	12	1700	87	13,5	21	549,3
T14K8	78	14	—	8	1300	89,5	11,6	16,7	520
T15K6	79	15	—	6	1200	90	11,5	12,6	522
T30K4	66	30	—	4	1000	92	9,8	12,57	422
TT7K 12	81	4	3	12	1700	87	13,3		
TT8K6	84	8	2	6	1350	90,5	13,3		
TT10K8-Б	82	3	7	8	1650	89	13,8		
TT20K9	67	9,4	14,1	9,5	1500	91	12,5		
TH-20	—	79	(Ni15%)	(Mo6%)	1000	89,5	5,8		
TH-30	—	69	(Ni23%)	(Mo29%)	1100	88,5	6		
TH-50	—	61	(Ni29%)	(Mo10%)	1150	87	6,2		

Աղյուսակի վերջում բերված են երեք անվոլֆրամ կարծր համաձուլվածքների՝ կերմետների բաղադրությունը և հիմնական բնութագրերը:

Միներալակերամիկական նյութերի ցածր ամրությունը և փշրամաշումը վերացնելու նպատակով նրանց կազմի մեջ ավելացնում են տարբեր դժվարահալ միացություններ՝ կարբիդներ **TiC, WC, NbC, TaC, MoC**, և մետաղական **Ni, Co**՝ որպես կապակցող տարրեր: Ստացված բաղադրությունը՝ օրինակ, կորունդի բյուրեղից և դժվարահալ մետաղների կարբիդներից, անվանում են կերմետներ: Կերմետների մակնիշներից են՝ BOK-60, BOK-63 (mixed ceramic), որոնց կազմում առկա են Al_2O_3 , MgO (1%), TiC-ի խառնուրդները, կամ Al_2O_3 և ZrO_2 խառնուրդները: Կերմետների ջերմակայունությունը հասնում է $1300^{\circ}C$: Այս համաձուլվածքները համեմատած վոլֆրամակարբիդային կարծր համաձուլվածքների հետ, ունեն ցածր ամրություն ըստ ծոման, ցածր ջերմահաղորդականության պատճառով զգայուն են ջերմաստիճանի տարբերաչափերին, դրա հետ մեկ տեղ ունեն նաև դրական կողմեր՝ ավելի բարձր ջերմակայունություն և մշակվող նյութերի հետ կծկվածքների առաջացման բավականի ցածր դրսևորումներ, ինչի հետևանքով բացակայում է մակաճագոյացումը: Այդ իսկ պատճառներից էլնելով այս նյութերը կիրառում են մաքրատաշ և կիսամաքրատաշ շրջտաշման և ֆրեզերման գործողություններում: Ըստ ISO-ի դասակարգմանը նրանք պատկանում են **P** խմբին:

3.5. ՈՉ ՄԵՏԱՂԱԿԱՆ ԳՈՐԾԻՔԱՆՑՈՒԹԵՐ

Որոշ մետաղահատ գործիքներ, մեծամասամբ կտրիչներ, պատրաստում են **միներալներից (հանքանյութերից)**: Այդ միներալները ունեն իրարից տարբերվող քիմիական բաղադրություն, բյուրեղային կառուցվածք, ֆիզիկամեխանիկական հատկություններ:

Մետաղահատ գործիքների կտրող մասի պատրաստման համար օգտագործում են ինչպես բնական, այնպես էլ սինտետիկ միներալներ՝ միներալակերամիկա, բորի նիտրիդի տարբերակները և ալմաստներ:

Կերամիկայի հիմքը հանդիսանում է ալյումինիումի օքսիդը՝ Al_2O_3 – կորունդը: Կորունդը ստանում են արգնահողից (глинозём) էլեկտրավառարաններում, ինչի համար էլ ընդունված է այդ նյութը անվանել էլեկտրակորունդ: Միներալակերամիկա- կան գործիքները ունեն մինչև $1500^{\circ}C$ ջերմակայունություն: Այսպիսի բարձր ջերմա- կայունությունը թույլ է տալիս մշակել մետաղները $300...600$ մ/րոպ արագությամբ: Բայց դրա հետ մեկտեղ միներալակերամիկական թիթեղները փխրուն են, փշրամաշուն (выкрашивание), և ամենակարևորը ցածր է նրանց մեխանիկական ամրությունը: Այդ պատճառով միներալակերամիկան օգտագործում են միայն վերջնական մշակման ժամանակ հավաքովի գործիքների միջոցով, որտեղ կտրող թիթեղները (Inserts of mineral ceramics) ունենում են պարզ ձև և ամրացվում են կտրիչակալների վրա մեխանիկական եղանակով:

Կիրառում են սիլիցիումի նիտրիդի (**Si₃N₄, Silicon-nitride ceramics**) հիման վրա ստեղծված կերամիկա: Միներալակերամիկայի տարբերակներից է տարածված **ЦМ332** մակնիշը, որի հիմնական բաղադրիչը ալյումինի օքսիդն է:

Բորի նիտրիդը (Cubic boron nitride, CBN)՝ արհեստականորեն ստացված նյութ է, որը ստացվում է ազոտի և բորի սինթեզի արդյունքում: Բորի նիտրիդը կարծրությամբ զիջում է միայն սինթետիկ ալմաստին: Բացի այդ, այն հանդիսանում է ամենաամուր սինթետիկ գործիքանյութը. ջերմակայունությունը հասնում է $1800^{\circ}C$:

Այն հայտնի է “Էլբոր” անվանում տակ, և նրա օգնությամբ կատարվում է վերջնական մշակում թուջե, դժվար մշակվող և ջերմային մշակում անցած դետալներ:

Տարբերում են բորի նիտրիդի հետևյալ տարատեսակները՝

- **Էլբոր-Բ** կամ **K01 (կոմպոզիտ 01)**,
- **գեկսանիտ-Բ** կամ **K10 (կոմպոզիտ 10)**,
- **բելբոր** կամ **K02 (կոմպոզիտ 02)**:

Միներալի բազմաբյուրեղ ալմաստները իրենց կազմի մեջ ունեն ոչ մեծ քանակով դժվարահալ մետաղներ՝ W, Ti, Mo, որոնք կատարում են կատալիզատորի դեր սինթեզի ընթացքում: Կախված աճեցման տեխնոլոգիայից՝ ալմաստներն ունեն տարբեր կառուցվածքներ՝ բալասներ, կարբոնադներ (սև ալմաստներ) և համապատասխանաբար ֆիզիկամեխանիկական հատկություններ: Հայաստանի

տարածքում համապատասխան հետազոտությունները կատարվում էին Երևանում՝ “Վնիիալմագ” գիտահետազոտական ինստիտուտում:

3.6.ՊԱՇՏՊԱՆԻՉ ԾԱԾԿԱՊԱՏՈՒՄՆԵՐ

Պաշտպանիչ ծածկապատումները իրենցից ներկայացնում են մաշադիմացկուն մեկ կամ ավելի շերտ անհրաժեշտ հատկություններով օժտված նյութերից, որոնք կարող են նստեցվել գործիքի բանվորական մասի համապատասխան մակերևույթի վրա բազմակի եղանակներով, օրինակ՝ գալվանապլաստիկայի եղանակով (Cr, Ni, Mo և այլն), գազաբոցային փոշեպատման եղանակով (Al_2O_3 և նման նյութերի դեպքում), պլազմային եղանակով և այլն: Հատուկ տեղ են զբաղեցնում **գերկարծր նյութերով ծածկապատումներ (Protective Coat)**, որոնք հիմնականում իրենցից ներկայացնում են իոնապլազմային եղանակով նստեցվող տիտանի նիտրիդի (**TiN**), տիտանի կարբոնիտի (**TiCN**), ալյումինի օքսիդի (**Al_2O_3**) մինջև 5-7 միկրոմետր հաստության շերտեր (The total thickness of the coating):

Գոյություն ունեն գերկարծր շերտերի ստացման մի շարք այլ եղանակներ, որոնցից են՝

- **CVD – Chemical Vapor Deposition** – քիմիական նստեցում շոգու փուլից 700-1050°C ջերմաստիճանի առկայությամբ,
- **PVD – Physical Vapor Deposition** – շոգու փուլից խտացում 400 - 600°C ջերմաստիճանի առկայությամբ:

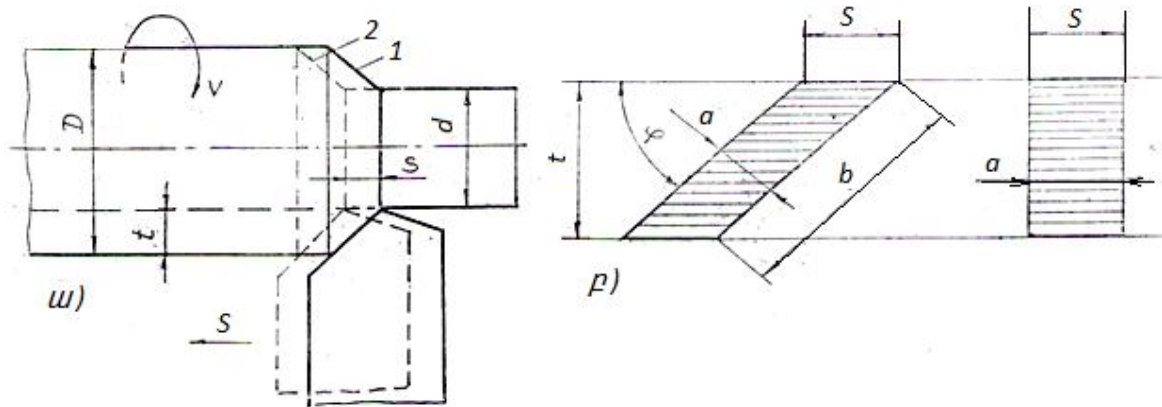
1985 թ-ից ԽՍՀՄ-ում և այլ երկրներում տարածվել էր գերկարծր մակերևութապատման իոնապլազմային եղանակը, որի ժամանակ վակուումում տիտանի նիտրիդը ստեղծվում է գործիքի նախատեսված մակերևույթը ումբակոցելով տիտանի մասնիկներով և նրանցով զավթելով ազոտը շրջակա պլազմայից: Պլազման (18000 – 20000°C) առաջանում է ազոտի չնչին քանակի առկայությամբ էլեկտրոնային թնդանոթներում տիտանե էլեկտրոդների միջև էլեկտրական աղեղի հետևանքով, իսկ ումբակոցումը՝ այդ աղեղի և գործիքի միջև անհրաժեշտ լարվածության էլեկտրական դաշտի հետևանքով: Նստեցման էներգետիկան պետք է ապահովի մակերևույթի ջերմաստիճան մոտ 500 - 600°C, որն հետևանք է հարվածող մասնիկների կինետիկ էներգիայի վերափոխմանը և անհրաժեշտ է շերտի կաշռողականության ապահովման համար: Հայաստանի տարածքում այս տեխնոլոգիան կիրառվում էր Կիրովականի ճշգրիտ հաստոցների գործարանում, Կիրովականի “Ավտոգենմաշ” գործարանում, Վանաձորի “Էլեկտրոն” ՓԲԸ-ում, Երևանի ֆրեզերային հաստոցների գործարանում և Զարենցավանի գործիքաշինական գործարանում: Օգտագործվող սարքավորումներից տարածված էր վակուումային HHB6.6/Մ1 էլեկտրավառարանը, որի առևտրական անվանումն էր “**Բուլստ-20**”: Տեխնոլոգիայի խոսակցական անվանումն էր դարձել “բուլստապատում” տերմինը: Ստացվող շերտը ոսկեգույն է, կոռոզիակայուն և բավականի կարծր՝ մինջև 1000HV, ինչի հետևանքով անհրաժեշտ է գործիքի նախնական բարձր կարծրությունը: Տեխնոլոգիայի կատարելագործման հաջորդող փուլերում կատարվել են էլեկտրոդների և բանվորական գազի բաղադրության փոփոխումները շերտի նախատեսված հատկությունները ստանալու համար:

4. ԿՏՐՄԱՆ ՏԱՐԲԵՐԻ ԵՎ ՀԱՆՎՈՂ ՇԵՐՏԻ ԶԱՓԵՐԸ

ՇՐՋԱՏԱՇՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

4.1.ՀԱՆՎՈՂ ՇԵՐՏԻ ՀԱՍՏՈՒԹՅՈՒՆԸ, ԼԱՅՆՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ԿՏՐՎԱԾՔԻ ՄԱԿԵՐԵՍԸ

Դիտարկենք այն դեպքը, երբ շրջատաշման ժամանակ դետալը կատարում է մեկ պտույտ (նկ. 12ա): Այդ ժամանակահատվածում կտրիչը նախապատրաստվածքի առանցքի երկայնքով կտեղափոխվի S երկարությամբ (մատուցման չափով), և կտրման մակերևույթը 1 դիրքից կտեղափոխվի դիրք 2: 1 և 2 դիրքերի միջև նյութի շերտը կտրվում է և վերացվում տաշեղի: Կտրման հարթությունից կտրված նյութի շերտը հատենք դետալի առանցքով անցնող հարթությամբ: Հատությամբ կստանանք S հիմքով զուգահեռագիծ, որի բարձրությունը հավասար է t և կողմերը թեքված են φ անկյան տակ:



Նկ. 12. Կտրվող շերտի երկրաչափական բնութագրման սխեմա:

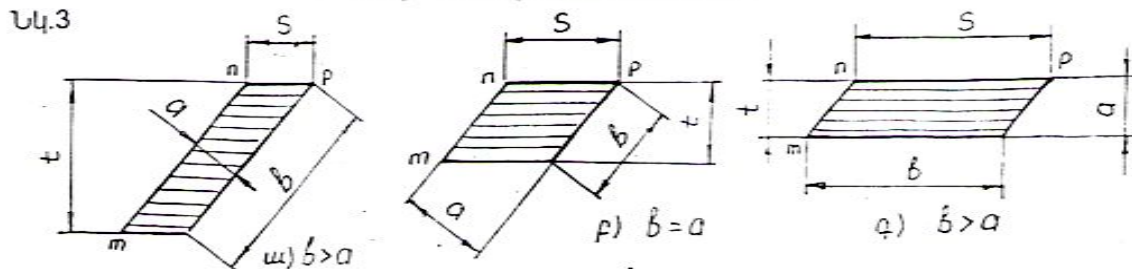
Ստացված գուգահեռագիծը կոչում են կտրվող շերտի հատույթի մակերես, իսկ t և S չափերը – կտրվող շերտի տեխնոլոգիական չափեր: Մշակման յուրաքանչյուր եղանակի դեպքում, կտրվող մակերևույթից կտրվող նյութը բնութագրում են նրա ֆիզիկական չափերով՝ հաստությամբ և լայնությամբ: Երկայնական շրջատաշման ժամանակ a չափը համարվում է կտրվող շերտի հաստություն, իսկ b չափը՝ լայնություն: a հաստությունը և b լայնությունը կապված են հետևյալ կերպ. $a = S \sin \varphi$, $b = t / \sin \varphi$:

Ինչպես երևում է բանաձևերից և նկ. 12բ-ից միևնույն տեխնոլոգիական չափերի դեպքում (t և S), կտրող շերտի ֆիզիկական չափերը կարող են լինել տարբեր, կախված φ անկյան մեծությունից:

4.2. ՀԱՆՎՈՂ ՇԵՐՏԻ ԿՏՐՎԱԾՔԻ ՁԵՎԵՐԸ՝ ՈՒՂԻՂ ՀԱՎԱՍԱՐԱԿՈՂՍ ԵՎ ՀԱԿԱՂԱՐԸ

Կախված t և S հարաբերակցությունից, շրջատաշման ժամանակ հնարավոր են Կտրվող շերտի երեք ձևեր (նկ. 13): Եթե կտրվող շերտի լայնությունը հավասար է հաստությանը, ապա այդպիսի շերտը կոչվում է հավասարակողմ (նկ. 3բ): Հավասարաչափ շերտի առաջացման պայմանը հետևյալն է՝

$$S = \sin \varphi = t / \sin \varphi, \text{ կամ } t/S = \sin^2 \varphi$$



Նկ. 13. Հանվող շերտի կտրվածքների տարբեր ձևերը:

Եթե $t/S > \sin^2 \varphi$, ապա կտրվող շերտը անվանում են ուղիղ (նկ. 13 ա), իսկ եթե $t/S < \sin^2 \varphi$ ՝ հակադարձ նկ. 13գ): Եթե հավասարակողմ շերտերի կտրման ժամանակ առջևի անկյունը գտնվում է mn ուղղուն ուղղահայաց հարթության վրա, ապա այդ գիծը հանդիսանում է կտրիչի գլխավոր սայրը և կատարում է կտրման հիմնական աշխատանքը: Իսկ երբ առջևի անկյունը տեղակայված է np գծին ուղղահայաց հարթության վրա, ապա np է դառնում կտրիչի գլխավոր սայրը, իսկ mn – օժանդակ սայր:

Հակադարձ շերտերի կտրման ժամանակ np գիծը միշտ գլխավոր սայրն է, իսկ mn – օժանդակ: Այս դեպքում a -ի և b -ի որոշման բանաձևերը անարդարացի են, քանի որ $a=t$, իսկ $b=S$:

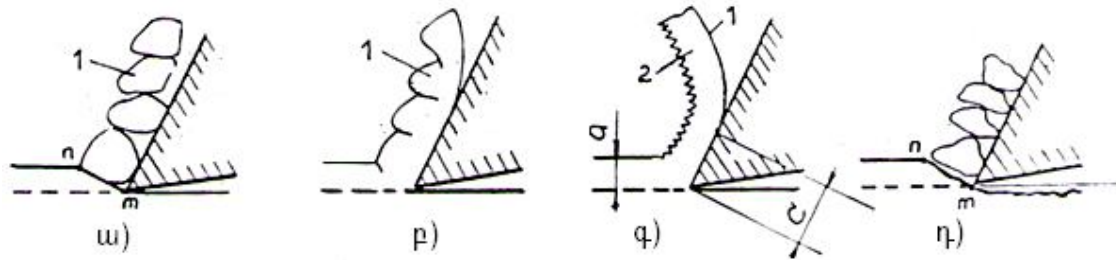
Հավասարակողմ և հակադարձ շերտերով կտրումը ոչ հաճախ, և համապատասխանում է լայն կտրիչներով, մեծ մատուցումներով մաքրատաշ մշակմանը:

5. ՏԱՇԵՂԱԳՈՅԱՑՈՒՄԸ ԿՏՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

5.1 ՏԱՇԵՂԻ ՏԵՄԱԿՆԵՐԸ ԵՆ ԼՐԱՆՑ ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ ՏԱՐԲԱՅԻՆ, ԱՍՏԻՃԱՆԱՎՈՐ, ՀՈՑ ԵՎ ՍԱԿԱԲԵՐՎԱԾ ՏԱՇԵՂՆԵՐ

Կտրվող տաշեղներն ունեն տարբեր տեսք և ձև, ինչը կախված է մշակվող մետաղի քիմիական կազմից, մեխանիկական հատկություններից, ինչպես նաև կտրվող շերտի հաստությունից, գոծիքի առջևի նակյան մեծությունից, կտրման արագությունից և այլ քիչ ազդեցիկ գործոններից:

1870թ. ռուս գիտնական Տիմեն առաջարկել է տաշեղների դասակարգման եղանակ, որն օգտագործվում է մինչև օրս: Համաձայն այդ դասակարգումի, կոնստրուկցիոն մետաղների կտրման ժամանակ առաջանում են 4 տեսակի տաշեղներ՝ տարրային, աստիճանավոր, հոծ և մակաբերված: Տաշեղների տեսքը պատկերված է նկ.14-ում:



Նկ. 14. Տաշեղների տարատեսակները:

Տարրային տաշեղը բաղկացած է առանձին տարրերից (նկ.14ա), որոնք մեկը մյուսի հետ կապված չեն, կամ թույլ են կապված: mn սահմանը, որը անջատում առաջացած տաշեղը կտրվող շերտից անվանում են սահքապոկման մակերևույթ: Աստիճանավոր տաշեղի (նկ.14բ) տարրերի առանձնացում չի լինում: Սահքապոկման մակերևույթը նախանշվել է, բայց չի առաջացել: Այդ պատճառով տաշեղը կարծես լինի բաղկացած առանձին աստիճաններից: Հոծ տաշեղի հիմնական հատկանիշն է նրա հոծ (անընդհատ) լինելը (նկ.14գ): Եթե հոծ տաշեղի չլինեն խոչընդոտներ, ապա այն հեռացվում է պարուրակաձև ժապավենի տեսքով: Մակաբերված տաշեղը բաղկացած է առանձին, մեկը մյուսի հետ կապ չունեցող առանձին տարրերից (նկ.1դ), ընդ որում այդ տարրերը նման չեն մեկը մյուսին: Մակաբերված տաշեղի առաջացմանը ուղեկցում է մանր մետաղական փոշին:

Տաշեղի տեսակը մեծ կախվածություն ունի մշակվող նյութի մեխանիկական հատկություններից և տարատեսակից: Պլաստիկ նյութեր մշակելիս հնարավոր է առաջանա տարրային, աստիճանավոր և հոծ տաշեղներ: Մեծացնելով մշակվող նյութի ամրությունը և կարծրությունը հոծ տաշեղը վերածվում է աստիճանավորի, իսկ այնուհետև տարրային տաշեղի: Փխրուն նյութեր մշակելիս ավելի հաճախ առաջանում է տարրային տաշեղ, կամ հազվադեպ՝ մակաբերված տաշեղ: Եթե մշակվող նյութի կարծրությունը մեծանում է՝ տարրային տաշեղը վերածվում է մակաբերված տաշեղի: Գործիքի երկրաչափական պարամետրերից տաշեղի տարատեսակի վրա մեծ ազդեցություն ունեն առջևի և գլխավոր սայրի անկյունները: Պլաստիկ նյութեր մշակելիս γ և α անկյունները նույն կերպ են ազդում տաշեղի տեսակի վրա: Մեծացնելով այդ անկյունների մեծությունը՝ տարրային տաշեղը վերածվում է աստիճանավորի, իսկ հետո հոծ տաշեղի: Փխրուն նյութեր մշակելիս առջևի անկյան մեծ արժեքների դեպքում կարող է առաջանալ մակաբերված տաշեղ, որը վերածվում է տարրային տաշեղի, եթե փոքրացնենք γ անկյան արժեքը: Մեծացնելով գլխավոր սայրի թեքման անկյունը, մակաբերված տաշեղը վերածվում է տարրային տաշեղի:

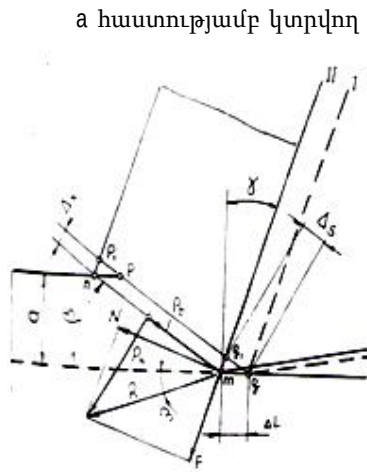
Կտրման խորությունը (կտրվող շերտի լայնությունը) տաշեղի տարատեսակի վրա չի ազդում: Պլաստիկ նյութեր մշակելիս, մեծացնելով մատուցումը (կտրվող շերտի հաստությունը) հոծ տաշեղը վերածվում է աստիճանավորի, իսկ այնուհետև տարրային տաշեղի: Փխրուն նյութեր մշակելիս, մեծացնելով մատուցումը, տարրային տաշեղը կվերածվի մակաբերված տաշեղի:

Տաշեղի տարատեսակի վրա ամենաբարդ ազդեցությունը թողնում է կտրման արագությունը: Ածխածնային և լեգիրացված պողպատների մեծ մասի մշակման ժամանակ մեծացնելով կտրման արագությունը տարրային տաշեղը վերածվում է աստիճանավորի, իսկ հետո հոծ տաշեղի: Սակայն կրակադիմացկայուն պողպատներից և համաձուլվածքներից, ինչպես նաև տիտանի համաձուլվածքներից մի քանիսը իրենց պահում են ճիշտ հակառակձևով, բարձրացնելով կտրման արագությունը, հոծ տաշեղը վերածվում է տարրային տաշեղի: Փխրուն նյութեր մշակելիս, երբ կտրման արագությունը բարձրացնում են, մակաբերված տաշեղը վերածվում է տարրային տաշեղի:

դեֆորմացիայի գոտին ունի սեպի տեսք, որի գագաթը գտնվում է գործիքի սայրի վրա: Այդ գոտու ստորին ՕԱ մասը ունի գոգավոր (вогнутый) տեսք և հաստում է կտրման մակերևույթի շարունակությամբ: Իսկ այս գոտու վերևի ՕԲ ուռուցիկ է, և նրա երկարությունը 2-4 անգամ կարճ է ՕԱ գծից: AB գիծը սահուն կցորդում է մշակման մակերևույթը տաշեղի ազատ կողմի հետ: ՕԱ գծից ձախ գտնվում են կտրվող շերտի չդեֆորմացված հատիկները, իսկ դեպի աջ (ՕԲ գծից) տաշեղին պատկանող նյութի հատիկները: Գործիքի նկատմամբ V կտրման արագությամբ տեղաշարժվող կտրվող շերտի հատիկը սկսում է դեֆորմացվել F կետում, և անցնելով իր հետագծով ստանում է ավելի չափի դեֆորմացիա: Հատիկի դեֆորմացիան ավարտվում է Q կետում, որտեղ այն ստանում է V_տ արագություն, ինչը հավասար է տաշեղի արագությանը:

Եթե գործիքի առջևի մակերևույթի և տաշեղի հպման մակերևույթի միջև շփումը, ապա հատիկների դեֆորմացիան դրանով կավարտվեր: Բայց, քանի որ նշված մակերևույթների միջև շփումը միշտ առկա է, ապա նյութի այն հատիկները, որոնք գտնվում են տաշեղի հպման մակերևույթի մոտ, շարունակում են դեֆորմացվել, նույնիսկ առաջնային դեֆորմացիայի գոտուց դուրս գալուց հետո: Այսպես առաջանում է երկրորդական դեֆորմացիայի II գոտին, որը սահմանափակված է գործիքի առջևի մակերևույթով և CD գծով: Երկրորդական դեֆորմացիայի գոտու OD լայնությունը մոտավորապես հավասար է հպման հարթակի լայնության կեսին $C/2$, իսկ Δ_1 մեծագույն բարձրությունը միջինում կազմում է $0,1a_n$, որտեղ a_n – տաշեղի հաստությունն է: Կտրվող շերտի հատիկները անցնելով դեֆորմացման II գոտին, ենթարկվում են մեծ դեֆորմացիայի: Արտադրական պայմաններում օգտագործվող առջևի անկյունների, կտրվող շերտի հաստություններով և կտրման արագություններով մշակելիս FQ առաջնային դեֆորմացիայի գոտու չափը փոքր է՝ OA և OB սահմանները մոտենում են՝ կազմելով OE գիծը, որը թեքված է կտրման մակերևույթին՝ β անկյան տակ: Կարելի է համարել, որ սահքի դեֆորմացիաները կենտրոնանում են շատ բարակ, $\Delta \times$ հաստությամբ շերտի վրա, իսկ բազմաթիվ սահքի մակերևույթները կարելի է փոխարինել մեկ OE հարթությամբ, որը անվանվում է պայմանական սահքի հարթություն: Իսկ β անկյունը, որը որոշում է սահքի հարթության դիրքը կտրման մակերևույթի նկատմամբ, անվանում են սահքի անկյուն:

5.2.1 ՀՈԾ ՏԱՇԵՂԻ ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ, ԲԱՑԱՐՉԱԿ ԵՎ ՀԱՐԱԲԵՐԱԿԱՆ ՍԱՀՔ, ԼԱՐՈՒՄՆԵՐԻ ԷՊՑՈՒՐԱՆ, ՏԵԿԱՏՈՒՐԱՅԻՆ ԱՆԿՑՈՒՆԸ: ՏԻՄԵՐԻ ԲԱՆԱԶԵՎԸ: ԴԵՖՈՐՄԱՑԻԱՅԻ (ՍԱՀՔԻ) ԵՎ ՏԱՇԵՂԻ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆԸ



a հաստությամբ կտրվող շերտում առանձնացնենք մոտ Գ զուգահեռագիծը Δx փոքր բարձրությամբ, որը հարում է մոտ պայմանական սահքի հարթությունը (նկ. 16): Ընդունենք, որ կտրող գործիքը տեղաշարժվում է I դիրքից II դիրք, անցնելով զուգահեռագծի կողային մակերևույթի երկայնքով ΔL հեռավորությունը: Դրա արդյունքում կտրվող շերտի զ կետը տեղափոխվում է Գ₁ կետի դիրքին, իսկ Բ կետը, որը գտնվում էր կտրման նախորդ մակերևույթի վրա, կհայտնվի Բ₁ դիրքում:

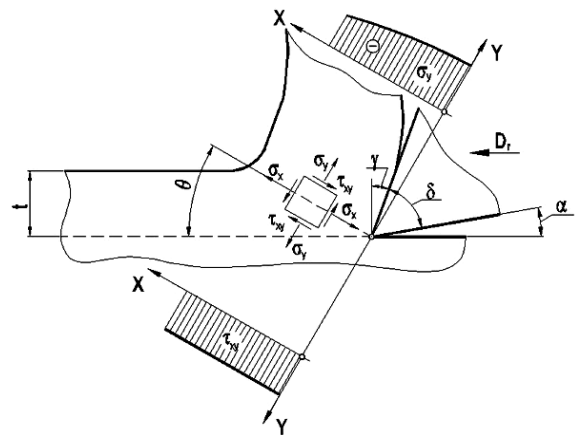
Այսպիսով, զուգահեռագիծը, տեղաշարժվելով մոտ հիմքի երկայնքով ΔS մեծությամբ, վերածվում է զուգահեռագծի: Ակնհայտ է, որ մոտ Գ₁ զուգահեռագիծը պատկանում է ոչ թե կտրման շերտին, այլ տաշեղին: Գործիքի հաջորդ տեղաշարժից կատարվում է նույն պրոցեսը: Այսպիսով, նյութի շատ բարակ շերտերի հաջորդաբար և անընդհատ սահքի արդյունքում կտրվող շերտը վերածվում է հոծ տաշեղի, ընդ որում կապը սահքի մակերևույթների միջև չի խախտվում:

Նկ.16. Տաշեղում պայմանական սահքի հարթության մոտ Գ առաջացման սխեմա: Գործիքի առջևի մակերևույթը կտրող շերտի վրա ազդում է N

նորմալ ուժով: Ամոնտոնի շփման օրենքին համաձայն, նորմալ ուժը ստեղծում է $F = \mu N$ շփման ուժը (որտեղ μ – գործիքի և տաշեղի սահմանի շփման գործակիցն է): Գումարելով F և N ուժերը՝ կստանանք տաշեղագոյացման R ուժը, որը թեքված է կտրման մակերևույթին W ազդեցության անկյան տակ: Տաշեղագոյացման ուժը տրոհենք երկու ուժի՝ P_N, որը ուղղահայաց է պայմանական սահքի մակերևույթին, և P_T, որը գործում է սահքի մակերևույթի երկայնքով: P_N ուժը սեղմում է Δx հաստությամբ սահքի ենթարկված շերտը, իսկ P_T ուժը այն տեղաշարժում է: Այսպիսով, տաշեղագոյացման ժամանակ սահքի պրոցեսը առաջացնում է P_T ուժը, որը կոչվում է սահքի ուժ: Սահքի դեֆորմացիան տեղի կունենա այն ժամանակ, երբ սահքի լարումը կհավասարվի սահքի հոսունության սահմանին: Ուղղանկյուն կտրման ժամանակ պայմանական սահքի հարթության վրա սահքի լարումը հավասար է $\tau = P / m \cdot b$, որտեղ b – կտրվող շերտի լայնությունն է: Քանի որ

$$Mn = \frac{\alpha}{\sin \beta}, \text{ ապա կստանանք } \tau = \frac{P_T \cdot \sin \beta}{a \cdot b}, \text{ բայց սահքի ուժը՝ } P_T = R \cos(\omega + \beta):$$

Տեղադրելով վերջին արտահայտությունը՝ կստանանք $\tau = \frac{R}{a \cdot b} \cos(\omega + \beta) \sin \beta$: Տաշեղագոյացումը կսկսվի այն ժամանակ, երբ $\tau > \tau_s$, որտեղ τ_s – մշկավող նյութի հոսունության սահմանն է՝ ըստ սահքի: Նկ.16-ում պատկերված է պայմանական սահքի հարթության վրա գտնվող փոքր լայնամաս փնձակը և շոշափող ու նորմալ լարումների փոփոխման էպյուրները նշված մակերևույթի երկայնքով: Անկախ մշակվող նյութից, գործիքի առջևի անկյունից, կտրվող շերտի հաստությունից և կտրման արագությունից, պայմանական սահքի հարթության երկայնքով շոշափող լարումները ունեն հաստատուն մեծություն: Նորմալ լարումները բաշխվում են այլ կերպ: Եթե գործիքի անկյունը մեծ է և առջևի մակերևույթի վրա

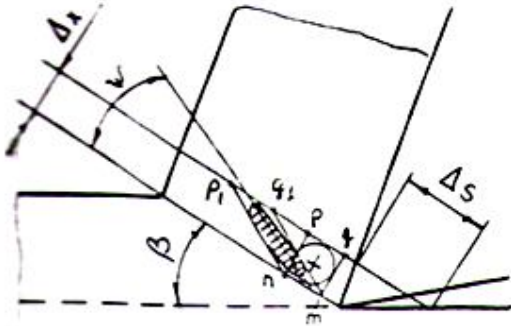


Նկ. 17. Տաշեղում պայմանական սահքի հարթության վրա բաշխված լարումների էպյուրները:

փոքր է շփման գործակիցը, ապա նորմալ լարումները փոքրանում են մոտենալով կտրող սայրին, և որոշակի

կետում կարող են փոխել նշանը: Փոքրացնելով առջևի անկյունը և մեծացնելով շփման անկյունը նորմալ լարումների բաշխման էպյուրան ստանում է պատկերված էպյուրի տեսքը:

Տաշեղում պլաստիկ դեֆորմացման արդյունքում առաջանում է դեֆորմացիային բնորոշ տեկստուրա խազերի և գծիկների տեսքով, որոնք տեղակայված են պայմանական հարթության նկատմամբ որոշակի անկյան տակ: Այդ անկյունը անվանում են տեկստուրայի անկյուն: Դեֆորմացիայի տեկստուրայի առաջացումը կարելի է պատկերել այլ կերպ (նկ.18): Կտրվող շերտի գնդակերպ հատիկը տեղակայենք խորանարդի մեջ, որի կողմը հավասար է սահքի շերտի հաստությանը:



Նկ. 18. Տեկստուրայի անկյան հաշվարկային սխեմա:

Այդ դեպքում գործիքի սայրին ուղղահայաց հաստություն կստանանք $r = \Delta x / 2$ շառավղով շրջանագիծ: Պարզ սահքի դեֆորմացիայի արդյունքում սահքի շերտի վերևի հարթությունը ստորին մակերևույթի նկատմամբ կտեղափոխվի Δs չափով: Թորթ քառակուսին, որի մեջ ներգծաց է շրջանագիծը, կվերածվի թորթ գուգահեռագծի, իսկ շրջանագիծը էլիպսի: Պարզ սահքի դեֆորմացիայի չափը որոշվում է հարաբերական սահքով: Որոշենք այն կտրման ժամանակ (նկ. 19): Բացարձակ սահքի մեծությունը՝ $\Delta s = mp + pq$: mp և pq հատվածները արտահայտենք Δx սահքի շերտի հաստության միջոցով՝

$$mp = \Delta x \operatorname{ctg} \beta, \quad pq = \Delta x \operatorname{ctg} \delta = \Delta x \operatorname{ctg}[(90^\circ - (\beta - \gamma))] = \Delta x \operatorname{tg}(\beta - \gamma),$$

$$\text{որտեղից } \Delta s = \Delta x [\operatorname{ctg} \beta + \operatorname{tg}(\beta - \gamma)]:$$

Քանի որ հարաբերական սահքը հավասար է $\varepsilon = \Delta s / \Delta x$, ապա $\varepsilon = \operatorname{ctg} \beta + \operatorname{tg}(\beta - \gamma)$:

Երբ գործիքը տեղաշարժվում է ΔL չափով, ապա առաջացող տաշեղի երկարությունը ΔL_m : թող ենանկյունուց կարող ենք գրել՝

$$\frac{\Delta L_m}{\sin \beta} = \frac{\Delta L}{\sin \delta} = \frac{\Delta L}{\cos(\beta - \gamma)} \quad \text{և} \quad \frac{\Delta L}{\Delta L_m} = \frac{\cos(\beta - \gamma)}{\sin \beta} : \frac{\Delta L}{\Delta L_m} = K_L$$

հարաբերությունը կոչվում է տաշեղի կծկման գործակից, իսկ $K_L = \frac{\cos(\beta - \gamma)}{\sin \beta}$ անվանում են Տիմեի բանաձև:

Օգտվելով Տիմեի բանաձևից՝ կարելի է որոշել սահքի անկյունը $K_L = \frac{\cos \beta \cdot \cos \gamma + \sin \beta \sin \gamma}{\sin \beta} = \operatorname{ctg} \beta \cos \gamma + \sin \gamma$, որտեղից $\operatorname{tg} \beta = \frac{\cos \gamma}{K_L - \sin \gamma}$:

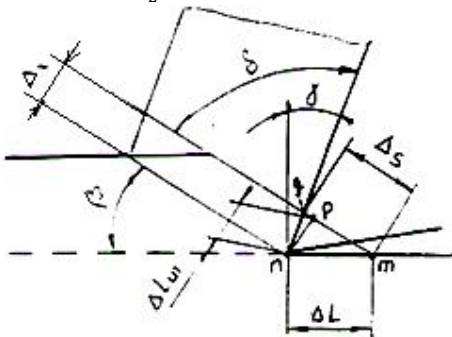
V_r արագությունը, որով կատարվում է սահքը պայմանական սահքի հարթության վրա, կարելի է որոշել նկ.20-ից: Տրոհելով կտրման արագության վեկտորը սահքի V_r և V_F առջևի մակերևույթի շփման արագությունների, կստանանք՝

$$\frac{V_r}{\sin(90^\circ - \gamma)} = \frac{V}{\sin \delta} : \frac{V}{\cos(\beta - \gamma)}, \quad \text{որտեղից } V_r = V \cdot \frac{\cos \gamma}{\cos(\beta - \gamma)}:$$

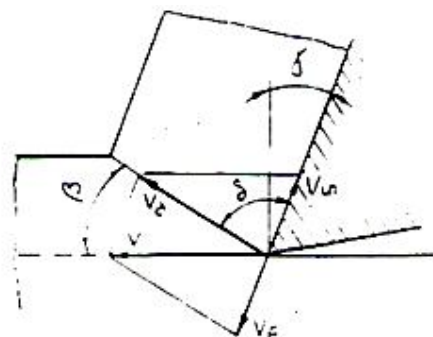
Տաշեղի V_m արագությունը իր մեծությամբ հավասար է շփման V_F արագությանը,

$$\frac{V_m}{\sin \beta} = \frac{V}{\sin \delta} = \frac{V}{\cos(\beta - \gamma)}, \quad V_m = \frac{V}{\cos(\beta - \gamma)}, \quad \text{բայց } \frac{\cos(\beta - \gamma)}{\sin \beta} = K_L$$

որտեղից $V_m = \frac{V}{K_L}$:



Նկ. 19. Հարաբերական սահքի հաշվարկային սխեմա:



Նկ.20. Պայմանական սայք:

5.2.2 ՏԱՇԵՂԻ ՉԵՎԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆԸ ՀԱՆՎՈՂ ՇԵՐՏԻ ՀԱՄԵՄԱՏՈՒԹՅԱՄԲ:
ՏԱՇԵՂԻ ԿԾԿՄԱՆ, ՀԱՍՏԱՑՄԱՆ ԵՎ ԼԱՅՆԱՑՄԱՆ ԳՈՐԾԱԿԻՑՆԵՐԸ:
ՏԱՇԵՂԻ ԿԾՄԱՆ ԳՈՐԾԱԿՑԻ ՈՐՈՇՄԱՆ ՓՈՐՁԱԿԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ:
ՆՐԱՆՑ ԿԱՊԱԿՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿՏՐՄԱՆ ՏԱՐԲԵՐԻՑ ԵՎ ԿՏՐԻՉԻ
ԵՐԿՐԱԶԱՓՈՒԹՅՈՒՆԻՑ

Երբ կտրման շերտը վերածվում է տաշեղի, ապա տաշեղի չափերը՝ երկարությունը, լայնությունը և հաստությունը տարբերվում են կտրված շերտի չափերից: Եթե կտրվող շերտի երկարությունը L է, հաստությունը a , իսկ լայնությունը b , ապա տաշեղի երկարությունը $L_{տ}$, հաստությունը $a_{տ}$, իսկ լայնությունը $b_{տ}$, ընդ որում $L_{տ} < L$, $a_{տ} > a$ և $b_{տ} > b$: Այսպիսով, համեմատելով տաշեղի չափերը կտրվող շերտի հետ, կարելի է ասել, որ տաշեղը կարճ է, հաստ և լայն: Կտրվող չափերի հետ համեմատած տաշեղի չափերի փոփոխման աստիճանը բնութագրվում է Δ -ի փոփոխման երեք գործակիցներով՝ $K_L = L_{տ} / L$, $K_a = a_{տ} / a$, $K_b = b_{տ} / b$: Քանի որ տաշեղի ծավալը հավասար է կտրվող շերտի ծավալին, ապա $L \cdot a \cdot b = L_{տ} \cdot a_{տ} \cdot b_{տ}$ և $K_L = K_a \cdot K_b$:

Տաշեղի կծկման գործակիցը կարելի է որոշել 2 եղանակով՝ չափելով տաշեղի երկարությունը և կշռելով տաշեղը: Առաջի եղանակի դեպքում մշակվող դետալի նախապես կատարում են ակոսներ, չափում նրանց միջև հեռավորությունը, իսկ մշակելիս, հասնելով ակոսին տաշեղը ընդհատվում է: Եթե միակտոր տաշեղը որոշակի երկարության վրա դժվար է ստանալ, ապա այդ դեպքում տաշեղը կշռում են: Քանի որ $K_L = L_{տ} / L = a_{տ} / a = b_{տ} / b$, ապա $a_{տ} \cdot b_{տ}$ տաշեղի լայնական հաստությոը կարելի է որոշել, կշռելով $L_{տ} = 10...20$ մմ երկարություն ունեցող տաշեղներ: Եթե տաշեղի քաշը G է, իսկ նյութի խտությունը՝ ρ , ապա

$$G = \frac{a_{տ} \cdot b_{տ} \cdot L_{տ} \cdot \rho}{10^3}, \quad \text{տաշեղի կծկման գործակիցը} \quad K_L = \frac{G \cdot 10^3}{L_{տ} \cdot \rho \cdot a \cdot b}:$$

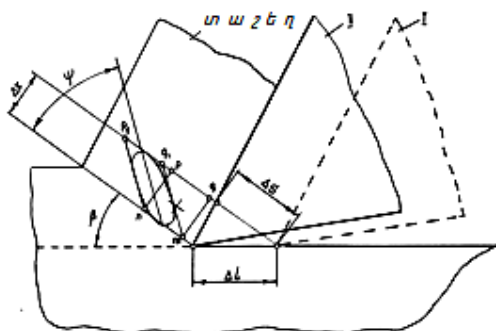
$$\text{Շրջատաշման ժամանակ} \quad a \cdot b = s \cdot t, \quad \text{ուրեմն} \quad K_L = \frac{G \cdot 10^3}{L_{տ} \cdot \rho \cdot s \cdot t}:$$

Տաշեղի կծկման գործակցի վրա հիմնականում ազդում են մշակվող նյութի տեսակը և մեխանիկական հատկությունները, գործիքի առջևի անկյունը, կտրվող շերտի հաստությունը, կտրման արագությունը և յուղող-հովացնող հեղուկի տեսակը:

Պլաստիկ նյութեր մշակելիս կծկման գործակիցը մեծ է քան փխրուն նյութեր մշակելիս: Մեծացնելով γ անկյունը կծկման գործակիցը փոքրանում է: Կտրվող շերտից կծկման գործակիցը քիչ է կախված, բայց այն կարող է լինել զգալի որոշակի կտրման արագություններում: Յուղող-հովացնող հեղուկները փոքրացնում են շփման գործակիցը, փոքրացնելով տաշեղի կծկման գործակիցը, ընդ որում էֆեկտը բարձրանում է, երբ փոքրացնում են կտրվող շերտի հաստությունը:

6. ՏԱՐԲԱՅԻՆ ՏԱՇԵՂԻ ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ՊՐՈՑԵՍԸ

Հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ տաշեղ վերածվող տարրի ծավալում տեղի են ունենում զգալի



Նկ. 21. Տարրային տաշեղի առաջացման սխեմա:

կետում: Դրա հետ մեկտեղ զուգահեռագծի մոճո կողմը կծկվում է մինչև զրո չափը: Այդ ամենի արդյունքում մոճոն զուգահեռագիծը, որը պատկանում էր կտրվող շերտին, վերածվում է մոզք տաշեղի տարր: Երբ մշակվող

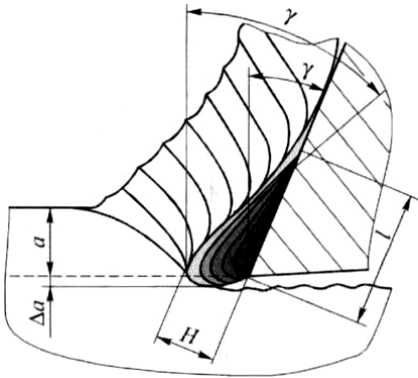
սեղման դեֆորմացիաներ, որոնք առաջացնում են կտրվող շերտի հոսույթ առջևի մակերևույթի վրա, որի ուղղությունը ուղղահայաց և զուգահեռ է գործիքի սայրին: Կտրվող շերտի վերածումը տաշեղի տարրի կատարվում է հետևյալ կերպ (նկ. 21): Տեղաշարժվելով ΔL հեռավորությամբ, գործիքի առջևի մակերևույթը ազդում է կտրվող շերտի ծավալի վրա, որը սահմանափակված է մոճոն զուգահեռագծով: Երբ սեղման լարումները կգերազանցեն նյութի հոսունության սահմանը, կսկսվի նրա հոսույթը առջևի մակերևույթի վրայով և մոճո կետը կհատվի ոչ թե k կետում, ինչպես հոծ

տաշեղի առաջացման ժամանակ, այլ կհատվի q

դետալի նյութի պլաստիկության պաշարը կհասնի իր սահմանին, կատարվում է նյութի քայքայում սահքապոկման հարթության վրա և կոտրված տարրը առջևի մակերևույթով բարձրանում է վերև: Որքանով մեծ է կտրվող շերտի դեֆորմացիաները, այնքան սեղանի ժողովրդական և զրկողները երկարությամբ տարբերվում են մեկը մյուսից և տարրային տաշեղի տեսքը նմանվում է եռանկյունու: Սեղմող դեֆորմացիաները առաջ են բերում տաշեղի հիմքի լայնացում, և այն շատ ավելի զգալի է, քան հոծ տաշեղի առաջացման ժամանակ:

7. ՄԱԿԱՃԱԳՈՅՈՒՄ

7.1. ՄԱԿԱՃԻ ԲՆՈՒՅԹԸ ԵՎ ՆՐԱ ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ



Նկ. 22. Մակաճի առաջացում

Կոնստրուկցիոն նյութերի մեծ մասի կտրման ժամանակ, որոշակի պայմաններում առաջանում է մակաճագոյացման երևույթ: Մակաճ ասելով հասկանում են մշակվող նախապատրաստվածքի նյութի շատ թե քիչ անշարժ սեպաձև նյութը, որը տեղակայված է գործիքի կտրող սայրի մոտ: Հոծ տաշեղի գոյացման ժամանակ, որոշակի պայմաններում մակաճը առաջանալով առջևի մակերևույթի վրա, կարող է պահպանվել կտրման պրոցեսի ավարտից հետո: Ընդհատում կտրման ժամանակ, երբ առաջանում է տարրային տաշեղ, մակաճը առջևի մակերևույթի վրա չի մնում, այլ

հեռացվում է տաշեղի հետ: Տաշեղի արմատների մանրահեղուկների դիտարկումները ցույց են տալիս, որ մակաճը ունի բնորոշ շերտավոր կառուցվածք, ընդ որում, մակաճի կլորացված գագաթը միացվում է տաշեղի և կտրվող շերտի հետ: Մակաճի կարծրությունը 2,5...3 անգամ գերազանցում է մշակվող նյութի կարծրությունը: Մակաճի ձևը և չափերը կարելի է բնութագրել 3 հիմնական ցուցանիշներով՝ H բարձրությամբ, l ստորին լայնությամբ և γ անկյունով (նկ. 22):

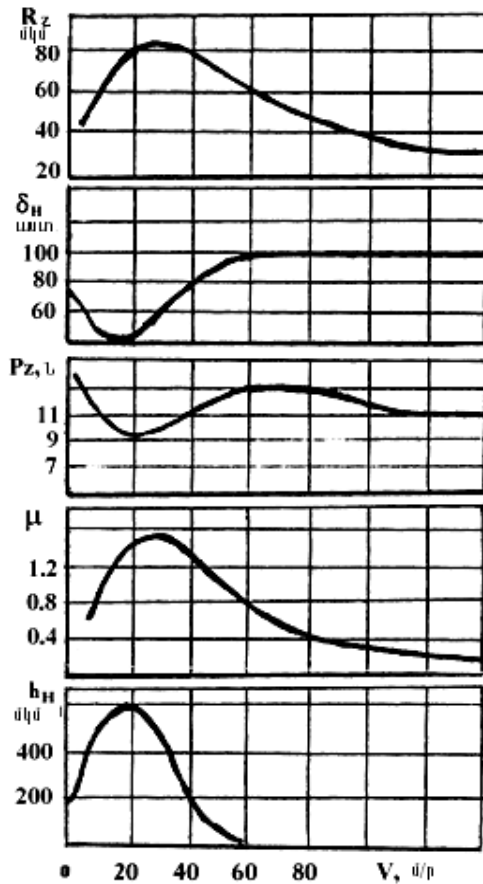
Բարձրիաճախականական կինոնկարա- հանման օգնությամբ պարզվել է, որ մակաճը չի հանդիսանում կայուն մարմին և շատ արագ փոխում է իր չափերը: Վայրկյանի հարուրերորդ մասերում աճում է՝ հասցնելով իր բարձրությունը մեծագույն արժեքին, իսկ հետո մասնակի կամ լիովին քայքայվում է: Քանի որ մակաճը ավելի կարծր է, քան մշակվող նյութը և ունի սեպաձև տեսք, ապա այն որևէ ժամանակամիջոցում կատարում է կտրող սեպի դերը և գոյացող տաշեղը սկզբում տեղաշարժվում է ոչ թե գործիքի առջևի մակերևույթով, այլ մակաճի վրայով: Եվ, քանի որ մակաճի գագաթը «փոխարինում է» կտրիչի գագաթը, ապա կտրվող շերտի իրական հաստությունը Δa չափով մեծանում է a չափից:

Մակաճագոյացման ֆիզիկական բնույթը չափազանց բարդ է և նրա գոյացման համար անհրաժեշտ են հետևյալ պայմանները. 1) գործիքի առջևի մակերևույթը որոշակի չափի հարթակի վրա պետք է լիովին մաքրվի մակակլանված յուղային և օքսիդային թաղանթներից, 2) առջևի մակերևույթի վրա նորմալ հպման լարումները և ջերմաստիճանը պետք է լինեն այնպիսի, որ տաշեղի հպման շերտում առաջանում է այնպիսի լարման վիճակ, որի դեպքում չի կատարվում պլաստիկության պայմանները:

Բոլոր նյութերը կարելի է բաժանել նյութերի, որոնք հակված են մակաճագո- յացմանը, և նյութեր, որոնք հակված չեն առաջացնելու մակաճ: Առաջիններից են կոնստրուկցիոն, ածխածնային, լեգիրացված պողպատների մեծ մասը, գործ թուջը, ալյումինը, սիլումինը: Մակաճ չգոյացնող նյութերից են պղինձը, արույրը, բրոնզը, կապարը (Pb), անագը (Sn), միաված պողպատները, մեծ քանակով քրոմ և նիկել պարունակող լեգիրացված պողպատները:

7.2. ՄԱԿԱՃԻ ԱՁԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՄՇԱԿՎԱԾ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹԻ ՈՐԱԿԻ ԵՎ ԿՏՐՄԱՆ ՊՐՈՑԵՍԻ ՎՐԱ:

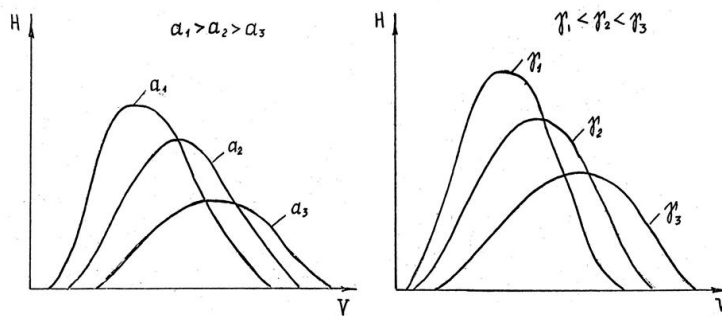
Ցածր կտրման արագություններով մշակելիս, գոյացող մակաճները հանդիսանում են ռեալ կտրող սայրեր, իրենց բնորոշ երկրաչափական տարրերով: Մակաճը ձեռք է բերում ակտիվ կտրող տարրի որակ, իսկ գործիքի կտրող տարրերը վերածվում են մակաճի առաջացման հենարանային մակերևույթների:



Օրինակ, ածխածնային պողպատներ մշակելիս, առաջացած մակաճր կախվում է կտրող սայրի վրա, ինչի հետևանքով ա) մակաճի բարձրության աճի հետ մեկտեղ մեծանում է փաստացի կտրման խորությունը և համապատասխանորեն փոխվում են մշակվող մակերևույթի չափերը, բ) մշակված մակերևույթների վրա մնում են մակաճի քայքայման նյութերը, տաղային ճաքեր և ցցված մասեր, ինչը բացասականորեն է ազդում մշակված մակերևույթի խորդուբորդությունների վիճակի վրա: Պլաստիկ չժանգոտվող պողպատներ մշակելիս առաջացած մակաճը չի կախվում գործիքի կտրող սայրի վրա այնպես, որ նախապատրաստվածքի վրա նոր մակերևույթները ձևավորվում են կտրման կետերում, պրակտիկորեն համընկնելով կտրող եզրերի հետ: Մակաճի քայքայման արդյունքում առաջացած նյութերը հեռացվում են տաշեղի հետ և մշակված մակերևույթի վրա չեն ընկնում: Մակաճի այսպիսի առաջացման և քայքայման բնույթը թույլ է տալիս ստանալ ավելի ճիշտ չափերով դետալներ և փոքրացնում է մշակված մակերևույթի խորդուբորդությունների բարձրությունը:

Նկ.23. Մակաճի բարձրության և կտրման տարրերի կապը՝ R_z – մշակված մակերևույթի մաքրությունն է, δ_H – կտրող սեպի անկյունն է, P_z – կտրման ուժն է, μ –ն՝ շփման գործակիցն է: Մշակվող նյութը՝ պողպատ 40X, մատուցումը՝ 0.2 մմ/պտ, կտրման խորությունը՝ 1.5 մմ:

7.3 ԿՏՐՄԱՆ ՏԱՐԲԵՐԻ ԱԶՂԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՄԱԿԱՃԻ ՄԵԾՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ



Նկ. 24. Կտրման V արագությունը, γ առջևի անկյունը, θ ջերմաստիճանը, a կտրվող շերտի հաստությունը և H մակաճի չափերը:

որ պողպատների մշակման ժամանակ մակաճի չափերը մեծագույնն են այն արագությունների դեպքում, երբ ջերմաստիճանը $\theta \approx 300^\circ\text{C}$ է, այն վերանում է, երբ $\theta \approx 600^\circ\text{C}$: Նկ.24ա և բ-ում պատկերված է կտրման արագության ազդեցությունը մակաճի չափերի վրա, երբ փոխվում են գործիքի առջևի անկյունը և կտրվող շերտի հաստությունը: Անկախ առջևի անկյան չափից և կտրվող շերտի հաստությունից $H=f(V)$ կորերը ունեն ուռուցիկ տեսք, բայց երբ γ անկյունը փոքր է, իսկ կտրվող շերտի a հաստությունը մեծ՝ կորերի բարձրությունը մեծ է, իսկ հիմքի երկարությունը փոքր: Բացի այդ, ինչքան փոքր է γ և մեծ a , կտրման արագության ավելի փոքր մեծության ժամանակ է մակաճի բարձրությունը հասնում իր մեծագույն արժեքին: Այդ ամենը հետևում է նրանից, որ γ անկյան փոքրացման և a մեծացման ժամանակ արագությունը պետք է լինի փոքր, որպեսզի

Մակաճի չափերի վրա ամենամեծ ազդեցությունը թողնում է կտրման V արագությունը (նկ.23): Շատ փոքր կտրման արագություններով մշակելիս մակաճը բացակայում է: Կտրման արագության աճի հետ մեկ տեղ մակաճի h_H բարձրությունը աճում է, հասնելով իր մեծագույն արժեքին, իսկ այնուհետև սկսում է փոքրանալ, որից հետո յուրաքանչյուր արագությամբ մշակելիս մակաճը բացակայում է: Սովորաբար մակաճի մեծագույն չափերը ստացվում են, երբ $V=15\dots30$ մ/րոպ: Փորձնականորեն պարզված է,

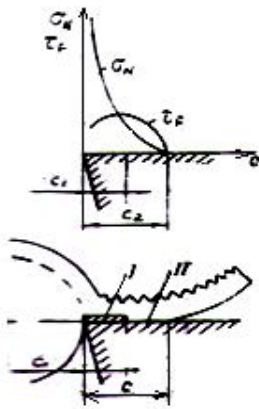
կտրման ջերմաստիճանը հասնի $300...600^{\circ}\text{C}$: Եթե առջևի անկյունը $\gamma = 40...45^{\circ}$, ապա մշակման յուրաքանչյուր պայմաններում մակաձ չի առաջանում: Այն ամենը ինչ փոքրացնում է ադիեզիայի ուժերը առջևի մակերևույթի վրա՝ փոքրացնում է մակաձի չափերը: Յուրող-հովացնող հեղուկների օգտագործումը, փոքրացնելով շփումը առջևի մակերևույթի վրա, փոքրացնում են առաջացնող մակաձի չափերը:

8. ԿՈՆՏԱԿՏԱՑԻՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐ ԿՏՐԻՉԻ ԱՌՁԵՎԻ

ՆԻՍՏԻ ՎՐԱ

8.1 ՇՓՄԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԿՏՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

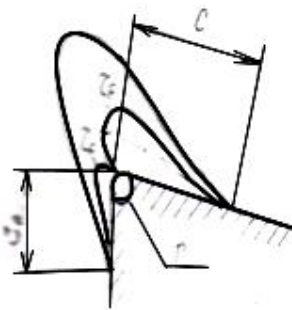
Ընդհանուր դեպքում առջևի մակերևույթի վրա գտնվող շփման մակերևույթը բաղկացած է 2 տեղամասերից C_1 լայնությամբ պլաստիկ հպման I տեղամասից և առաձգական հպման II տեղամասից (նկ.25): I տեղամասում գտնվում է արգելափակված շերտը, որի սահմաններում տաշեղը



շարժվում է ոչ թե առջևի մակերևույթով, այլ արգելակված շերտով, և տաշեղի շարժմանը ցուցաբերվող դիմադրությունը որոշվում է տաշեղի հպման շերտում սահքի դիմադրությամբ: Այդ տեղամասում արտաքին սահքի շփումը բացակայում է և փոխարինվում է տաշեղի առանձին շերտերի միջև “ներքին” շփումով: II տեղամասում տաշեղը անմիջականորեն հպվում է առջևի մակերևույթի հետ: Այստեղ գոյություն ունի արտաքին սահքի շփում և տաշեղի շարժման դիմադրությունը որոշվում է տաշեղի և առջևի մակերևույթների միջև շփումով: Պլաստիկ հպման C_1 լայնությունը կախված է գործիքի առջևի անկյունից, կտրվող շերտի հաստությունից և տաշեղի կծկման գործակցից. $C_1 = a[K_L(1 - \tan \gamma) + \sec \gamma]$, որտեղից երևում է, որ C_1 աճում են K_L և a , և նվազում, երբ γ անկյունը աճում է: Եթե գործիքի գլխավոր սայրը ունի թեքման λ անկյուն, ապա մեծացնելով λ -ը փոքրանում է: C_1/C հարաբերակցությունը չի գերազանցում 0,7, իսկ սովորական կոնստրուկցիոն նյութերի համար կազմում է 0,5:

Նկ. 25. Առջևի մակերևույթի վրա գտնվող շփման մակերևույթը:

8.2 ՆՈՐՄԱԼ ԵՎ ՇՓՄԱՆ ՈՒԺԵՐԸ ԿՏՐԻՉԻ ԱՌՁԵՎԻ ՆԻՍՏԻ ՎՐԱ: ՇՓՄԱՆ ՄԻՋԻՆ ԳՈՐԾԱԿԻՑԸ, ՇՓՄԱՆ ԱՆԿՑՈՒՆԸ

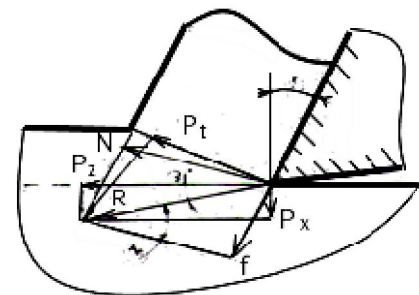


Նկ. 26-ում բերված է հպման լարումների էպյուրները σ_N նորմալը և τ_F շոշափող լարումները գործիքի առջևի և հետին մակերևույթների վրա: Նորմալ լարումների էպյուրը C և C_2 հպման մակերևույթների վրա չի ընդհատվում, իսկ շոշափող լարումները այդ մակերևույթների վրա անկախ են մեկը մյուսից: Նկ.26-ում պատկերված են նույն էպյուրները, բայց այս դեպքում կտրիչի գագաթը չունի կլորացում: Նորմալ հպման լարումները ունեն մեծագույն արժեք կտրիչի սայրի մոտ, հեռանալով կտրման սայրից, նրանք միալար նվազում են մինչև 0:

Նկ. 26. Հպման լարումների էպյուրներ :

Այլ կերպ են իրենց պահում շոշափող լարումները I տեղամասում, սկզբում, հեռանալով գործիքի սայրից τ_F , աճում է, հասնելով մեծագույն արժեքին՝ սկսում են նվազել: Իսկ II տեղամասում τ_F անընդհատ նվազում է մինչև 0: Երբ $\lambda = 0$, ազատ կտրման ժամանակ N նորմալ և F շփման ուժերը կարելի է որոշել, եթե հայտնի են կտրվող շերտի վրա ազդող և կտրման արագության վեկտորի հետ համընկնող $P'Z$ ուժը և նրան ուղղահայաց $P'X$ ուժը (նկ. 27): $P'Z$ և $P'X$ հավասարազոր ուժը հանդիսանում է տաշեղագոյացման R ուժը, որը թեքված է կտրման ուղղությամբ $\omega = \arctg(P'X / P'Z)$:

Օգտվելով նկ.27-ից կարելի է գրել.



Նկ. 27. Հպման լարումների սխեմա:

$$\begin{cases} N = \frac{P'z}{\cos\omega} \cos(\omega + \gamma) \\ F = \frac{P'z}{\cos\omega} \sin(\omega + \gamma) \end{cases}$$

Ամոնտոնի շփման օրենքով հաշվարկած շփման միջին գործակիցը՝

$$\mu = F/N = \operatorname{tg}(\omega + \gamma):$$

Այսպիսով, առջևի մակերևույթի շփման ζ անկյունը կապված է գործիքի առջևի և ազդեցության անկյուններից հետևյալ կերպ $\zeta = \omega + \gamma$: Այս բանաձևից երևում է, որ երբ առջևի անկյունը հաստատուն է, ապա ազդեցության անկյունը, աճում է, եթե աճում է շփման միջին գործակիցը:

Առջևի մակերևույթ-տաշեղ շփվող գույզի շփման միջին գործակցի մեծությունը որոշվում է մշակվող նյութի և գործիքանյութի ադհեզիոն փոխազդեցության հակվածության աստիճանով: Որքանով մեծ են ադհեզիոն ուժերի ազդեցության արդյունքում առաջացած ինտերմետաղական կապերը, այնքանմեծ է շփման միջին գործակիցը: Մեծացնելով մշակվող նյութի մեխանիկական հատկությունները՝ շփման միջին գործակիցը փոքրանում է: Մշակվող նյութի հետ գործիքանյութի ադհեզիոն հարակցման ինտենսիվությունը մեծամասամբ որոշվում է գործիքանյութի հակվածությամբ առաջացնել իր մակերևույթի վրա օքսիդային թաղանթներ, որոնք խոչընդոտում են հարակցմանը: Այն գործիքանյութերի համար, որոնք հակված են առաջացնել ամուր օքսիդային թաղանթներ, շփման միջին գործակիցը փոքր է: Դրա հետ կապված՝ միակարբիդային համաձուլվածքների համար շփման գործակիցը մեծ է, քան երկկարբիդային համաձուլվածքների համար:

9. ԿՏՐՄԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔԸ ԵՎ ՆՐԱ ԲԱՂԱԴՐԻՉՆԵՐԸ

9.1. ԿՏՐՄԱՆ ՈՒԺԸ, ՈՒԺԻ ՏՐՈՂՈՒՄԸ ԲԱՂԱԴՐԻՉՆԵՐԻ, ՉԱՓՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ ԵՎ

ՄԻՋՈՑՆԵՐԸ: ԿՏՐՄԱՆ ՌԵԺԻՄՆԵՐԻ ԵՎ ՈՒԺԵՐԻ ՄԻՋԵՎ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՓՈԽԿԱՊՎԱԾՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Կտրման ընթացքում կտրող գործիքի սայրի վրա ազդում են իր բանվորական շարժմանը հակառակ ուղղված դիմադրության ուժերը: Այդ ուժերի արդյունաբարը կոչվում է **կտրման ուժ**: Դիմադրող ուժերը կայուն չեն՝ իրենց մեծությունները կարող են տատանվել $\pm(5 \dots 10)\%$ միջին չափից: Կայուն չե նաև կտրման ուժի ուղղությունը, որն փոխվում է իր չափի փոփոխման հետ մեկ տեղ: Պարբերական փոփոխումները (տատանումները) կարող են առաջացնել անցանկալի թոթոցներ:

Սայրերի բանվորական շարժման խոչընդոտներից են՝

- մշակվող նյութերի դիմադրությունը տաշեղագոյացման պլաստիկ դեֆորմացիային;
- պլաստիկորեն դեֆորմացված մշակվող մետաղի դիմադրությունը քայքայմանը նոր մակերևույթների առաջացման գոտիներում;
- հատվող տաշեղի դիմադրությունը ծռման լրացուցիչ դեֆորմացիայի և կոտրմանը;
- գործիքի սայրի և բանվորական մասի այլ շփվող մակերևույթների վրա առաջացող շփման ուժերը:

Կտրման ուժը ընդունված է նշանակել **P** տառով և արտահայտել նյուտոններով (**Ն**) կամ կիլոնյուտոններով (**կՆ**):

Կտրման ուժի ուղղության և մեծության որոշումը անհրաժեշտ է մի շարք տեսական և պրակտիկ խնդիրների լուծման նպատակով, օրինակ՝ կտրման էֆեկտիվ հզորության որոշմանը համար, մետաղահատ հաստոցների արագության և մատուցման տուփերի աստամանիկային փոխանցումների և լիսեռների փոխանցվող ոլորող մոմենտների հաշվարկների համար, ոչ կոշտ լիսեռների մշակման ընթացքում առաջացող ծռման չափի և հետևաբար տրամագծի ճշտության որոշման համար, գործիքների և հարմարանքների կոնստրուկցիաների կոշտության նամրության հաշվարկների համար և այլն: Կտրման ուժի ազդման կետը ընդունվում է տարբեր, կախված լուծվող խնդրից: Եթե դիտարկվում է կտրման ուժի ազդեցությունը կտրիչի վրա, ապա ուժի կիրառման կետը ընդունում են կտրիչի գագաթը, իսկ եթե դիտարկվում է մշակվող նախապատրաստվածքը, ապա ընդունում են, որ ուժի կիրառման կետը գտնվում է նախապատրաստվածքի

առավելագույն շառավղով շրջանագծի վրա, այսինքն կիրառվում է առավելագույն ոլորող մոմենտների սկզբունքը: Տեսականորեն ավելի հիմնովին է դիտարկել կտրման արդյունաբար ուժի կիրառման կետը սայրի փաստացի կտրող մասի միջակայքին:

Հաշվարկների հարմարավետության նպատակից ելնելով կտրման արդյունաբար ուժը մետաղների կտրման տեսությունում դիտարկում են **xyz** դեկարտյան կոորդինատային համակարգում: Այստեղ ընդունված են կողմնորոշման հետևյալ սկզբունքները (դիտարկելով շրջատաշման դեպքը)՝ կոորդինատային համակարգի սկիզբը ընդունված է համատեղել կտրիչի գագաթի 1 կետի հետ, որն գտնվում է նախապատրաստվածքի պտտման առանցքի բարձրության վրա (նկ. 28), **x** առանցքը հորիզոնական է և զուգահեռ մշակվող նախապատրաստվածքի պտտման առանցքին, **y** առանցքը հորիզոնական է և ուղղահայաց վերոհիշյալ առանցքին (սովորաբար կտրիչակալը տեղակայում են այդ առանցքին զուգահեռ); **z** առանցքը ուղղաձիգ է և ուղղված է դեպի ցած: Կտրման **P** հավասարագոր ուժի վեկտորը կարելի է պրոյեկցել **x**, **y** և **z** առանցքների վրա, առաջացնելով համապատասխանաբար **P_x** , **P_y** և **P_z** **առանցքային, շառավղային և ուղղաձիգ** (զլխավոր) բաղադրիչները:

P_x առանցքային բաղադրիչը հավասար է մշակվող նյութի դիմադրության կտրիչի ներխրմանը **S** մատուցման ուղղությամբ և այդ ուղղությամբ գործող շփման ուժերին: **P_y շառավղային** բաղադրիչը կորացնում է մշակվող նախապատրաստվածքը հորիզոնական հարթությունում, ինչի պատճառով կարող է նվազել երկար լիսեռների ճշտությունը և առաջանան անցանկալի թոթոմները: **P_z ուղղաձիգ** (զլխավոր) բաղադրիչը գումարվում է հանվող շերտի տաշեղագոյացման հետ կապված պլաստիկ դեֆորմացիային դիմադրող, քայքայման և նոր մակերևույթների առաջացման և շփման ուժերից, որոնք ազդում են **z** առանցքի ուղղությամբ:

Որպես "կտրման ուժ" մեքենաշինության տեխնոլոգիայում և մետաղների կտրման տեսությունում հասկանում են **P_z ուղղաձիգ** (զլխավոր) բաղադրիչը, նշելով այն **P** տառով առանց ինդեքսի: Բաղադրիչների նշանակումները օգտագործվում են միայն անհրաժեշտ հաշվարկների դեպքերում: Համաձայն վեկտորների գումարման սկզբունքների՝

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}$$

9.2. ՏԱՇԵՂԱԳՈՅԱՑՄԱՆ ԵՎ ՏԵՄԱԿԱՐԱՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ:

ՀԱՆՎՈՂ ՇԵՐՏԻ ԴԵՖՈՐՄԱՑԻԱՅԻ, ԿՏՐԻՉԻ ԱՌՋԵՎԻ ԵՎ ՀԵՏԻՆ ԼԻՍՏԵՐԻ ՎՐԱ ՇՓՄԱՆ ՈՒԺԵՐԻ ԿԱՏԱՐԱԾ ԱՇԽԱՏԱՆՔ

Կտրման վրա ծախսվող թույլեական աշխատանքը կազմված է երեք մասերից. **A₁** – կտրող շերտի դեֆորմացման, **A_{2փ.ա.}** – առջևի մակերևույթի շփման և **A_{2փ.հ.}** – հետին մակերևույթի շփման թույլեական աշխատանքներից. **A = A₁ + A_{2փ.ա.} + A_{2փ.հ.}**:

Քանի որ գործիքի հետին մակերևույթի վրա ազդող ուժերը տաշեղագոյացման պրոցեսում չեն մասնակցում, ապա **A = A₁ + A_{2փ.տ.}**: Աշխատանքների գումարը անվանում են **A_{տ.}** - տաշեղագոյացման աշխատանք:

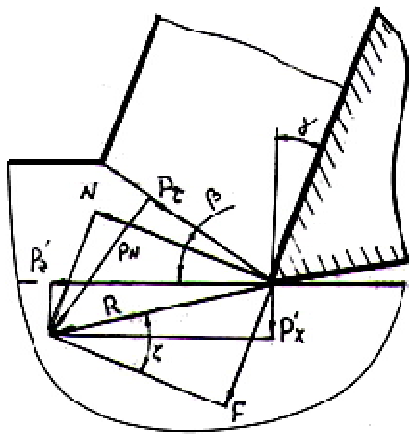
Տեսակարար աշխատանքը հավասար է թույլեական աշխատանքը բաժանած թույլեռն հեռավոր շերտի ծավալի վրա, որը հավասար է: Այսպիսով, **e = e₁ + e_{2փ.ա.} + e_{2փ.հ.}**: **e₁ + e_{2փ.ա.}** գումարը անվանում են տաշեղագոյացման տեսակարար աշխատանք:

Եթե հայտնի է **P_z** կտրման բաղադրիչը, այն իր ուղղությամբ համընկնում է կտրման արագության **V** վեկտորի հետ, ապա կտրման աշխատանքը **A = P_z · V**: Կտրման տեսակարար աշխատանքը **e = P_z / ab**:

Կտրվող շերտի դեֆորմացման աշխատանքը իրենից ներկայացնում է պայմանական սահքի մակերևույթի վրա կատարվող սահքի աշխատանքը՝ **A₁ = P_c V_c**:

Սահքի ուժը գտնենք նկ.29-ից:

$$P_c = R \cos(\omega + \beta) = \frac{P'_z}{\cos \omega} \cos(\omega + \beta)$$



Ինչպես հայտնի է սահքի արագությունը՝

$V_c = V \frac{\cos \gamma}{\cos(\beta - \gamma)}$, տեղադրելով դեֆորմացման բանաձևի մեջ կստանանք

$$A_n = P' z V \frac{\cos(\omega + \beta) \cos \gamma}{\cos \omega \cos(\beta - \gamma)};$$

Դեֆորմացման տեսակարար աշխատանքը

$$e_n = \frac{P' z}{a \cdot b} \cdot \frac{\cos(\omega + \beta) \cos \gamma}{\cos \omega \cos(\beta - \gamma)};$$

Շփման աշխատանքը առջևի մակերևույթի վրա

$$A_{շփ.ա.} = F V_F : V_F \text{ արժեքները, կստանանք}$$

$$A_{շփ.ա.} = P' z V \frac{\sin(\omega + \gamma)}{K_L \cdot \cos \omega}$$

Տեսակարար շփման աշխատանքը առջևի մակերևույթի վրա

$$e_{շփ.ա.} = \frac{P' z}{a \cdot b} \frac{\sin(\omega + \gamma)}{K_L \cdot \cos \omega} ;$$

Նկ. 29. Կտրման աշխատանքի բաղադրիչների հաշվարկի ուժային սխեմա:

Շփման աշխատանքը հետին մակերևույթի վրա կարելի է

$$A_{շփ.ա.} = P' z V \frac{\sin(\omega + \gamma)}{K_L \cdot \cos \omega}$$

գտնել ինչպես կտրման աշխատանքի, A_n և $A_{շփ.ա.}$ գումարների տարբերությունը՝

$$\begin{cases} A_{շփ.ա.} = A - (A_n - A_{շփ.ա.}) \\ e_{շփ.ա.} = e_n - e_{շփ.ա.} \end{cases}$$

Եթե հնարավոր լինի որոշել F_1 շփման ուժը, որը շոշափող է կտրման մակերևույթին, ապա՝

$$\begin{cases} A_{շփ.հ.} = F_1 V \\ e_{շփ.հ.} = F_1 / ab \end{cases}$$

9.3. ԿՏՐՄԱՆ ՈՒԺԻ ԲԱԳԱՂԱՐԻՉՆԵՐԸ:

Նկարից պարզ երևում են կտրման P ուժի բաղադրիչները $XOYZ$ կոորդինատային համակարգում՝ P_x , P_y և P_z ,

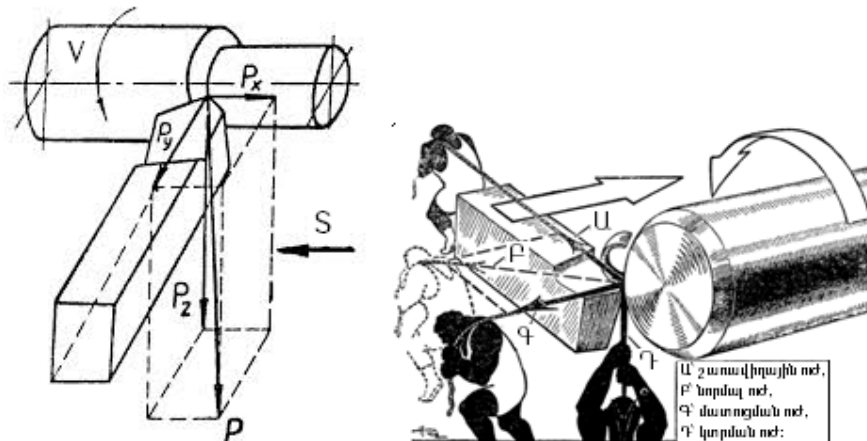
այստեղ $P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}$: Այստեղ բաղադրիչները որոշվում են ըստ փորձնական արդյունքներով ստացված

էմպիրիկ բանաձևի, որի հաշվարքի անհրաժեշտ աստիճանային ցուցիչները և գործակիցները տրված են տեղեկատվությունում և հաշվի են առնվում փաստացի պայմաններից ելնելով՝

$$P_{x,y,z} = 10 C_p \cdot t^s \cdot V^n \cdot K_p \quad (\text{Ն}):$$

Ընդունված է հաշվարկել կտրման հզորությունը ըստ բանաձևի՝

$$N = \frac{P_z V}{1020 \times 60} \quad (\text{կՎտ}):$$

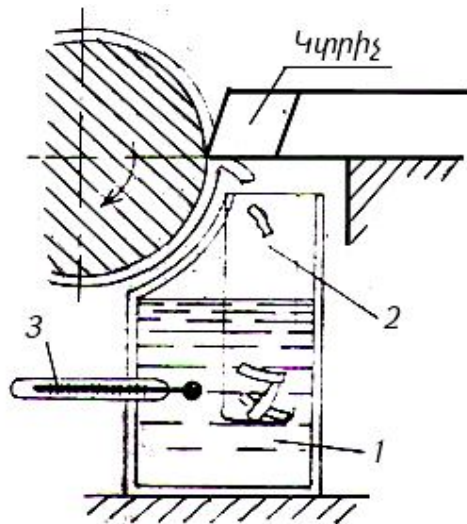


Նկ.28. Կտրման ուժի բաղադրիչները խառաստային շրջտաշման դեպքում:

10. ՋԵՐՄԱՅԻՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐ ԿՏՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

10.1 ՋԵՐՄԱՅԻՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ: ԿԱԼՈՄԵՏՐԱԿԱՆ, ԱՐՀԵՍՏԱԿԱՆ ԵՎ ԲՆԱԿԱՆ ՋԵՐՄԱԶՈՒՅԳԵՐ, ՆՐԱՆՑ ԱՍՏԻՃԱՆԱՎՈՐՈՒՄԸ

Ժամանակակից հետազոտություններում կիրառում են ջերմային երևույթների հետազոտման բազմազան եղանակներ, որոնք հիմնվում են ջերմային երևույթների տարբեր դրսևորումների վրա: Առաջին հետազոտությունները կատարվում էին կալորիմետրական եղանակի ձևով, չափման տեխնիկայի զարգացումն հնարավորություն տվեց կիրառել գործիքների և/կամ նախապատրաստվածքների մեջ ներդրվող ջերմազույգեր և կատարել ջերմաստիճանի չափումները անմիջապես կտրման ընթացքում: Օգտվելով այն հանգամանքից, որ էլեկտրահաղորդիչ գործիքանյութերից պատրաստված գործիքների և մշակվող նույնպես էլեկտրահաղորդիչ նախապատրաստվածքների միջև մշակման ընթացքում առաջանում է էլեկտրական պոտենցիալների տարբերություն, որի մակարդակը կախված է (մնացած անփոփոխ կտրման գործընթացի պարագաների դեպքում) միայն կոնտակտային գոտում միջին ջերմաստիճանից (հաշվի առնելով նաև շրջապատի ջերմաստիճանը, քանի որ չափվող պոտենցիալը կախված է այդ ջերմաստիճանների տարբերությունից): Այդ եղանակը անվանել են “բնական ջերմազույգերի եղանակ”: Չափումների ընթացքում գրանցվում են *ջերմա-էլ.շու-երը* (արտահայտված միլիվոլտերով) կտրման գործընթացի *տարբեր պարագաների դեպքում*, որոնք վերամշակվում են ջերմաստիճանների էտալոնային *ջերմա-էլ.շու. – ջերմաստիճան* կախվածության միջոցով: Կիրառում են նաև “*կիսաառիեստական*” ջերմազույգերի եղանակը, երբ նախապատրաստվածքը կամ գործիքը հանդիսանում են որպես ջերմազույգի թևերից մեկը, իսկ մյուս թևը տեղադրվում է հետազոտվող մարմնի ներսում նախապես կատարված անցքում մեկուսիչի մեջ, ազատ կողմը եռակցելով մարմնի նյութի հետ հնարավորին մոտիկ կտրման գոտուն: Այստեղ ջերմաստիճանը որոշվում է նույն սկզբունքներից ելնելով, ինչ բնական ջերմազույգերի եղանակի դեպքում: Արագ, բայց համեմատաբար կոպիտ եղանակներից է *ջերմազգայուն ներկերի եղանակը*: Ջերմազգայուն ներկերը արտադրվում են մածուկների, լաքերի և մատիտների տեսքով, կարող են ունենալ նախնական գույնին վերադարձման հատկություն և թույլ են տալիս որոշել մակերևույթի ջերմաստիճանը 35 -1600°C սահմաններում բարդ մակերևույթների վրա $\pm 0.5 \dots \pm 10^\circ\text{C}$ ճշտությամբ: Եղանակը կարելի է կիրառել, եթե չափմանը մասնակցող զանգվածները բավականի մեծ են օգտագործվող ներկի զանգվածի հետ համեմատած, չափման ժամանակը էական նշանակություն չունի և ջերմաստիճանը նախապես հայտնի է որոշակի մոտավորությամբ որպեսզի նախապես ընտրվի անհրաժեշտ սահմաններում աշխատող ներկի մակնիշը կամ ներկերի խումբը: Ըստ ԽՍՀՄ ՏՈՒ 133-67 ստանդարտի, արտադրվում էին ջերմազգայուն ներկերի 23 տարատեսակ 45-800°C դիապագոն սպասարկելու համար: Ջերմաստիճանի չափման համար առանձին դեպքերում օգտագործվում է տաք մակերևույթներից *ինֆրակարմիր ճառագայթման* սպեկտրի բաղադրիչների համեմատական ինտենսիվության համակարգչային վերլուծությունը: Ջերմաստիճանների բաշխումը դիտարկվող մակերևույթների վրա տեսանելի և մատչելի ձևով ստանում են *ջերմավիզորներ* միջոցով (նման է հետախուզական և ռազմական տեխնիկայում օգտագործվող գիշերային տեսանելիության սարքավորումներին): Ջերմային (ինֆրակարմիր) ճառագայթումը վերափոխում են էլեկտրական ազդանշանների նաև *լույսադիոդների (ֆոտոդիոդների)* միջոցով, որոնք տեղադրվում են գործիքի կամ նախապատրաստվածքի նախապես որոշված տեղերում այնպես, որ հետազոտվող տեղամասից ճառագայթումը հասնի զգայուն տարրին առանձ նվազագույն կորուստներով, կիրառելով անհրաժեշտության դեպքում *օպտիկական մանրաթելեր*: Հետազոտություններում կիրառում են նաև տարածված մակնիշների *ինֆրակարմիր պիրոմետրներ*, որոնց միջոցով հնարավոր է մշակման ընթացքում որոշ հեռավորությունից չափել մշակված նորաստեղծ մակերևույթի և տաշեղի արտաքին մակերևույթի ջերմաստիճանները բավարար ճշտությամբ: Հարկ է նշել, որ նման չափումների կազմակերպման ժամանակ անհրաժեշտ է ապահովել օպտիկական առանցքի ճիշտ և կայուն դիրքը: Կտրման գործընթացի ջերմային բալանսի գումարը հաճախակի որոշում են *վատումետրով*՝ կտրման նպատակների համար օգտագործվող էլեկտրական էներգիայի հզորության չափումների միջոցով: Այս դեպքում պարտադիր է կատարել հզորության չափումները հաստոցի պարապ ընթացքի ժամանակ նույն ռեժիմներով, բայց առանց տաշեղահանմանը, որպեսզի ապագա հաշվարկներում անջատել էներգիայի ոչ էֆեկտիվ ծախսը:



Նկ.30. Կալորիմետրիկ չափման սխեմա:

Կալորիմետրական եղանակը թույլ է տալիս որոշել տաշեղին, դետալին և գործիքին անցնող ջերմության քանակը: Կալորիմետրը տեղակայվում է կտրիչի առջևի մակերևույթի դեմը (նկ. 30): Տաշեղը հավաքվում է 2 ցանցի մեջ: Կալորիմետրի իրանի մեջ տեղակայված է 3 սնդիկային ջերմաչափ: Դետալը պտտվում է դեպի ձախ, ինչը ապահովում է տաշեղի հավաքումը կալորիմետրի մեջ: Տաշեղի կամ կտրիչի միջին ջերմաստիճանը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

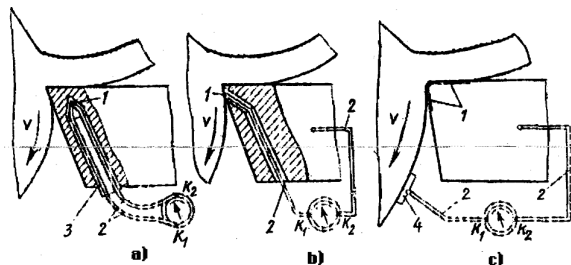
$$\theta = \theta_{\mu} + \frac{G_{\theta}(\theta_{\mu} - \theta_{\theta})}{c \cdot \epsilon}, \text{ որտեղ } \theta_{\mu} \text{ խառնուրդի}$$

ջերմաստիճանն է (ջրի ջերմաստիճանը կտրման պրոցեսից հետո, G_{θ} – ջրի զանգվածը կալորիմետրում, գրամ, θ_{θ} – ջրի սկզբնական ջերմաստիճանը, G – տաշեղի կամ կտրիչի զանգվածը, c – տաշեղի կամ կտրիչի ջերմունակությունը): Ջերմության քանակը, որը անցնում է

տաշեղին և կտրիչին, որոշում են հետևյալ բանաձևից՝

$$Q = (C_{տ\theta} - C_{\theta\theta}\theta_{\theta}) G,$$

որտեղ $C_{տ\theta}$ – տաշեղի կամ կտրիչի ջերմունակությունը, θ_{θ} – տաշեղի կամ կտրիչի սկզբնական ջերմաստիճանն է:



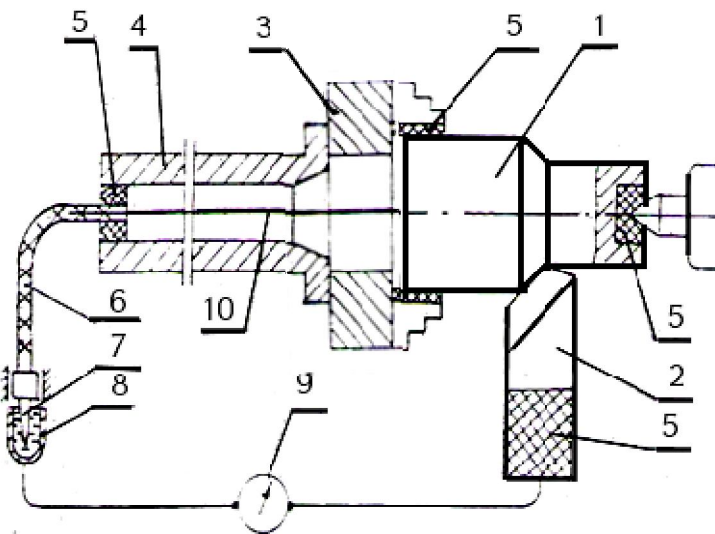
Նկ.31. Կտրման ջերմաստիճանի չափման եղանակները՝ *ա)* խառնուրդի ջերմաչափի միջոցով, *բ)* կիսաարհեստական ջերմաչափի օգնությամբ, *գ)* բնական ջերմաչափի՝ եղանակով:

Արհեստական, կիսաարհեստական և բնական ջերմաչափով կտրման ջերմաստիճանի չափման եղանակների սկզբունքային սխեմաները պատկերված են նկ. 31-ում:

Նկար 31-ում՝ 1- կոնտակտային գոտիներն են, 2- հաղորդալարերն են, որոնցով կատարված են ջերմաչափերի միացումները չափող գալվանաչափի K_1 և K_2 մուտքային կոնտակտներին: Ըստ *ա)* նկարի, կտրիչի իրանում կատարված է անցք, որի մեջ դրվում է 3 մեկուսիչ խողովակը, որի ներսում, իր հերթին, տեղադրվում է ստանդարտ ջերմաչափ (օրինակ, քրոմել-ալյումել), որը միացված է 2 լարերով գալվանաչափի

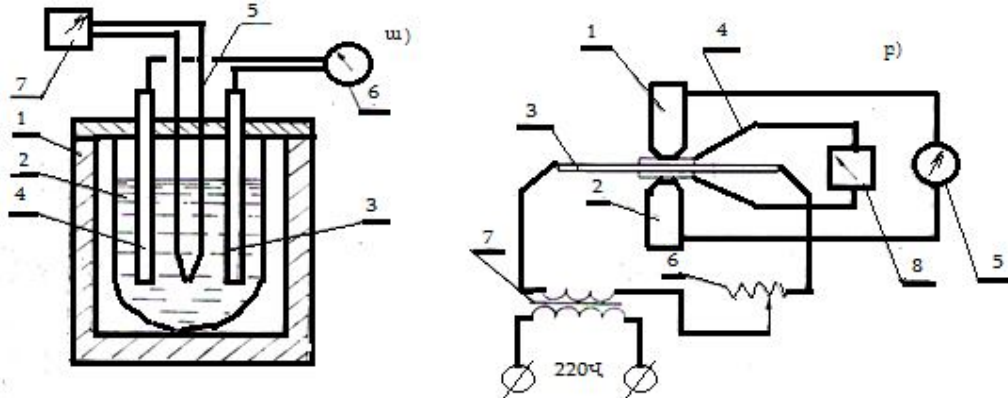
կոնտակտներին: Հաջորդող *բ)* նկարում պատկերված է նմանատիպ սխեմա այն տարբերությամբ, որ ստանդարտային ջերմաչափի փոխարեն այստեղ առկա է միայն մեկ թևը, օրինակ, քրոմելից պատրաստվածը, իսկ երկրորդ թևի դերը կատարում է կտրիչի նյութը, որի անցքի եզրում եռակցումով կամ զոդմամբ ստեղծված է անհրաժեշտ կոնտակտ: *գ)*-յում պատկերված “բնական ջերմաչափի” եղանակի դեպքում ջերմաչափերի թևերն են հանդիսանում կտրիչը և մշակվող նյութը, որի հետ կոնտակտվում է լար 2-ը 4 շփման կոնտակտի միջոցով:

Արհեստական ջերմաչափերի եղանակի առավելությունը կայանում է նրանում, որ օգտագործվում են ստանդարտ ջերմաչափեր, նախապես հայտնի բնութագրերով և այդ



Նկ.32. Բնական ջերմաչափերի եղանակի ընդլայնված սխեմա:

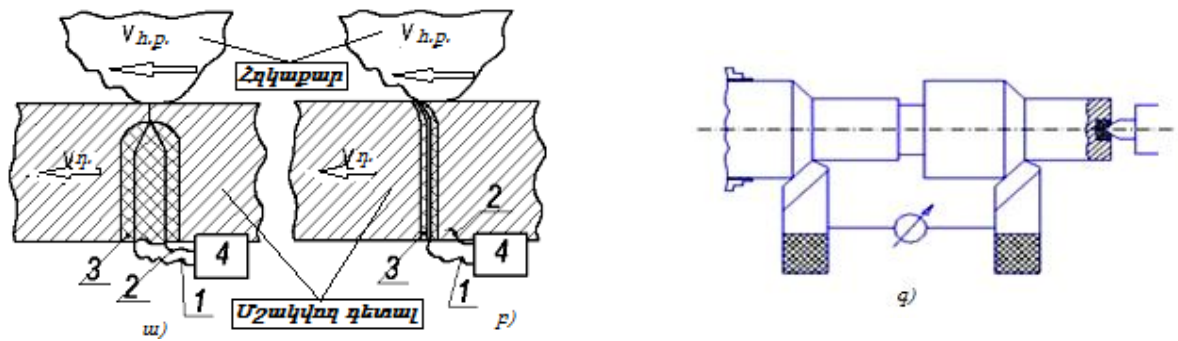
պատճառով չկա անհրաժեշտություն աստիճանավորել գրանցիչ սարքը: Պարզ և կատարելագործված եղանակ է ջերմաստիճանի չափումը **բնական ջերմազույգերով** (Նկ. 31, c և նկ. 32): Եղանակը հիմնված է նրա վրա, որ կտրման պրոցեսում գործիքի առջևի մակերևույթի և տաշեղի հետին մակերևույթի շփման տեղում բնական ձևով ստեղծվում են ջերմազույգեր, որի էլեկտրոդներն են հանդիսանում մշակվող դետալի նյութը և գործիքի կտրող մասի նյութը: Եթե մշակվող դետալը և գործիքը մտցնենք փակ էլեկտրական շղթայի մեջ, ապա ջերմաէլեմենտում առաջացող ջերմաէլեկտրական ուժի մեծությունը համեմատական է առաջացած ջերմազույգի ջերմաստիճանին: Նկ. 32-ում 1 մշակվող դետալը մեկուսացված է 3 կապիչից էրոնիտային միջադիրով, 5 խցանով: 2 կտրիչը մեկուսացված է կտրչակալից 5 էրոնիտային միջադիրներով: Մշակվող դետալը 10 պոնձե լարով միացված է 6 ճկուն լիսեռին, որը տեղակայված հաստոցի 4 իլի եզրին: Ճկուն լիսեռի 7 ծայրափողը իջեցված է 8 տաշտակի մեջ, որը լցված է սնդիկով:



Նկ. 33. Աստիճանաորման սխեմաներ:

9 միլիվոլտմետրը սեղմակներով միացված է կտրիչին և սնդիկավոր հոսանահին: Փակ էլեկտրական շղթան կազմված է դետալ-հաղորդիչ-ճկուն լիսեռ - հոսանահան-միլիվոլտ- մետր-կտրիչ-դետալ օղակներից: Որպեսզի միլիվոլտմետրի ցուցմունքները վերածվի Ցելսիուսի աստիճաններ, բնական կազմված ջերմազույգը պետք է նախապես ենթարկել հատուկ աստիճանավորման: **Աստիճանավորման** առաջին եղանակը (նկ. 33ա) կատարվում է հալած մետաղի մեջ: 1 էլեկտրավառարանի մեջ տեղադրում են 2 հալք կամ այլ դյուրահալ մետաղ, 3 և 4 մշակվող նյութից և գործիքանյութից պատրաստված ձողերը իջեցված են միևնույն խորության վրա, իսկ ազատ ծայրերից միացվում է 6 միլիվոլտմետրը, այն նույնը, որը օգտագործվել էր փորձերի ժամանակ: Ձողերի միջև տեղադրում են 5 վերահսկման ջերմազույգը, որը միացված է 7 գալվանաչափին, որի սանդակը բաժանված է Ցելսիուսի աստիճաններով: Համեմատելով 6 միլիվոլտմետրի և 7 գալվանաչափի ցուցմունքները՝ կառուցում են աստիճանավորման գրաֆիկը: Աստիճանավորման երկրորդ եղանակի դեպքում (նկ. 33բ) օգտագործվում է թիթեղավոր ջեռուցիչ: Մշակվող և գործիքանյութից պատրաստված 1 և 2 ձողերը որոշակի ուժով սեղմում են 3 նիքրոմային ջեռուցիչին: Ջեռուցիչին զոդված են երկու բարակ թիթեղներ պոնձից և կոնստանտանից և իրար հետ կազմում են 4 վերահսկիչ ջերմազույգը: 3 թիթեղի տաքացումը իրագործվում է փոփոխական հոսանքով, 7 տրանսֆորմատորի օգնությամբ: Տաքացման ջերմաստիճանի կարգավորման համար ծառայում է 6 ռեոստատը: Սահմանելով տաքացման տարբեր ջերմաստիճաններ՝ համեմատում են 5 բանվորական միլիվոլտմետրի ցուցմունքները 8 վերահսկիչ գալվանաչափի ցուցմունքների հետ և կառուցում են աստիճանավորման գրաֆիկը:

Որպես լրացում վեր նշված եղանակներին, կարելի է նշել ջերմաստիճանի չափման տարածված եղանակները հղկման ժամանակ (նկ. 34՝ ա) արհեստական ստանդարտային ջերմազույգով, և բ)՝ կիսաարհեստական ջերմազույգի եղանակով, ինչպես նաև երկկտրիչային եղանակը շրջտաշման դեպքում (Նկ. 34, գ):

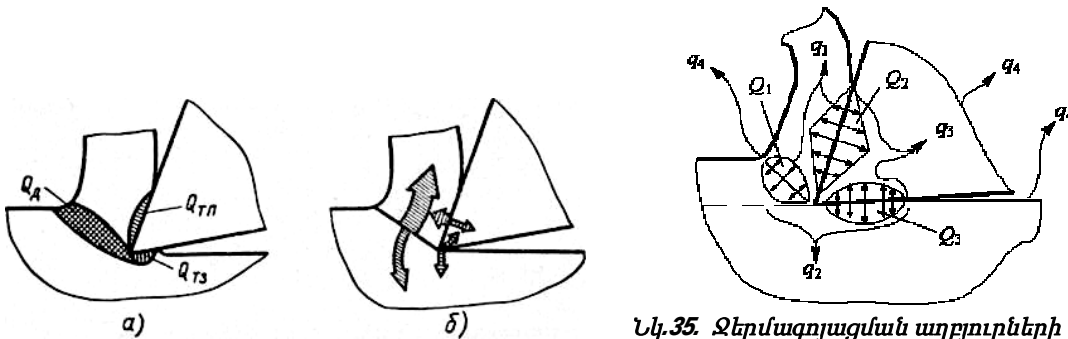


Նկ.34. Կտրման ջերմաստիճանի չափման եղանակները հղկման դեպքում (ա) և (բ), և երկու կտրիչների եղանակով (գ) շրջառժամանակ:

Եղանակների էությունը պարզ է պատկերված նկարներում, որտեղ 1-2-ը՝ էլեկտրահաղորդիչ լարերն են, որոնցով արհեստական կամ կիսաարհեստական ջերմագույգերը միացրած են 4 ջերմա-էլ.շ.ու.չափող սարքավորմանը, իսկ 3-ը՝ մեկուսիչ է: Երկու կտրիչների եղանակի դեպքում (Նկ.34, գ) նույն նախապատրաստվածքը մշակում են միաժամանակ 2 կտրիչներով հաշվի առնելով, որ **գործիք-նախապատրաստվածք** մեկ գույգի ջերմաէլեկտրական բնութագիրը հայտնի է, իսկ երկրորդ **գործիք-նախապատրաստվածք** գույգը ենթակա է հետազոտմանը, վերջնական նպատակ ունենալով որոշել ջերմաստիճանի կապը այլ գործոնների հետ:

10.2. ՋԵՐՄՈՒԹՅԱՆ ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԸ ԵՎ ՆՐԱ ԲԱՇԽՈՒՄԸ ԴԵՏԱԼԻ, ԳՈՐԾԻՔԻ ԵՎ ՏԱՇԵՂԻ ՄԻՋԵՎ: ՋԵՐՄԱՅԻՆ ԲԱԼԱՆՍԻ ՀԱՎԱՍԱՐՈՒՄԸ:

Հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ կտրման աշխատանքի 99,5% վերաժպում է ձերմության: Հաշվի առնելով ասվածը, կտրման պրոցեսում անջատվող ջերմությունը կարելի է արտահայտել հետևյալ բանաձևով՝



Նկ.35. Ջերմագոյացման աղբյուրների և ջերմության հոսքերի սխեմատիկ պատկերը կտրման ժամանակ:

$$Q = Q_{\eta} + Q_{2\phi.ա.} + Q_{2\phi.հ.}, \text{ որտեղ}$$

Q_{η} - դեֆորմացման ջերմությունն է, որը առաջանում է պայմանական սահքի հարթության վրա, $Q_{2\phi.ա.}$ - գործիքի առջևի, իսկ $Q_{2\phi.հ.}$ ՝ հետին մակերևույթի վրա առաջացող դեֆորմացման ջերմությունը: Առաջացած ջերմությունը ջերմագոյացման կենտրոններից տարածվում է ավելի սառը մասերին, բաշխվելով տաշեղի, դետալի և գործիքի միջև: Տաշեղի, դետալի և գործիքի միջև սահմանվում են հետևյալ ջերմային հոսքերը (նկ.35): Պայմանական սահքի հարթության վրա դեֆորմացման ջերմության մի մասը անցնում է տաշեղին՝ $Q_{\eta.տ.}$, առջևի մակերևույթի շփման գոտուց տաշեղին է անցնում շփումից առաջացած ջերմության մի մասը, որը հավասար է $Q_{2\phi.ա.} - Q_{\eta.տ.}$, որտեղ $Q_{\eta.տ.}$ - ջերմության քանակն է, որը անցնում է գործիքին: Այսպիսով տաշեղի ջերմաստիճանը որոշվում է գումարային ջերմային հոսքով՝

$$Q_{տ.} = Q_{\eta.տ.} + Q_{2\phi.ա.} - Q_{\eta.գ.}$$

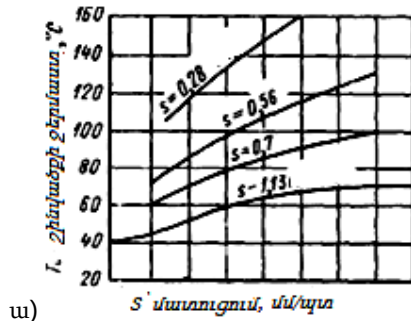
Պայմանական սահքի հարթության վրա դեֆորմացման ջերմության մի մասը $Q_{\eta.գ.}$ անցնում է դետալին: Հետին մակերևույթի շփման գոտուց գոյացած ջերմության մի մասը ևս անցնում է դետալին, որի մեծությունը որոշվում է $Q_{2\phi.հ.} - Q_{\eta.գ.}$, որտեղ $Q_{\eta.գ.}$ գործիքին անցնող ջերմությունն է: Այդ ամենի արդյունքում ջերմային հոսքը դեպի դետալ՝

$$Q_{\text{հետ.}} = Q_{\eta.} + Q_{2\text{փ.հ.}} - Q_{\text{հ.գ.}}$$

Գործիքի կտրող սեպի ջերմային դաշտը $Q_{\text{գոր.}} = Q_{\eta.} + Q_{\text{հ.գ.}}$: Այդ ամենի հիմքի վրա կարելի է գրել արտահայտություն, որը նկարագրում է ջերմության ծախսը՝

$$Q = Q_{\text{տ.}} + Q_{\text{հետ.}} + Q_{\text{գոր.}} + Q_{\text{մթ.}}, \text{ որտեղ}$$

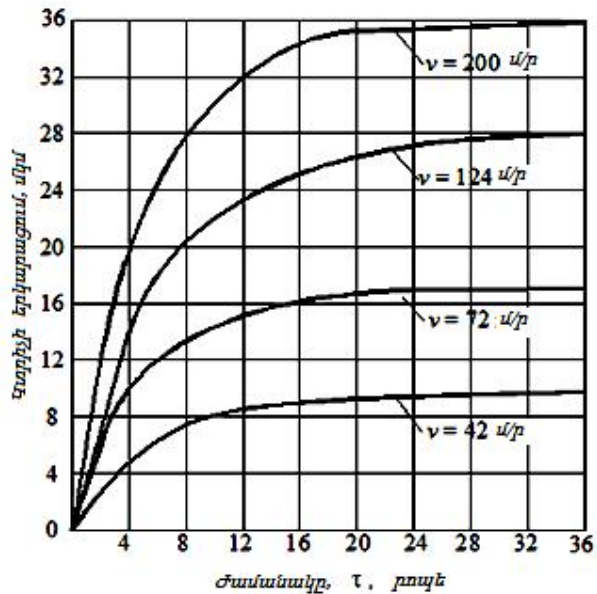
$Q_{\text{մ.ն.}}$ շրջակա մթնոլորտ անցնող ջերմություն է: Բերված բանաձևը ըստ էության նկարագրում է ջերմային բալանսը նյութերի կտրման ժամանակ: Ըստ նկ.35գ, $Q_1 = Q_{\eta.}$, $Q_2 = Q_{2\text{փ.ա.}}$, $Q_3 = Q_{2\text{փ.հ.}}$, $q_1 = Q_{\text{տ.}}$, $q_2 = Q_{\text{հետ.}}$, $q_3 = Q_{\text{գ.}}$, $q_4 = Q_{\text{մթ.}}$:



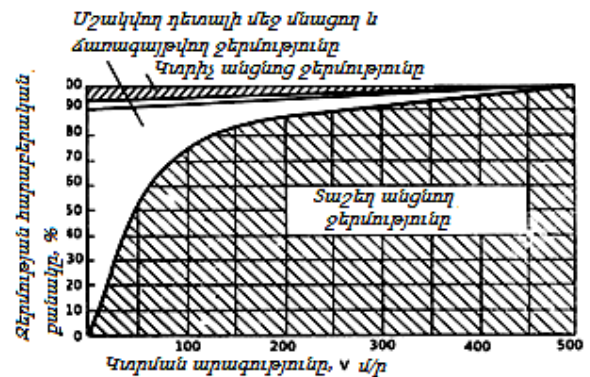
ա)

բ)

Նկ. 36. Ջերմային երևույթների փորձնական տվյալները՝ աղետալի ջերմաստիճանի կախվածությունը մատուցումից բ/կտրիչի երկարացումն կախված կտրման արագությունից և մշակման ժամանակից (առանց ընդհատումների), գ) ջերմության բաշխումը կախված կտրման արագությունից:



գ)



11. ԿՏՐՈՂ ԳՈՐԾԻՔՆԵՐԻ ՄԱՇՈՒՄԸ

11.1. ՄԱՇՄԱՆ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԲՆՈՒՅԹԸ

Կտրման ընթացքում գործիքի կոնտակտային մակերևույթները ենթարկվում են բավականի բարձր մեխանիկական բեռնվածությունների և ջերմաստիճանների ազդեցությանը, միաժամանակ սափքի բարձր արագությունների առկայությունը բերում է գործիքների քոռացմանը և մաշման օջախների առաջացմանը:

Գործիքի մաշման գործընթացը՝ սովորական երևույթ է, անխուսափելի է և գոյություն ունի կտրման ցանկացած պայմաններում: Խնդիրը կայանում է նրանում, որ կտրման պայմանները ապահովեն այդ գործընթացի նվազագույն կամ տնտեսապես հիմնավորված ինտենսիվությունը: Մաշման ինտենսիվությունը կախված է բազմակի ֆակտորներից՝ գործիքային և մշակվող նյութերի հատկություններից, կտրման ռեժիմներից, գործիքի երկրաչափական տվյալներից, քուկասատեցնող հեղուկների կիրառությունից, նրանց բաղադրությունից և կիրառման եղանակից: Կախված մշակման կոնկրետ պայմաններից, կոնտակտային

մակերևութների մաշման ֆիզիկական բնույթը կարող է բնորոշվել կամ մաշումով մեխանիկական տրորումի հետևանքով, կամ ֆիզիկա-քիմիական պրոցեսներով, որոնք սերտորեն կապված են ջերմաստիճանի հետ: Մետաղների կտրման ժամանակ տեղի ունեն աբրազիվային, ադիզիոն, դիֆուզիային և հոգնածային մաշումները:

Աբրազիվա-մեխանիկական մաշումը հանդես է գալիս գործիքի կոնտակտային մակերևութների քերծվածքային հատումների ձևով, որն արդյունք է մշակվող նյութի մեջ կարբիդների, ցեմենտիտի, սիլիկատների և այլ նման նյութերի հատիկների առկայությանը: Նախապատրաստվածքներում ձուլման կեղևի և հրաթեփի առկայությունը նույնպես բերում է այս տիպի ինտենսիվ մաշմանը: Որպես կանոն, գործիքային և մշակվող նյութերի կարծրությունների հարաբերության մեծացման հետ նվազում է աբրազիվային մաշումը, որն տեղի է ունենում նույնիսկ ցածր ջերմաստիճանների դեպքում:

Ադիզիոն (մոլեկուլյար) մաշում: Տաշեղի և գործիքի հավող մակերևութները բացարձակ հարթ (միապաղաղ) չեն, և փաստացի կոնտակտը տեղի է ունենում ըստ առանձին միկրոանհարթությունների: Բավականին մեծ կոնտակտային ճնշումները բերում են պաշտպանական թաղանթների քայքայմանը և այդ միկրոանհարթությունների սառը գոդմանը (կալչունությանը, մոլեկուլյար հարակցությանը), այսինքն՝ “ադիզիայի կամրջակների” ստեղծմանը: Տաշեղի շարժը առաջացնում է կամրջակներում տեղաշարժի լարումներ և քայքայում է այդ կամրջակները: Կախված համազոտ նյութերի ամրությունից, քայքայումը կարող է կատարվել կամ ըստ կամրջակի, կամ ըստ մշակվող նյութի, կամ ըստ գործիքի նյութի (որն թուլացված է նույն կետում կամրջակների պարբերական առաջացումներով և քայքայումներով): Վերջին դեպքում նկատի ունեն **հոգնածային մաշում:** Ադիզիայի առաջացման համար անհրաժեշտ են որոշակի պայմաններ, որոնք բնութագրվում են բավականի բարձր ջերմաստիճանով (մշակվող նյութի հալման աստիճանի մոտ 40% -ի չափով) և մեծ ճնշումով: Այս պայմանները առկա են, երբ կտրվող շերտը ունենում է կտրվածքի մեծ չափեր, իսկ կտրման արագությունը համեմատաբար ցածր է:

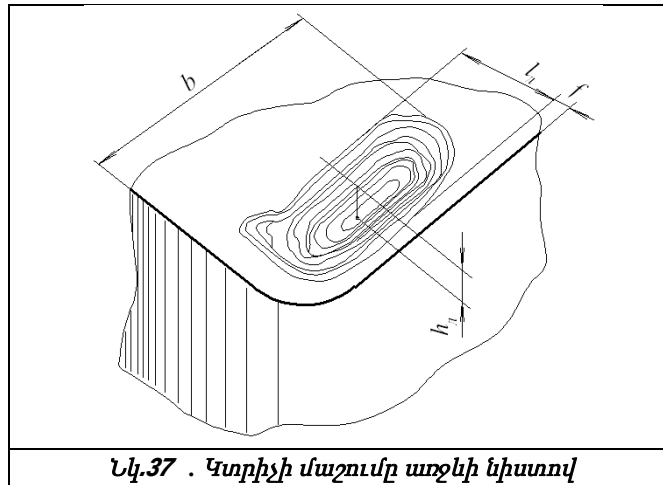
Դիֆուզիոն (փոխադարձ ներթափանցումային) մաշում: Կտրման ջերմաստիճանի աճը մինչև 900 – 1000 °C բերում է մշակվող և գործիքային նյութերի ատոմների ակտիվության բարձրացմանը: Նորաստեղծ թարմ մակերևութների հպման մասնակցության մուտք գործելը առաջացնում է կոնտակտի տարածքով տարրերի փոխադարձ ներթափանցման պայմանները: Լեգիրացնող տարրերը (ածխածինը, վոլֆրամը, տիտանը, կոբալտը) ներթափանցում են մշակվող նյութի ներսը, իսկ գործիքի հման հարթատեղի կարծրությունը նվազում է, որն առաջացնում է բարենպաստ պայմաններ ադիզիայի և աբրազիվային մաշման համար:

Կտրման բարձր ջերմաստիճանների դեպքում գործիքի բանվորական մակերևութները շփվում են օդի և/կամ քսուկասառեցնող հեղուկների հետ: Այդ պայմաններում գործիքային նյութի որոշ բաղադրիչները կարող են մտնել քիմիական ռեակցիա օդի և/կամ քսուկասառեցնող հեղուկների կոմպոնենտների հետ, առաջացնելով **քիմիական (օքսիդացման) մաշում:**

11.2. ՄԱՇՄԱՆ ՕՋԱՄԵՐՐ

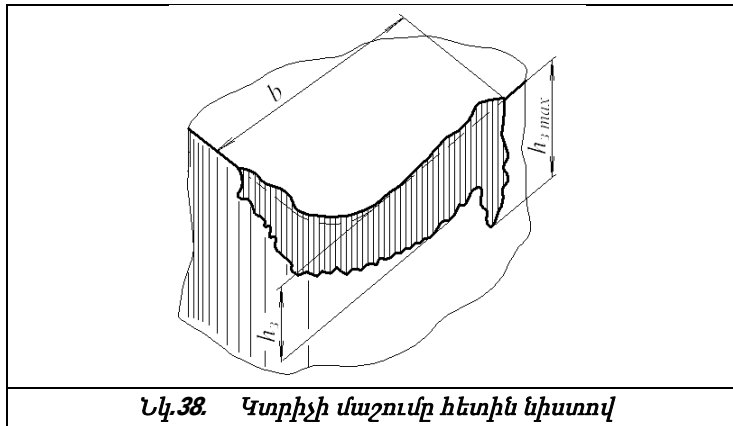
Կախված նախապատրաստվածքի և գործիքի նյութերից, կտրման ռեժիմների տարրերից, գործիքի երկրաչափական բնութագրերից և մշակման մի շարք այլ պայմաններից կտրող գործիքների մաշումը տեղի է ունենում տարբեր կերպ:

Մաշումը առջևի նիստով խորշիկի տեսքով (նկ.37) առաջանում է հեղասահուն (պլաստիկ) պողպատների մշակման դեպքում, երբ առաջանում է կայուն մակաճ, որը պաշտպանում է կտրող սայրը:



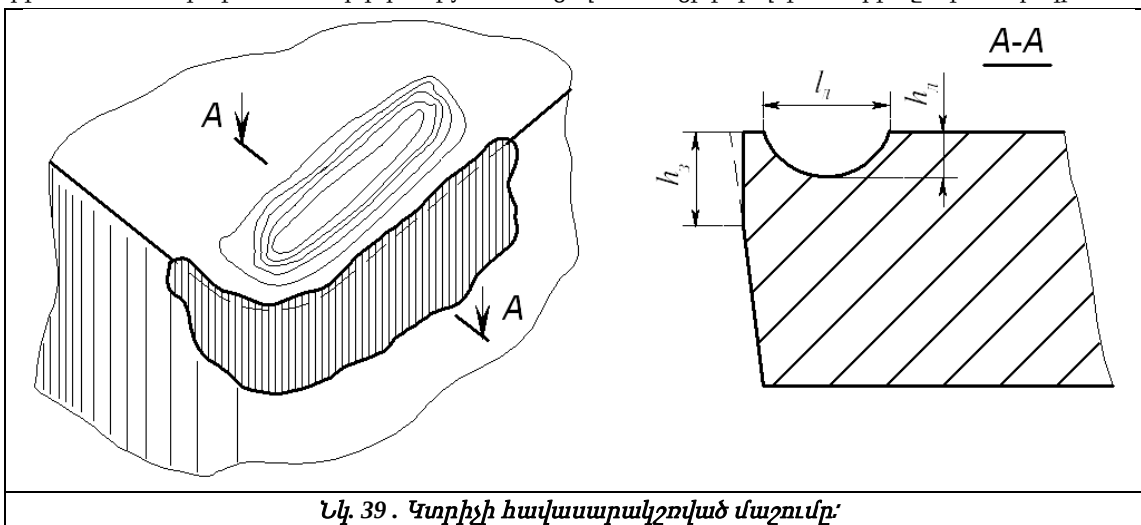
Նկ.37 . Կտրիչի մաշումը առջևի նիստով

Ամենից հաճախ մաշման այս տեսքը դիտվում է տաշեղի կտրվածքի մեծ չափերի դեպքում, ինչպես նաև կտրման բարձր արագությունների դեպքում: Մաշման խորշիկը բնութագրվում է l_1 լայնությունով և h_1 խորությամբ, որոնց չափերը մեծանում են գործիքի աշխատանքի ժամանակի աճման հետ: Խորշիկի երկարությունը փոխվում է աննշան:



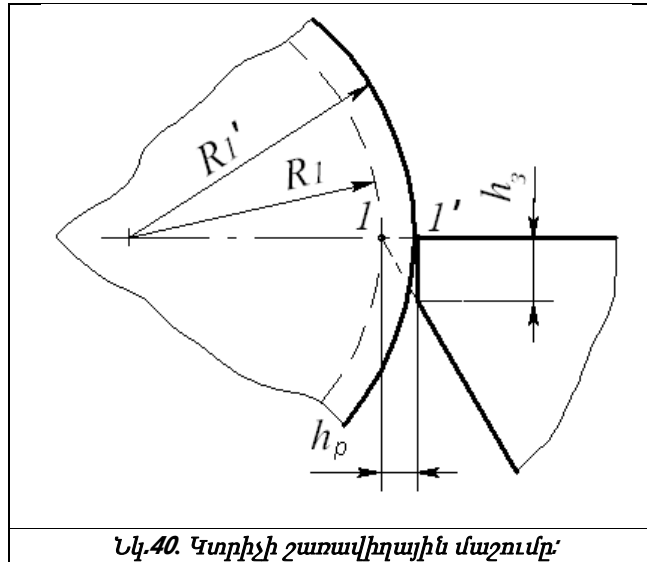
Նկ.38. Կտրիչի մաշումը հետին նիստով

Կտրիչի մաշումը հետին նիստով (նկ.38) առաջանում է հետին նիստում հարթատեղի տեսքով, որը տարածվում է գագաթի և օժանդակ հետին նիստի վրա: Հարթատեղը հաճախակի ունի անհավասարաչափ բարձրություն ունեցող ատամիկներ: Երեսակի տեսքով մաշվածքը առաջանում է հետին նիստում փխրուն նյութերի և մեծ առաձգական հետներգործություն ունեցող մածուցիկ պողպատների մշակման դեպքում:



Նկ. 39 . Կտրիչի հավասարակշռված մաշումը:

Կտրիչի հավասարակշռված մաշումը (առջևի և հետին նիստերով մաշումը) տեղի է ունենում այն պողպատների մշակման դեպքում, որոնք բնութագրվում են աբրազիվային հատկություններով և միաժամանակ ձգտում են մակագամմանը (նկ.39): Այս դեպքում առջևի նիստի խորշիկի չափերը և հետին նիստի երեսակի բարձրությունը աճում են միաժամանակ, նվազում է առջևի նիստում ժապավենիկի լայնությունը և խորշիկի չափազանց մեծ խորության դեպքում առաջանում է կտրող սայրի կտրման վտանգը:



Նկ.40. Կտրիչի շառավիղային մաշումը՝

Կտրիչի շառավիղային մաշումը՝ Հետին նիստում մաշման երեսակի բարձրության աճի հետ մեկ տեղ մեծանում է կտրիչի զագաթի հեռավորությունը նախապատրաստվածքի առանցքից (նկ.40) և հետևաբար մեծանում է մշակված մակերևույթի փաստացի տրամագիծը: Մաքրատաշ մշակումների դեպքում առաջին մոտավորությամբ կարելի է ընդունել շառավիղային և հետին նիստով մաշման չափերի հարաբերությունը հետևյալ չափի՝

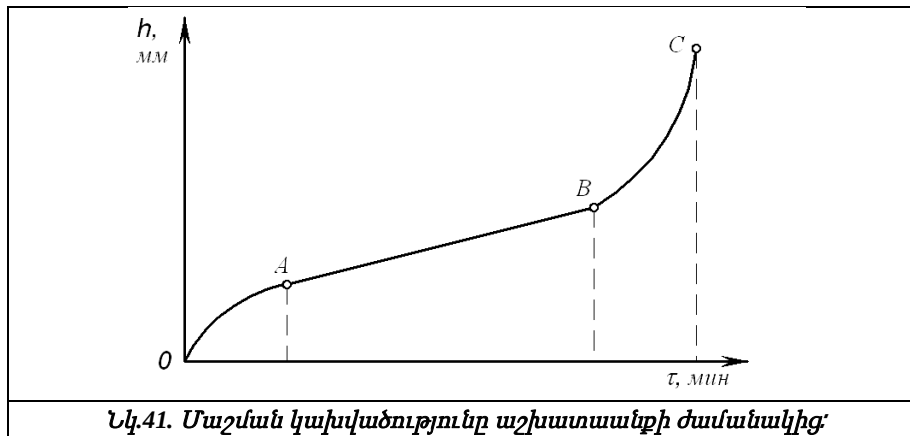
$$\frac{h_p}{h_3} = \frac{1}{100} :$$

Կտրիչի կայունությունը, որը համապատասխանում է շառավիղային ուղղությամբ որոշակի մաշմանը, կոչվում է չափային կայունություն:

Այս բնութագիրը առանձնապես կարևոր է ավտոմատ գծերի կայուն աշխատանքի համար որոշված ժամանակահատվածի, սովորաբար մեկ հերթափոխի ընթացքում:

11.3. ՄԱՇՄԱՆ ՉԱՓԱՆԻՇՆԵՐԸ

Մշակման ընթացքում պարզ պատճառներով անհրաժեշտ է գիտենալ, թե երբ է գործիքը ուղարկվելու վերադարձմանը, կամ, ինչ նույնն է, ինչպիսի չափանիշ է անհրաժեշտ ընտրել կտրման տվյալ գործընթացի պայմաններում:



Մաշման կախվածությունը աշխատանքի ժամանակից արտահայտվում է կորի (նկ.41) միջոցով, որը կարելի է տրոհել երեք բնութագիր մասերի: Առաջին տեղամասը՝ OA -ն, որն սկզբնական մաշման տեղամասն է, որում հանվում են մակերևույթի առավել ևս ցցված մասնիկները: Երկրորդ՝ AB տեղամասը նորմալ մաշման ժամանակաշրջանն է, երբ մաշման աճը գրեթե գծային է և ինտենսիվությունը բնորոշվում է կտրման հստակ ռեժիմներով: Երրորդ՝ BC տեղամասը աղետալի մաշումն է բնութագրում, երբ կտրականապես աճում են մաշման ինտենսիվությունը, ջերմաստիճանը և գործիքի կտրման վտանգը: Եթե ընդունել, որ գործիքի վերասրումը պետք է կատարել A կետին հասցնելով մաշումը, ապա սրումների քանակը ստացվելու է բավականին մեծ և հետևաբար տնտեսապես անհիմն: Եթե ընդունել որպես մաշման չափանիշ C կետը, ապա վերասրման ժամանակ հանվելու է համեմատաբար մեծ շերտ, իսկ մշակման ժամանակ առաջանալու են կտրման մեծ ուժերը և ջերմաստիճանը, նվազելու է մշակված մակերևույթի որակը:

Այժմ գոյություն ունեն մաշման մի քանի չափանիշներ:

Փայրոդ ժապավենի չափանիշ: Կտրիչը համարում են մաշված և ուղարկում են վերասրմանը, եթե պողպատի մշակման ժամանակ կտրման մակերևույթի վրա առաջանում է փայլուն ժապավեն, իսկ թուջի դեպքում՝ մուգ տեղամասեր: Դրանց առաջացումը աղետալի մաշման ազդանշան է, որից 1 – 2 րոպե անց կատարվում է կտրող եզրի լիովին քայքայումը: Հետևաբար, այս չափանիշը չի կարելի կիրառել մաքրատաշ մշակումների ժամանակ, բարդ և առժեքավոր գործիքների կիրառման դեպքերում:

Ուժային չափանիշը (Շլեգինգերի չափանիշը): Կտրիչը համարում են սրման ենթակա, երբ սկսվում է ուժերի կտրուկ աճը, հատկապես P_x և P_y : Պարզ է, որ եղանակի թերություններից է հաստոցի վրա հատուկ ուժաչափիչների առկայության անհրաժեշտությունը:

Օպտիմալ մաշման չափանիշ: Այստեղ որպես օպտիմալ մաշում հասկանում են գործիքի ծառայության առավելագույն ընդհանուր ժամկետը ապահովող մաշման չափը: Եթե նշանակել K –վերասրումների քանակը ընդունված կայունության դեպքում և T – համապատասխան կայունությունը, ապա մաշումը անվանում են օպտիմալ, եթե վերասրումների քանակի և կայունության բազմապատկյալը առավելագույնն է՝

$$K \cdot T = \max (h_{om} \text{ համապատասխանում է } B \text{ կետին}):$$

Այս չափանիշը լայն կիրառվում է նախնական սևատաշ կիսամաքրատաշ աշխատանքների դեպքում և կարող է օգտագործվել զանգվածային տիպի արտադրության դեպքում, ինչպես նաև թանքարժեք և բարդ գործիքների համար:

Կախված գործիքանյութից և աշխատանքի պահմաններից առկա են մաշման թույլատրելի չափի նշանակման պրակտիկ խորհրդատվություններ՝

$$h_{\text{սոն}} \approx h_{om} :$$

Օրինակ, կիսամաքուր մշակումների համար հարմար է ընտրել $h_{\text{սոն}} = 0,2-0,25$ մմ:

Տեխնոլոգիական չափանիշ: Այս չափանիշը կիրառում են մաքրատաշ մշակումների համար նախատեսված գործիքների նկատմամբ, քանի որ գործիքը համարվում է մաշված, եթե մշակված մակերևույթի

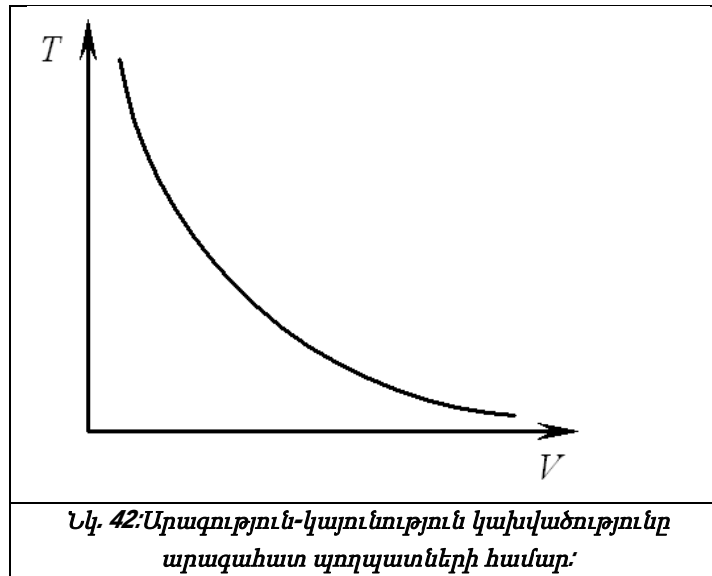
որակը չի համապատասխանում տեխնիկական պահանջներին: Մաշումը այս դեպքում գտնվում է մաշման կորի AB տեղամասում:

11.4. ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆ-ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆ ԿԱՊԸ

Գործիքի կայունությունը հավասար է տաշեղահանման գումարային տևողությանը երկու կից վերասրումների միջև, անփոփոխ կտրման ռեժիմների դեպքում:

Կայունությունը արտահայտում են բուլներով, որոշդեպքերում՝ դետալների քանքկով, որոնք մշակվել են կամ պետք է մշակվեն երկու կից վերասրումների միջև:

Փորձերով հաստատված է, որ կայունությունը կախված է մշակման պահանաններից և առաջին հերթին՝ **կտրման արագությունից**, քանի որ այնը բնորոշում է կտրման գոտում առաջացող ջերմաստիճանը: Նույն կայունության դեպքում այն գործիքի կտրող հատկություններն են բարձր, որը թույլ է տալիս ավելի մեծ կտրման արագություն և, հետևաբար, ավելի արտադրողական

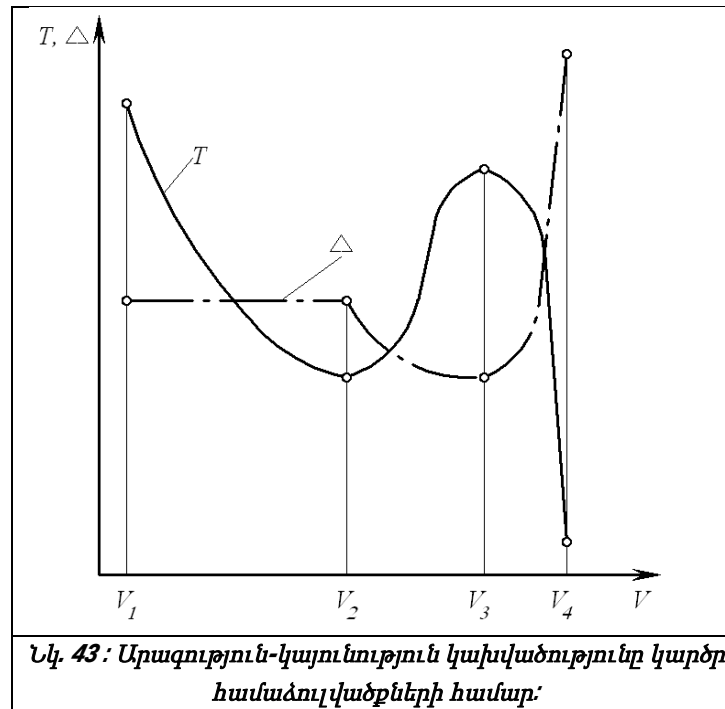


Կարծր համաձուլվածքներից պատրաստված գործիքների դեպքում արագություն-կայունություն կախվածության ձևը ավելի բարդ է համեմատած արագահատ պողպատների հետ (նկ.42 և նկ.43): Այդ երևույթը կարելի է բացատրել հետևյալ կերպ:

V_1 –ից մինչև V_2 աճի դեպքում ցածր ջերմաստիճանի պատճառով մաշումը ընթանում է դանդաղ, Δ հարաբերական գծային մաշման չափը չի փոփոխվում, բայց աճում է ադիեզիոն մաշման ներդրումը և կայունությունը դանդաղ նվազում է:

V_2 –ից մինչև V_3 աճի ընթացքում ջերմաստիճանի աճը նպաստում է տաշեղի և նախապատրաստվածքի մակերևույթների փափկացմանը, հարաբերական մաշման չափը նվազում է, կայունությունը՝ աճում է:

V_3 –ից կտրման արագության աճը բերում է կարծր համաձուլվածքի կարծրության և ամրության կտրուկ անկմանը, հարաբերական մաշումը աճում է, կայունությունը՝ նվազում է և V_4 –ի դեպքում կտրող եզրը քայքայվում է:



Նույն կայունության դեպքում ավելի արտադրողական է աշխատանքը բարձր արագությամբ և, հետևաբար, նախընտրելի է աշխատանքը V_2 - V_3 միջակայքում գտնվող արագությամբ:

Կտրման արագություն – գործիքի կայունություն կախվածությունը փաստացի օգտագործվող կտրման արագությունների շրջակայքում արտահայտվում է հետևյալ աստիճանային ֆունկցիայի միջոցով՝

$$T = \frac{C_T}{V^{1/m}} \quad \text{կամ} \quad V = \frac{C_V}{T^m},$$

որտեղ m –ը՝ հարաբերական կայունության ցուցանիշն է, որն բնութագրում է կտրման արագության փոփոխության ինտենսիվությունը գործիքի կայունության փոփոխության հետ մեկ տեղ, C_T և C_V –ն՝ հաստատուն գործակիցներն են, որոնք կախված են մշակման պայմաններից (մշակվող և գործիքային նյութերից, գործիքի երկրաչափական բնութագրերից, կտրման խորությունից և մատուցումից, օգտագործվող ՔՄՀ-ց): Այս բանաձևը անվանում են Ֆ.Վ.Թեյլորի (**F.W.Taylor**) բանաձև:

(Կարելի է նշել, որ փորձնական հետազոտությունները, որոնց գլխավոր արդյունքներիցն է վեր նշված բանաձևը, տեսցել են 26 տարի, որոնց ընթացքում հեղինակը՝ ապագայում 1906 թ-ից ԱՄՆ-ի ինժեներ-մեխանիկների միության (**ASME**-ի) նախագահը, մոտ 10 խառատա-կարուսեղային հաստոցների վրա կատարել էր մոտ 30000-ից 50000 միայն արձանագրված փորձ 12 փոփոխվող պարագաներով հանդերձ, որոնց ընթացքում առաջացել է մոտ 800000 ֆունտ պողպատյա տաշեղ և հետազոտությունների նպատակների համար ծախսվել է մոտ 150000-200000 ԱՄՆ դոլար (որն համարժեք է այն ժամանակաշրջանի ռուսական մոտ 400000 ռուբլու):

Որպես կանոն, C_T և C_V հաստատունները և m ցուցիչը կիրառելի են կտրման արագությունների միայն նեղ շրջանակներում և այդ տեսքի կախվածությունը չի կիրառվում օպտիմացման համար արագությունների մեծ շրջանակների դեպքում:

Կախվածությունը օգտագործվում է նաև արագության և իրեն համապատասխանող կայունության մեկ գույգ մեծություններից մյուս գույգերին՝

$$T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\frac{1}{m}} \quad \text{կամ} \quad V_2 = V_1 \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^m.$$

Կտրման արագության նշանակման ժամանակ ենթադրվում է, որ պետք է ապահովվի գործիքի նախատեսման արագությունը և այդ պատճառով ընդունված արագությունը նշանակվում է որպես V_T , իսկ T -ն

նշանակվում է կամ ընտրվում տեղեկատվական աղյուսակներից կախված արտադրության տիպից, գործիքի բարդությունից և առժեքից: Օրինակ, հասարակ գործիքների կայունությունը ընդունում են $T \approx 60$ րոպե, եթե նրանք աշխատում են ունիվերսալ հաստոցների վրա հատային և մանր սերիական արտադրության պայմաններում, ԹԾԿ հաստոցների դեպքում՝ $T = 15-30$ րոպե, ավտոմատ գծերի դեպքում՝ 1 – 2 հերթափոխ:

11.5. ԿՏՐՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ԱՁԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Մետաղահատ գործիքների մաշման և կայունության վրա այս կան այն չափ ազդում են կտրման բոլոր պարագաները: *Կտրման խորության* և *մատուցման* փոփոխության ազդեցությունը արտահայտվում է հիմնականում ջերմային պայմանների փոփոխման տեսքով: Կտրման խորության աճի հետ նմանապես աճում են կատարվող աշխատանքը, անջատվող ջերմության քանակը և կտրող եզրի երկարությունը, որն բերում է ջերմափոխանակման պայմանների բարելավմանը: *Մատուցման* աճի հետ ջերմափոխանակման պայմանները նման կերպ չեն փոխվում դեպի բարելավմանը, դեռ ավելին՝ դիտարկվում է ավելի բարձր ջերմաստիճանը իր բոլոր այն հետևանքներով, որոնց շնորհիվ ընկնում է կայունությունը և ստացվում է, որ մատուցման աճի դեպքում կայունությունը ընկնում է մոտ 2 անգամ, համեմատած կտրման խորության հավասարամեծ աճի դեպքում:

Ըստ փորձական տվյալներով ստեղծված մաթեմատիկական մոդելի, գործիքի կտրող հատկություններով թույլատրելի կտրման արագությունը, կայունությունը, կտրման խորությունը և մատուցումը կապված են միմյանց հետ հետևյալ կախվածությամբ՝

$$V_{oon} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \text{ և } K_v = \prod_{i=1}^n K_i,$$

որտեղ՝ C_v – հաստատուն գործակից է, որը բնութագրում է կտրման պայմանները, K_v – ճշտման ընդհանուր գործակիցն է, օգտագործվում է C_v –ի համար նախատեսված կտրման պայմաններից շեղումներն հաշվի առնելու նպատակով:

Այստեղից բխում է, որ պահպանելով կտրվող շերտի կտրվածքի մակերեսը և ձգտելով ստանալ առավելագույն կտրման արագությունը, և, հետևաբար, առավելագույն արտադրողականությունը որոշված

կայունության դեպքում, պետք է ձգտել ապահովել հնարավորին մեծ $\frac{b}{a}$ և $\frac{t}{S}$ հարաբերությունները:

Կտրող գործիքի երկրաչափության ազդեցությունը իր կայունության վրա արտացոլվում է կատարվող աշխատանքի և ջերմահեռացման պայմանների փոփոխման ազդեցության միջոցով:

Առջևի γ անկյան աճի հետ թեթևանում են տաշեղի առաջացման պայմանները, նվազում են կտրման ուժերը, աշխատանքը և անջատված ջերմության քանակը: Բայց դրա հետ մեկ տեղ վատանում են ջերմահեռացման պահանջները և նվազում է կտրող մասի ամրությունը: Մշակվող նյութի ամրության սահմանի և կարծրության աճի, ինչպես նաև գործիքի նյութի ամրության նվազեցման հետ առջևի օպտիմալ անկյունը փոքրացվում է:

Ճետին α անկյան աճի հետ նվազում են հետին նիստում հպման ժապավենի լայնությունը և շփման ուժը, ինչի հետևանքով նվազում է գործիքի մաշման ինտենսիվությունը, անկյունի որոշակի չափից հետո արդեն զգացվում է կտրող սեպի ամրության անկումը և ջերմահեռացման վատացումը:

Գլխավոր ϕ անկյունը հատակագծում ազդեցությունը կայունության վրա բավականի մեծ է: ϕ անկյան աճի դեպքում հանվող շերտի լայնության հարաբերությունը իր հաստությանը նվազում է, ինչը վատացնում է ջերմահեռացման պայմանները, բերում է ջերմաստիճանի աճի և կայունության նվազեցմանը:

Կտրման օպտիմալ ռեժիմները կարելի է որոշել, օգտվելով “Կտրման ռեժիմների կալկուլյատորի” կայքի ծառայությունից, որն մշակված է տարածված խառատային, ֆրեզերային, գայլիկոնման գործողությունների համար և ընդգրկում է մշակվող և մշակող նյութերի գրեթե բոլոր երկրների ստանդարտները, նախատեսված է

11.6. ՊՈՂՊԱՏՆԵՐԻ ՄՇԱԿԵԼԻՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿՏՐՄԱՄԲ

Որպես պողպատի մշակելիության միավոր ընդունված է պողպատի մշակելիությունը կիսամաքուր շրջառման դեպքում առանձ սառեցման կիրառմանը, օգտագործելով կտրիչների բանվորական մասը P6M5 և T5K10 գործիքանյութերից, ապահովելով կտրման հետևյալ հաստատուն ռեժիմները՝ կտրման խորությունը $t = 1.5$ մմ, մատուցումը $S_0 = 0.2$ մմ/պտ, կտրիչների գլխավոր անկյունը հատակագծում $\varphi = 60^\circ\text{C}$, կտրիչների մաշման չափանիշը մաշման չափը հետին նիստով $h_{n.n.} = 1.0$ մմ:

Պողպատի մշակելիության գնահատականը տրվում է ըստ կտրման արագությանը, որի դեպքում կտրիչի կայունությունը հավասար է $T = 60$ րոպեին, արտահայտվում է նմուշ հանդիսացող պողպատի նկատմամբ գործակիցներով՝ $K_{V_{g.h.}}$ և $K_{V_{m.պ.}}$: Որպես նմուշ ծառայող պողպատ (Էտալոն) ընդունված է ածխածնային պողպատ 45-ը ($\sigma_b = 65$ կՊ/մմ², HB179), որի համար V_{60} կտրման արագությունը հավասար է մեկ միավորի: Կարծր համաձուլվածքից կտրիչներով մշակման դեպքի համար պողպատների մշակելիության տեղեկատվական տվյալները բերված են, հաշվարկելով ըստ բանաձևի՝ $K_{V_{g.h.}} = \frac{V_{60}}{135}$, իսկ արագահատ պողպատների համար՝ ըստ բանաձևի՝ $K_{V_{m.պ.}} = \frac{V_{60}}{72}$:

Այստեղ 135 և 72 թվերը իրենցից ներկայացնում են Էտալոն հանդիսացող պողպատի կտրման արագությունները համապատասխանաբար կարծր համաձուլվածքով օժտված կտրիչներով և արագահատ պողպատից պատրաստված կտրիչներով:

12. ՔՍՈՒԿԱՀՈՎԱՑՆՈՂ ՀԵՂՈՒԿՆԵՐԻ ՂԵՐԸ ԿՏՐՄԱՆ

ԺԱՄԱՆԱԿ

12.1 ՔՍՈՒԿԱՀՈՎԱՑՆՈՂ ՀԵՂՈՒԿՆԵՐԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿՏՐՄԱՆ

ՊՐՈՑԵՍԻ ՎՐԱ

Պրակտիկորեն ապացուցված է, որ քսուկահովացնող հեղուկների (ՔՀՀ) օգտագործումը զգալիորեն ազդում է կտրման պրոցեսի և մշակվող մակերևույթի որակի վրա: ՔՀՀ ֆիզիկամեխանիկական ազդեցություններից հիմնականներն են.

1. **Ցուղող ազդեցություն:** Փոքրացնում է գործիքի բանվորական մասերի և տաշեղի միջև շփումը, բացառելով հարակցման երևույթը:
2. **Հովացնող ազդեցություն:** Իջեցնում է գործիքի բանվորական մակերևույթների ջերմությունը:
3. **Կտրող ազդեցություն:** Պլաստիկ դեֆորմացման և կտրվող շերտի քայքայման համար օգտագործվող ուժերի և կատարվող աշխատանքի փոքրացման հաշվին թեթևանում է կտրման պրոցեսը:
4. **Լվացնող ազդեցության** շնորհիվ տաշեղը հեռացվում է կտրման գոտուց:
5. **Քիմիական պաշտպանություն:** Կտրման պրոցեսում նախապատրաստվածքի վրա առաջացած մակերևույթը ՔՀՀ պաշտպանում է շրջակա մթնոլորտի վնասակար ազդեցությունից:
Կտրմամբ մշակելիս օգտագործում են 6 տեսակի ՔՀՀ.
 1. Էլեկտրոլիտների ջրային լուծույթներ ($\text{H}_2\text{O} +$ կոռոզիայի դանդաղիչ):
 2. Մակերևութաակտիվ նյութերի ջրային լուծույթներ ($\text{H}_2\text{O} +$ կոռոզիայի դանդաղիչ + մակերևութաակտիվ նյութեր):
 3. Էմուլսիաներ, որոնք իրենից ներկայացնում են համասեռ չխառնվող հեղուկներ ($\text{H}_2\text{O} +$ մակերևութաակտիվ նյութեր + էմուլսացված հանքային յուղ + կոռոզիայի դանդաղիչ):
 4. Ակտիվացված էմուլսիաներ ($\text{H}_2\text{O} +$ մակերևութաակտիվ նյութեր + էմուլսացված յուղ):
 5. Ցուղահեղուկներ (հանքային յուղ, կերոսին, որի մեջ ավելացված է մակերևութաակտիվ նյութեր, ձեթ և կենդանական յուղեր):

6. Մուսպենզիաներ, որոնք իրենցից ներկայացնում են մանրադիսպերս կարծր մասնիկներ հեղուկի մեջ:

Սևատաշ մշակումների ժամանակ շատ կարևոր են ՔՀՀ հովացնող հատկությունները, որոնք մեծացնում են գործիքի կայունությունը և կտրման արագությունը: Մաքրատաշի ժամանակ կարևոր է ՔՀՀ յուղող հատկությունը, որը բարձրացնում է մակերևույթի որակը, փոքրացնելով անհարթությունները:

12.2 ՔՍՈՒԿԱՀՈՎԱՑՆՈՂ ՀԵՂՈՒԿՆԵՐԻ ՄԱՏՈՒԾՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ

Ամենատարածված եղանակը հանդիսանում է վերնից հեղուկի շիթի մատուցումը կտրվող շերտի բաժանման տեղը, ինչի արդյունքում տեղի է ունենում գործիքի հովացում: Հեղուկի ծախսը կազմում է էմուլսիաների դեպքում՝ 12...15 լ/րոպ, հանքային յուղերի համար՝ 3...4 լ/րոպ: Հայտնի է նաև ՔՀՀ մատուցման ձև, երբ այն մատուցվում է գործիքի հետին մակերևույթին ցածր ճնշման տակ՝ $(0,5...2,0)10^5$ Պա: Հովացնող և յուղող ազդեցությունները մեծանում են, երբ հեղուկը մատուցվում է անմիջապես առջևի մակերևույթի վրա՝ տաշեղի տակը, $(0,3...0,5)10^5$ Պա ճնշման տակ:

Արդյունավետությունը զգալի բարձրանում է, երբ ՔՀՀ մատուցվում է բարձր ճնշման տակ՝ $(15...20)10^5$ Պա: Այս դեպքում կտրուկ փոքրանում է հեղուկի ծախսը (մինչև 20 անգամ) և հասնում է մոտ 0,3 ... 0,5 լ/րոպ: Բարձր ճնշման տակ հեղուկը մատուցվում է վերնից, հեռացվող տաշեղի վրա: Մի այլ տեսակի մատուցման եղանակը կայանում է նրանում, որ հատուկ հարմարանքի մեջ $(2...3)10^5$ Պա ճնշմամբ հեղուկը խառնվում է օդի հետ և տրվում է գործիքի հետին մակերևույթի վրա մոտ 300 մ/վրկ արագությամբ: Այս եղանակի կիրառությունը բերում է գործիքի կայունության բարձրացում մոտ 1.5...3 անգամ համեմատած հովացման սովորական եղանակի հետ: Այս եղանակը նպատակահարմար է կիրառել բազմաեզր կտրող գործիքների համար: Եղանակի զգալի թերություններից է աղմուկի բարձր մակարդակը:

Մետաղների կտրման ժամանակ կիրառում են նաև գործիքների ներքին հովացումը, երբ հեղուկը անցնում է կտրման գոտին գործիքի ներսում կատարված հատուկ անցքով: Միաժամանակ լուծվում է տաշեղի օպերատիվ հեռացման խնդիրը: Այս եղանակի կիրառման ոլորտներից է խորը անցքերի գայլիկոնումը:

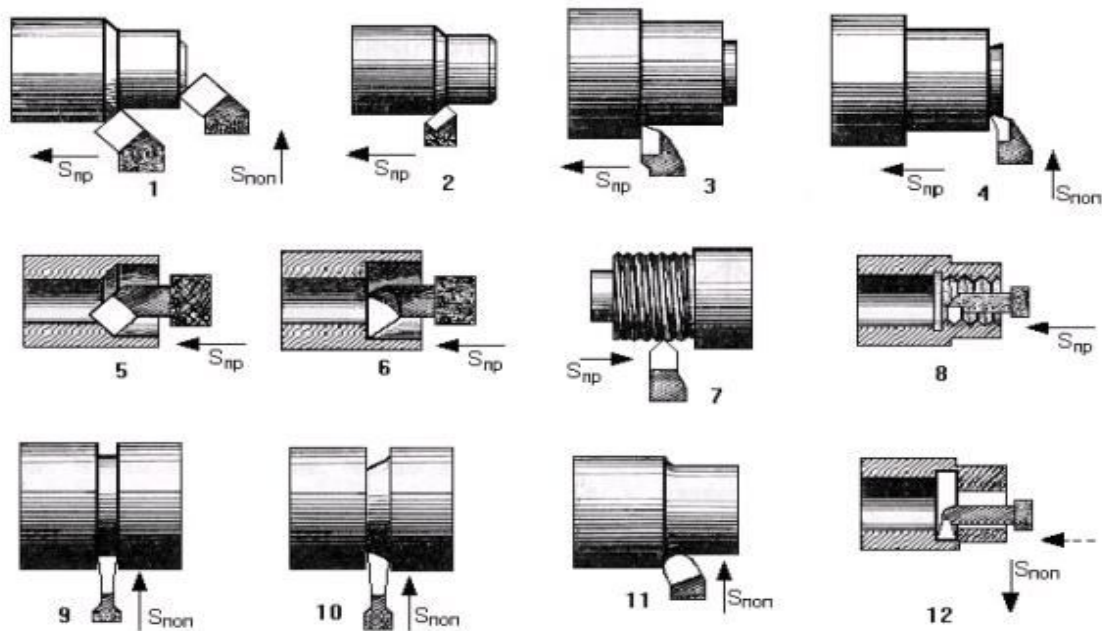
12.3. ՔՍՈՒԿԱՀՈՎԱՑՆՈՂ ՀԵՂՈՒԿՆԵՐԻ ԸՆՏՐՈՒԹՅԱՆ ՄԿՋԲՈՒՆՔՆԵՐԸ

Հղկման համար սովորաբար կիրառում են ջրում լուծվող ՔՀՀ-ներ, օրինակ՝ Аквол-2, Аквол-6, Аквол-15: ԹԾԿ հաստոցներում կիրառում են Аквол-10м, Аквол-14, Карболол П-1, Аквол-1, Аквол-2м, Э-2, ЭТ-2, НГЛ-205 ջրում լուծվող ՔՀՀ-ներ: Ծանր ռեժիմներով մշակումների դեպքում, ատամնամշակման, պարուրակահղկման դեպքերում կիրառում են յուղային ՔՀՀ-ներ՝ ОСМ-1, ОСМ-3, МР-7՝ ծծումբ պարունակող հանքայուղը և այլն: Ժամանակակից ՔՀՀ-ներից են ԱՄՆ արտադրության ջրում լուծվող VpCI-345 և VpCI-347 խտանյութերը:

Առաջինը իրենից ներկայացնում է կիսասինթետիկ ՔՀՀ, որն պարունակում է կոռոզիայի գոլորշիացող դանդաղիչ և օգտագործվում է բազմազան մշակումների համար: Մշակված դետալները ստանում են կոռոզիայից պաշտպանվածության հատկություն մինչև 2 տարի ժամկետով՝ պահեստավորման և տեղափոխումների դեպքերի համար: Կիրառվում է ջրում ցածր տոկոսային լուծույթների ձևով՝ 2.5...5 % ըստ զանգվածի:

Երկրորդը նախատեսվում է մշակումների ծանր ռեժիմների համար, ստեղծված է յուղի հիման վրա և լուծվում է ջրում, էֆեկտիվ է նույնիսկ 1:40 լուծույթների ձևով կիրառման դեպքում: Համապատասխանում է NATO 6850-66-132-6101 և NATO 6850-66-132-6102 ստանդարտների, վաճառվում է 19, 208 և 1000 լ տարողության ունակություններով:

13.ԽԱՌԱՏԱՅԻՆ ՄՇԱԿՄԱՆ ՏԱՐԱԾՎԱԾ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ ԵՎ ԿՏԻՉՆԵՐԻ ՏԱՐԱՏԵՍԱԿՆԵՐԸ

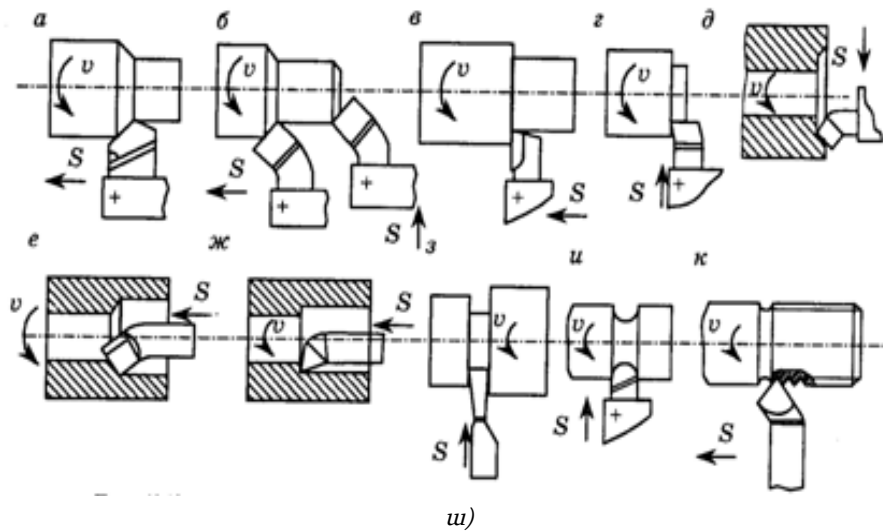


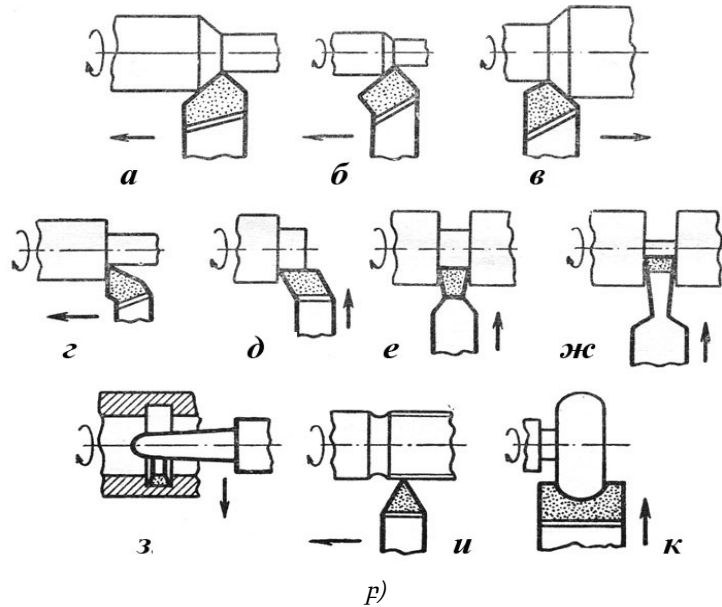
Նկ. 1. Խառատային մշակումների տարածված տարատեսակները:

Նկար 1-ում պատկերված են խառատային հիմնական մշակումների եղանակները, մշակված մակերևույթների ձևերը և կիրառվող գործիքները: Նկարում պայմանական նշաններով նշանակված են մատուցումները և իրենց ուղղությունները՝ S_{np} - երկայնական (продольная подача), S_t , S_{nop} - լայնակի (поперечная подача), S_i :

Այստեղ պատկերված են հետևյալ կտրիչները՝

1 - անցահատման աջ, թեքված, 2 - անցահատման ուղիղ, 3 - անցահատման դիմահար, 4 - անցահատիչ, 5 - ներտաշման թեքված, 6 - ներտաշման անցահատիչ, 7 - շրջտաշ պարուրակահանման, 8 - ներտաշ պարուրակահանման, 9 - փորակահան (ակոսահան), 10 - կտորահատ, 11 - եզրագծային (կամ երեսակահան), 12 - ներտաշման դիմահար:





Նկ.2. Տարածված մակերևույթների խառատային մշակման օպերացիոն էսքիզների տարրեր (օրինակներ)՝ ա) մշակում արագահատ պողպատից գործիքներով. բ) մշակում կարծր համաձուլվածքով օժտված գործիքներով:

14.ԿՏՐՄԱՆ ՌԵԺԻՄՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿԸ ԽԱՌԱՍՍՅՈՒՆ ՄԻԱԳՈՐԾԻՔ ՄՇԱԿՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ:

14.1.ՆԱԽՆԱԿԱՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐԸ

Գործիքի նյութի և մետաղահատ հաստոցի մակնիշի ընտրությունից հետո պահանջվում է հաշվարկել յուրաքանչյուր մակերևույթի մշակման կտրման ռեժիմները, ինչպես նաև ճշտել գործիքանյութի մակնիշը և գործիքի կտրող մասի երկրաչափական պարամետրերը: Կտրման ռեժիմների հաշվարկման համար նախնական տվյալներն են՝

1. դետալի և նրա նախապատրաստվածքի գծագիրը օպերացիոն թողվածքներով և թույլտվածքներով;
2. մշակվող նյութի մեխանիկական բնութագրերը, հետևաբար և կտրման արագության և ուժի որոշման բանաձևերի գործակիցները;
3. նախապատրաստվածքի մեխանիկական մշակման օպերացիոն տեխնոլոգիական գործընթացը, հարմարանքները և գործիքները;
4. կտրիչի կտրող մասի նյութը և նախնական ընտրված նրա երկրաչափական պարամետրերը;
5. հաստոցի անձնագրային հիմնական տվյալները (արդյունավետ հզորությունը, իլի պտտման հաճախականությունը, մատուցման թույլատրելի ուժը, արդյունավետ ոլորող մոմենտը, մատուցումը);
6. մշակված մակերևույթի խորդուբորդության թույլատրելի մեծությունը (R_a կամ R_z);
7. ըստ բոլոր սահմանափակող գործոնների՝ P_z կտրման ուժի, N_t հզորության և գործիքի T կայունության առավելագույն թույլատրելի մեծությունը:

Այս նախնական տվյալների առկայության դեպքում կտրման ռեժիմների հաշվարկը հանգեցնում է կտրման խորության, մատուցման, արագության և գործիքի կայունության առավել նպատակահարմար զուգակցմանը, որն ապահովում է առավելագույն արտադրողականություն (մշակման նվազագույն հիմնական ժամանակ) և մշակման նվազագույն արժեք (արտադրողականությունը համեմատական է կտրման ռեժիմի տարրերի՝ V , S_0 և t -ի արտադրյալին): Քանի որ կոնկրետ դեպքում նախնական տվյալների կառուցվածքը կարող է կրել որոշակի փոփոխություններ համեմատված բերվածի հետ, ապա հաշվարկի կառուցվածքը նույնպես պետք է ենթարկվի փոփոխությանը:

14.2. ԿՏՐՄԱՆ ՌԵԺԻՄՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿԻ ՀԱՁՈՐԴԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Կտրման ռեժիմների ընդհանուր հաշվարկը իրականացվում է հետևյալ հաջորդականությամբ՝

1. ըստ նորմատիվների ընտրվում են գործիքանյութը և կտրիչի կտրող մասի երկրաչափական պարամետրերը: Կալիչի հատվածքը երաշխավորվում է ընտրել ՌԴ ГОСТ18877-73 կամ համապատասխան այլ ստանդարտին համաձայն:
2. նշանակել հնարավորին չափով մեծ կտրման խորություն, որը կարող է հավասար լինել թողվածքի մեծությանը: Մշակված մակերևույթին ներկայացվող խիստ պահանջների դեպքում թողվածքը կարելի է հեռացնել երկու (սևատաշ և մաքրատաշ) կամ երեք (սևատաշ, կիսամաքուր և մաքրատաշ) անցումներով: **Առաջին դեպքում, համապատասխանաբար, հեռացվում է ընդհանուր թողվածքի 65...75% և 35...25%, իսկ երկրորդ դեպքում՝ 55...65, 30...20 և 10...15%;**
3. հաշվարկվում է կտրման ուժի թույլատրելի մեծությունն ըստ բոլոր սահմանափակող գործոնների, և նշանակվում է հնարավորին չափ մեծ թույլատրելի մատուցումը;
4. համեմատվում են ըստ խորդուբորդության և կտրման ուժի թույլատրելի մատուցումները, և ընտրվում է նրանցից նվազագույնը;
5. ընտրված մատուցումը ճշտվում է ըստ հաստոցի մատուցման տուփի շարքի;
6. ընտրվում կամ հաշվարկվում է կտրիչի կայունությունը, որը տարածված կտրիչների համար ընդունվում է **$T = 60$ րոպե**, ձևավոր շրջատաշման համար՝ **$T = 120$ րոպե**, **$T = 30...95$ րոպե** լրացուցիչ սայրով կտրիչների դեպքում;
7. հաշվարկվում է կտրման արագությունը ըստ կայունության և հաստոցի հզորության, ընտրվում է նրանցից նվազագույնը: Անհրաժեշտության դեպքում ճշտվում են մատուցման չափը և անցումների քանակը;
8. որոշվում է իլի պտտման հաճախականությունը և համեմատվում է հաստոցի արագության տուփի պտուտաթվերի շարքի հետ, ընդունելով իլի ամենամոտ փոքր պտուտաթիվը:

15.ԽԱՌԱՏԱՅԻՆ ՄՇԱԿՄԱՆ ԿՏՐՄԱՆ ՌԵԺԻՄՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿՆԵՐԻ ՕՐԻՆԱԿՆԵՐ

Ինչպես նշված էր, կտրման ռեժիմների հաշվարկների նպատական է ստանալ մեխանիկական մշակման համար օպտիմացված տվյալներ, որոնց կիրառության դեպքում ապահովվում են գործընթացի անհրաժեշտ տեխնիկա-տնտեսական ցուցանիշները՝ դետալի որակը, մշակման ընդունելի ինքնարժեքը և այլն:

Հաշվարկի համար տեղեկատվական տվյալների աղբյուր է հանդիսանում “Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. 1986. Т.2.”:

Ընդունված են աշվարկի **էքսպին** հետևյալ տվյալները՝

- մշակման ենթակա նախապատրաստվածքի նյութը՝ **պողպատ 40X**, շիկազլանված գլոբվածքի ձևով ըստ **ԳՈՍՏ 2590-90** սորտամենտի, քիմիական բաղադրությունը և մեխանիկական հատկությունները՝ ըստ **ԳՈՍՏ 4543-71**, որին համաձայն նյութի ամրությունը **$\sigma_B = 750$ ՄՊա**,
- շրջտաշման եղանակով անհրաժեշտ է ստանալ դետալի տրամագիծը **Ø53**,
- մշակված մակերևույթի մաքրությունը՝ **Rz40**.
- նախապես կատարված թողվածքների հաշվարկներից ստացված է տվյալ անցումի համար կտրման խորությունը **$t = 1,5$ մմ**,
- մշակումը իրագործվում է **1K62** մակնիշի խառատապտուտակահան հաստոցի վրա, որի գլխավոր շարժաբերի էլեկտրաշարժիչի հզորությունը **$N_{շարժ} = 10$ կՎտ**, փոխանցումների օգտակար գործողության գործակիցը՝ **$\eta = 0,8$** ,
- նախապատրաստվածքի մշակվող մակերևույթը **կեղև չունի**,
- նախապատրաստվածքը և հաստոցի վրա իր ամրացումը՝ **կոշտ են**:

Ընդունում ենք մատուցումը $S_0 = 0.25$ մմ/սյտ համաձայն աղ. 14 էջ 268, որպես մետաղահատ գործիք ընտրվում է **անցահատ** դիմահար խառատային հավաքովի **կտրիչ**, որն օժտված է կտրող թիթեղով **T15K6** կարծր համաձուլվածքից: Համաձայն աղ. 1 էջ 261, մշակվող նյութի ամրության գործակիցը

$$K_{Mv} = K_2 \left(\frac{750}{\sigma_0} \right)^{n_v},$$

որտեղ ըստ աղ. 2 էջ 262, $K_2 = 1.0$, $n_v = 1.0$, ըստ ելքային տվյալների՝ $\sigma_0 = 750$ ՄՊա:

Տեղադրելով տվյալները, ստանում ենք՝

$$K_{Mv} = 1.0 \left(\frac{750}{780} \right)^{1.0} = 1.0:$$

Համաձայն խորհրդատվությանը, ընդունվում է կայունությունը **T=60 րոպե**:
Կտրման արագությունը որոշվում է ըստ բանաձևի՝

$$V = \frac{C_v}{T \cdot m \cdot x \cdot S_0^y} K_v, \text{ այստեղ}$$

նախորդից ստանում ենք $K_v = 1.0$, և ըստ. աղ. 17 էջ 269՝

$$C_v = 420; \quad x = 0.15; \quad y = 0.20; \quad m = 0.20:$$

Տեղադրելով տվյալները բանաձևում, ստանում ենք կտրման **հաշվարկային** արագությունը՝

$$V_h = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 1.5^{0.15} \cdot 0.25^{0.20}} \cdot 1.0 = 234 \frac{\text{մ}}{\text{րոպե}}$$

Իլի (կամ, ինչ նույնն է, մշակվող նախապատրաստվածքի) **հաշվարկային** հաճախությունը՝

$$n_h = \frac{1000 \cdot V_h}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 234}{3.14 \cdot 53} = 1406 \left(\frac{\text{սյտ}}{\text{ր}} \right):$$

Ճշտում ենք իլի պտտտաթվերը ըստ հաստոցի անձնագրային տվյալների և որոշում **փաստացի** պտտտաթիվը և կտրման արագությունը՝

$$n_{\phi} = 1400 \frac{\text{սյտ}}{\text{րոպե}}$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 53 \cdot 1400}{1000} = 230 \frac{\text{մ}}{\text{րոպե}}:$$

Որոշում ենք կտրման ուժի **շրջանագծային** P_Z **բաղադրիչը** և կտրման N_{ξ} **էֆեկտիվ հզորությունը** ըստ աղ. 22 էջ 273 և ըստ էջ 271-ում բերված բանաձևի՝

$$P_Z = 10 C_{PZ} \cdot t^{x_{PZ}} \cdot S_0^{y_{PZ}} \cdot V_{\phi}^n \cdot K_P, \quad (\text{Ն}),$$

$$N_{\xi} = \frac{P_Z \cdot V_{\phi}}{1020 \cdot 60}, \quad (\text{կՎտ}):$$

Տեղադրելով գործակիցների և ցուցիչների աղյուսակային տվյալները՝

$$K_P = 1.0, \quad C_{PZ} = 300, \quad X_{PZ} = 10, \quad Y_{PZ} = 0.73, \quad n = -0.15,$$

ստանում ենք՝

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^{1.0} \cdot 0,25^{0.75} \cdot 230^{-0.15} \cdot 1.0 = 762.3 \text{ (Ն)};$$

$$N_{\xi} = \frac{762.3 \cdot 230}{1020 \cdot 60} = 2,86 \text{ (կՎտ)}:$$

Քանի որ հաստոցի գլխավոր շարժաբերի հզորությունը՝ $N_{շարժ} = 10$ կՎտ, իսկ օգտակար գործողության գործակիցը $\eta = 0.8$, ապա $\frac{N_{\xi}}{\eta} = \frac{2.86}{0.8} = 3,58$, որն բավականին փոքր է շարժաբերի **10 կՎտ**-ից, այսինքն ստացված ռեժիմները ընդունելի են:

Տվյալ հաշվարկը իրենից ներկայացնում է պարզեցրած տարբերակ, քանի որ կտրող մասի երկրաչափության և կտրիչակալի հատույտի չափերի հետ կապված գործակիցները ընդունված են հավասար 1.0

Հաշվարկը կարելի է կատարել <http://coroguide.sandvik.coromant.com> կայքի օգնությամբ: Այստեղ 3 տարբերակներից՝ “**ֆրեզեռում**”, “**անցքերի մշակում**”, “**խառատային մշակում**” ընտրվում է **վերջինը**, հետո ըստ հեռթականության՝ մշակման տեսակը՝ “**վերջնամշակման**”, քանի որ 0.25 մմ/ր մատուցումը առկա է այդ ցանկում, չափումների միավորների համակարգ՝ “**մետրական**”, ազգային ստանդարտ՝ “**GOST**”, մշակվող նյութի նշանակումը՝ “**40Cr13**” (քանի որ մեր դետալի նյութը ցանկում չկար, ընտրվում է ըստ հատկությունների մոտիկը, **40X13**), ճշտվում է **HB** կարծրությունը՝ “**220**”, որի դեպքում ամրությունը հավասար է 750 ՄՊա, որոշվում է կտրող թիթեղի նյութը, երկրաչափությունը և մակնիշը՝ “**GC15**”, ըստ համապատասխան

տեղեկատվական կայքի (**T-MaxP**), որից հետո գրանցում ենք մատուցման մեծությունը՝ **“0.25”**, մշակվող մակերևույթի տրամագիծը՝ **“53”** համապատասխան վանդակներում, հատակագծում գլխավոր անկյունը՝ **“45”**, գագաթի շառավիղը՝ **“2.4”**, մշակվող մակերևույթի երկարությունը՝ **“20”**, որիցհետո տալիս ենք հրահանգ՝ **“կատարել հաշվարկները”**: Ավտոմատացրած նախագծման արդյունքները հետևյալն են՝

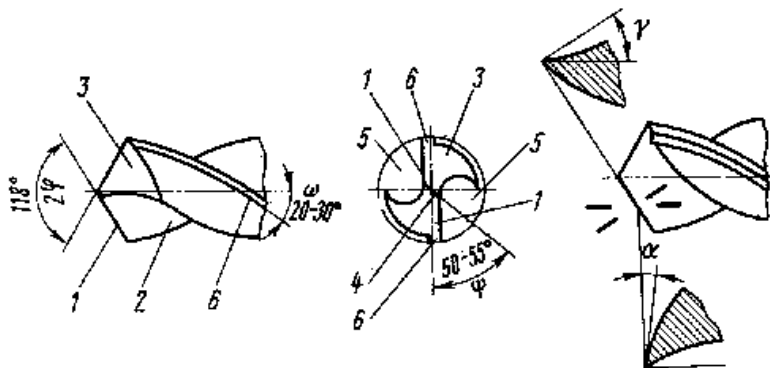
- կտրման արագությունը՝ **185 մ/ր,**
- իլի պտուտաթվերը՝ **1111 պտ/ր,**
- հանվող մետաղի քանակը՝ **69 սմ³/ր,**
- հիմնական ժամանակը՝ **0.07 ր,**
- կտրման հզորությունը՝ **3.8 կՎտ,**
- ստացված մակերևույթի որակը՝ **Ra 0.64:**

Ճշտելով ըստ հաստոցի, ստանում ենք՝1000 պտ/ր, 166 մ/ր, 3.4 կՎտ, 0.08 ր, 63 սմ³/ր: Արդյունքների տարբերությունը բացատրվում է կտրման գործընթացի կիրաված օպտիմացման մոդելների տարբերություններով:

16. ԳԱՅԼԻԿՈՆՈՒՄ

16.1 ԳԱՅԼԻԿՈՆԻ ՏԵՄԱԿՆԵՐԸ ԵՎ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

ա) Պարուրաձև գայլիկոն: Պարուրաձև գայլիկոնները օգտագործում են այն անցքերի գայլիկոնման և վերագայլիկոնման համար, որոնց խորությունը չի գերազանցում գայլիկոնի 10 տրամագիծը $L \leq 10D$: Գայլիկոնը բաղկացած է 2 մասերից՝ բանվորական և պոչամասից: Բանվորական մասը իր հերթին բաղկացած է 2 մասից՝



կտրող և ուղղորդող: 2 առջևի մակերևույթը (նկ.1) իրենից ներկայացնում է գծավոր պտուտակավոր մակերևույթ, որը սահուն կցորդվում է տաշեղային ակոսի ոչ բանվորական կորագիծ պտուտակաձև մակերևույթի հետ: 3 հետին մակերևույթը կարող է լինել կոնաձև, գծավոր պտուտակաձև կամ ուղղակի հարթ:

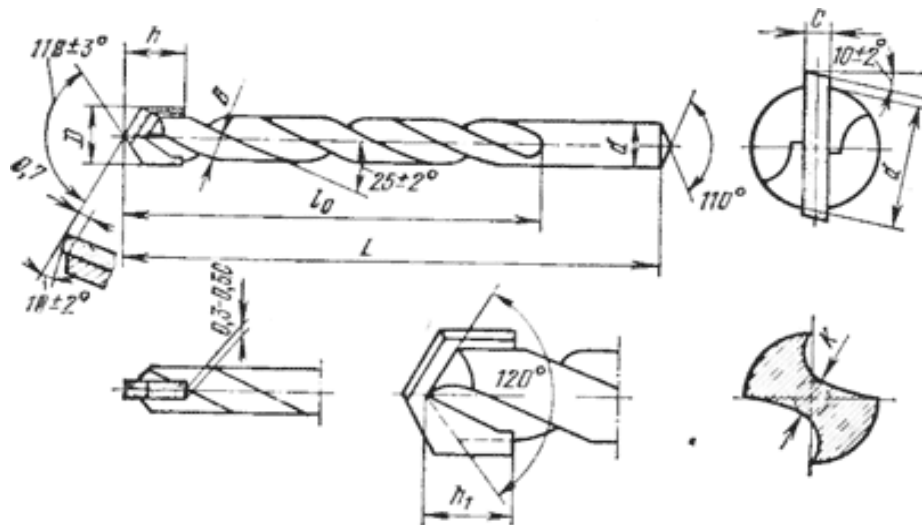
Նկ.1 Պարուրաձև գայլիկոնի տարրերը:

6 օժանդակ հետին մակերևույթը (երեսակը) իրենից ներկայացնում է կոնաձև մակերևույթի մի մասը, որի առանցքը համընկնում է գայլիկոնի առանցքի հետ: Շփումը փոքրացնելու նպատակով գայլիկոնի կոնակը իջեցված է 6 երեսակի նկատմամբ: Գայլիկոնի գլխավոր սայրը (դիրք 1) կարելի է համարել ուղիղ գիծ: Հետին մակերևույթների հատման արդյունքում ստացվում է 4 սայրը, որը անվանում են լայնական սայր կամ միջակապ (перемычка): 6 օժանդակ սայրը իրենից ներկայացնում է շատ փոքր կոնավորությամբ պտուտակավոր գիծ: Այսպիսով՝ պարուրաձև գայլիկոնն ունի երկուական առջևի, հետին և օժանդակ հետին մակերևույթներ, երկու գլխավոր և օժանդակ սայրերը լայնական սայր:

բ) Կարծր համաձուլվածքով հանդերձված գայլիկոններ: Արտադրողականությամբ բարձրացնելու նպատակով օգտագործում են գայլիկոններ, որոնց կտրող մասը իրենից ներկայացնում է մակագողված կարծր համաձուլվածքի թիթեղներ: Մեծ տարածում են գտել կարծր համաձուլվածքից շեղ և պտուտակաձև ակոսներով գայլիկոնները:

Այս տեսակի գայլիկոնների կոնստրուկցիաները ունեն հետևյալ առանձնահատկությունները՝

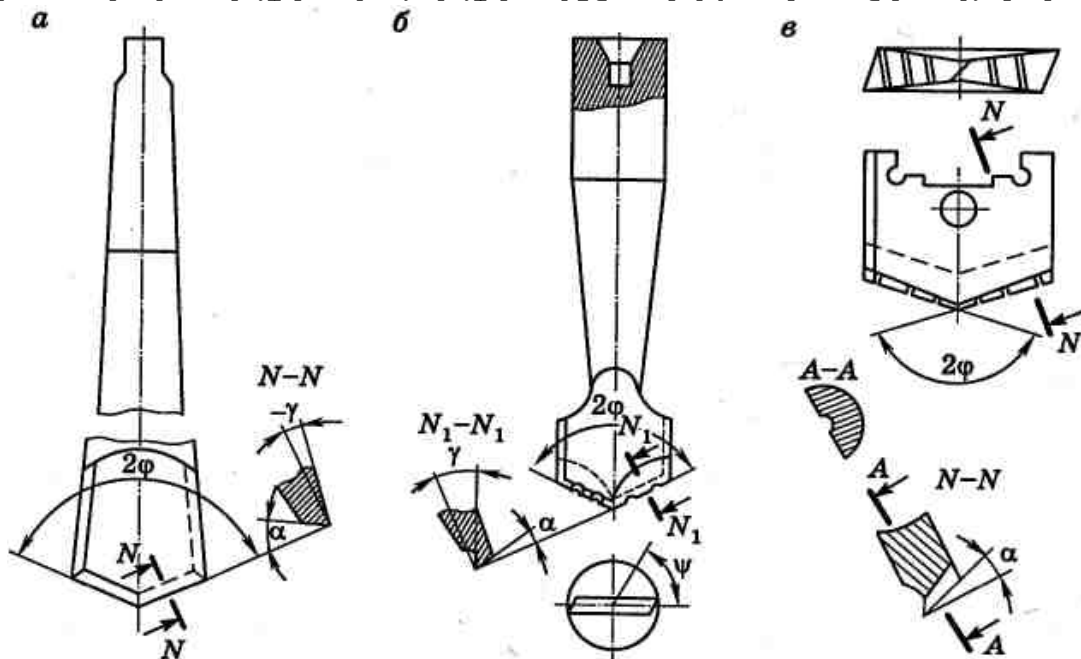
1. համեմատած արագահատ պողպատներից պատրաստված գայլիկոնների հետ բանվորական մասը 30 ... 40% կարճեցված է,
2. միջուկի d տրամագիծը մեծացված է մինչև 0,3D. արագահատ պողպատներից պատրաստված գայլիկոնների համար՝ 0,2D,



**Նկ.2 Կարծր
համաձուլվածքով
հանդերձված
գայլիկոն:**

3. պտտտակաձև անկոնների թեքման անկյունը փոքրացված է՝ թիթեղի վրա $\omega_1=6^\circ$, իրանի վրա $\omega=15 \dots 20^\circ$,
4. մեծացված է հակադարձ կոնավորությունը՝ 100 մմ երկարության վրա 0,15 մմ, կարծր համաձուլվածքե թիթեղի համար՝ 0,5 մմ, արագահատ պողպատների համար՝ 0,12 մմ : Կարծր համաձուլվածքով հանդերձված գայլիկոնների միջուկը պատրաստում են P9 կամ 9XC պողպատից:

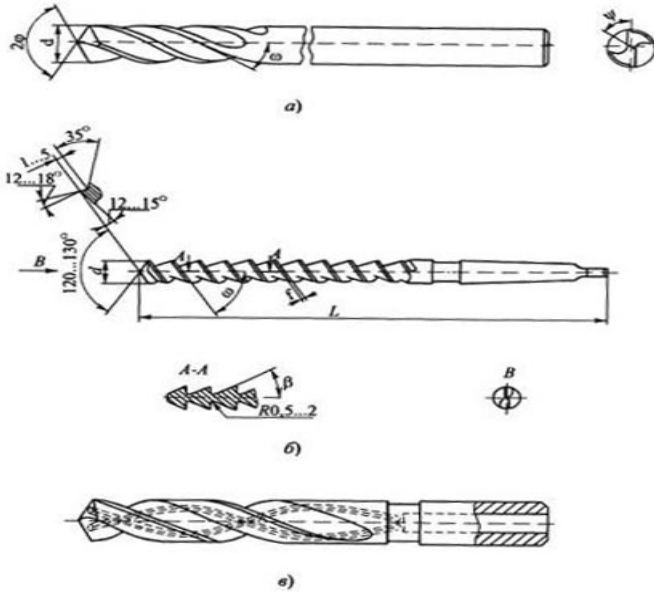
գ) **Խորը անցքերի գայլիկոններ:** Այն անցքերը, որոնց խորությունը գերազանցում է 5D, ընդունված է անվանել խորը: Նման անցքերի մշակման ժամանակ գայլիկոնի աշխատանքի պայմանները կտրուկ վատանում են, քանի որ կտրման գոտուց դժվարանում է ջերմության և տաշեղի հեռացումը: Ձևավոր, մեծ կամ խորը անցքերի գայլիկոնման համար, ինչպես նաև փխրուն կամ կարծր նյութեր մշակելիս օգտագործում են փետրաձև գայլիկոններ: Այս գայլիկոնները շատ պարզունակ են և ոչ կատարյալ (նկ.3):



Նկ.3. Խորը անցքերի համար փետրաձև գայլիկոններ:

Ոչ կատարյալությունը կայանում է նրանում, որ փետրաձև գայլիկոնների համար N-N հատույթում առջևի անկյունը բացասական է (նկ.3,ա): Դրական առջևի անկյան ստացման համար առջևի մակերևույթի վրա կատարվում է ներտաշվածք (նկ.3,բ): Կիրառում են նաև հավաքովի գայլիկոններ (նկ.3,գ): Մածուցիկ նյութերում մեծ տրամագծով անցքեր մշակելիս, կտրող սայրերի վրա կատարվում

Նկ.4. Գայլիկոններ ՔՀՀ ներքին մատուցմամբ (ա, գ) և շնեկային գայլիկոն (բ):



գայլիկոնի առջևի մակերևույթը տեղակայում են նրա առանցքից 0,2 ... 0,5մմ վրա: 1 գլխավոր կտրող սայրը ուղղահայաց է գայլիկոնի առանցքին և 0,5 ... 0,8մմ անցնում է առանցքից:

և հրացանային գայլիկոն (բ):

Օժանդակ կտրող սայրը 2փմմ-ան փոքրացման համար կտրված է 10° անկյան տակ:

Գայլիկոնը աշխատում է նախօրոք գայլիկոնված անցքի մեջ, որի խորությունը կազմում է $l = (0,5 \dots 0,8)D$: Գայլիկոնի ուղղությունը ապահովում է 3 հենարանային գլանաձև մակերևույթի շնորհիվ, որը հենվում է մշակված մակերևույթի վրա: 15մմ մեծ թնդանոթային գայլիկոններում ՔՀՀ մատուցումը հեշտացնելու նպատակով, կատարված է 4 ներքին ակոսը:

Հրացանային գայլիկոն: Հրացանային գայլիկոնները ապահովում են ուղիղ գծով և մեծ խորությամբ ճշգրիտ անցքերի մշակումը, օրինակ հրացանի փողերի մշակման ժամանակ ($D > 3$ մմ): Գայլիկոնը բաղկացած է 1 կտրող մասից (նկ.5բ), որը պատրաստվում է արագահատ պողպատից, կամ կարծր համաձուլվածքից, և 2 ցողունից, որը պատրաստվում է ածխածնային պողպատից: Ցողունը պատրաստվում է խողովակի տեսքով (Բ-Բ հատված): 120° ակոսը նախատեսված է տաշեղի հեռացման համար, ձևավոր անցքը՝ ՔՀՀ մատուցման համար: Որպես ուղղորդող հանդիսանում է 3 գլանաձև մակերևույթ:

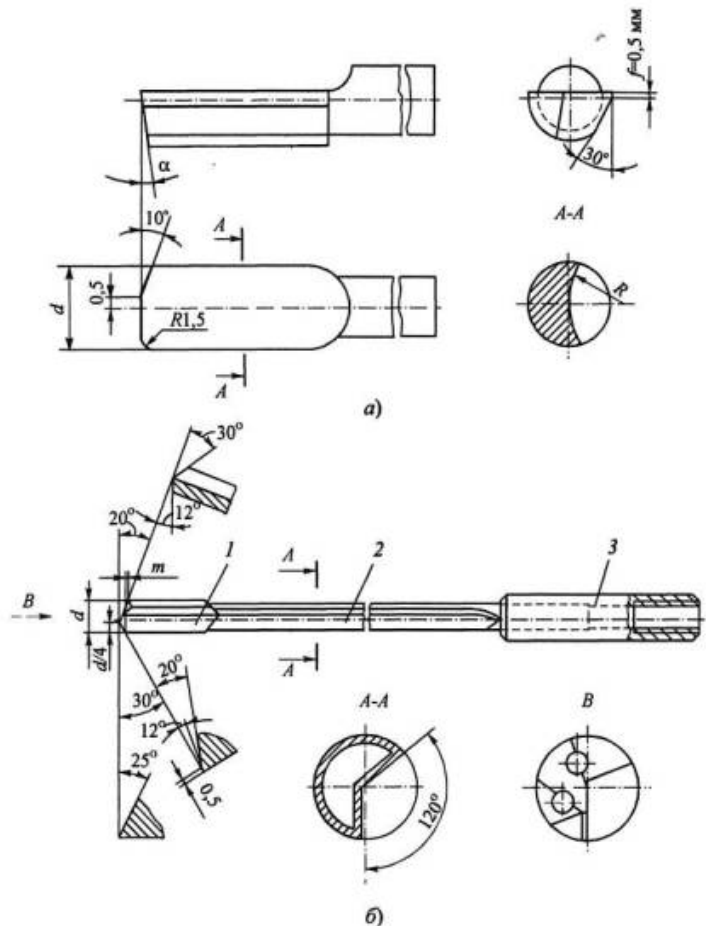
ակոսներ, որոնք տեղակայվում են շախմատային կարգով, որպեսզի պտտման ժամանակ սայրերի տեղամասերը չփակեն մեկը մյուսին:

Նկ. 4-ում բերված են գայլիկոններ ՔՀՀ ներքին մատուցմամբ (նկ.4ա,գ) և խորը անցքերի մշակման գայլիկոն դիք պտտտաձև պարույրով, կամ շնեկային գայլիկոն (նկ.4բ): Այն օգտագործվում է անցքերի մշակման ժամանակ, երբ $L > 10D$ փխրուն և մաճուցիկ նյութերում: Նրա պարամետրերն են $D \geq 3$ մմ, $l_f > 10D$, $\psi = 50 \dots 55^\circ$, հակադարձ կոնությունը 0,03...0,12 մմ 100 մմ երկարության վրա:

Թնդանոթային գայլիկոն: Այն իրենից ներկայացնում է ձող, որի առջևի ծայրը կտրված է թիակի տեսքով, ինչի արդյունքում առաջանում են կտրող տարրեր (նկ.5ա):

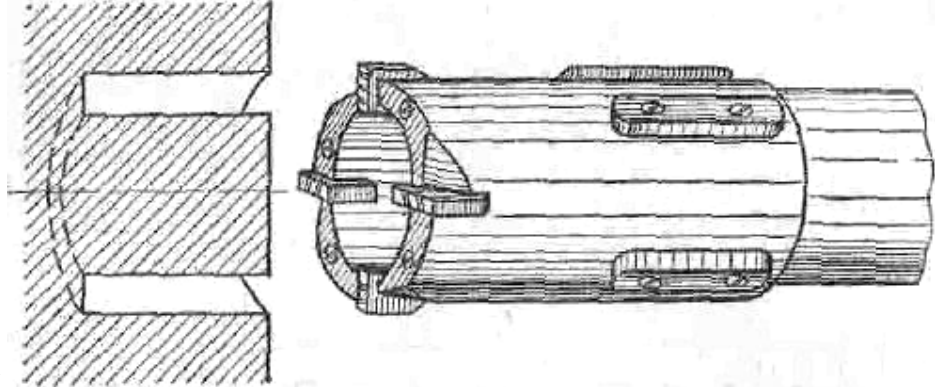
Որպեսզի խուսափել գայլիկոնի ծամծմմանը,

Նկ.5.Թնդանոթային գայլիկոն (ա)



Գայլիկոնի գագաթը շեղված է առանցքից $b=0,2D$ հեռավորությամբ: $a=0,3D$, $\varphi_1=70^\circ$:

Օղակն գայլիկոն: 80 ... 200մմ տրամագծով, և մինչև 500մմ խորություն ունեցող անցքերի մշակման համար օգտագործում են օղակն գայլիկոն (նկ.7): Գայլիկոնը բաղկացած է իրանից, որն ունի խողովակի տեսք, և որի վրա ամրացվում են դնովի կտրիչները: Կտրիչների լայնությունը գերազանցում է իրանի պատերի հաստությունը:



Նկ.6. Օղակն գայլիկոն:

Կտրիչների քանակը 4 ... 8 հատ է: Գայլիկոնի ուղղությունը պահպանվում է բռնցքների օգնությամբ: Գայլիկոնման հետևանքով մշակվող նյութից ստացվող միջուկը պահպանվում է անվնաս: Գայլիկոնումից հետո, մեծ տրամագծով անցքեր մշակելիս, կատարում են ներտաշում: Դետալը, որը ամրացված է կապիչի և լյունետի մեջ, պտտվում է: Գործիքին հաղորդվում է մատուցման շարժում: Կտրիչը կալակի հետ ուղղվում է անցքի մեջ երիթների օգնությամբ, որոնք պատրաստված են ամուր փայտից կամ տեկատլիտից:

16.2. ՊԱՐՈՒՐԱԿԱՅԻՆ ԳԱՅԼԻԿՈՆԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ ԵՎ ԵՐԿՐԱՉԱՓԱԿԱՆ ՏԱՐԴԵՐԸ

Պարուրածն գայլիկոնը բաղկացած է l_1 բանվորական մասից, l_3 վզիկից և l_4 պոչամասից, որն իր ծայրամասում ունի l_5 թաթիկը: Բանվորական մասը իր հերթին բաժանվում է l_2 և l'_2 ուղղորդիչ մասերից: Կտրող մասը իր մեջ է պարունակում 1 հղկված օժանդակ կտրող սայրերը, 2 լայնական կտրող եզրը, 3 ակոսները, երկու գլխավոր կտրող սայրերը (4), 7 առջևի և 5 հետին մակերևույթները, 6 գայլիկոնի երկու ատամները: Գայլիկոնի պոչամասը կտրող է լինել կոնաձև (Մորգեի կոն կամ մետրական կոն) կամ գլանաձև: Թաթիկը օգտագործվում է գայլիկոնը իլից կամ անցումային վռանից հանելու համար:

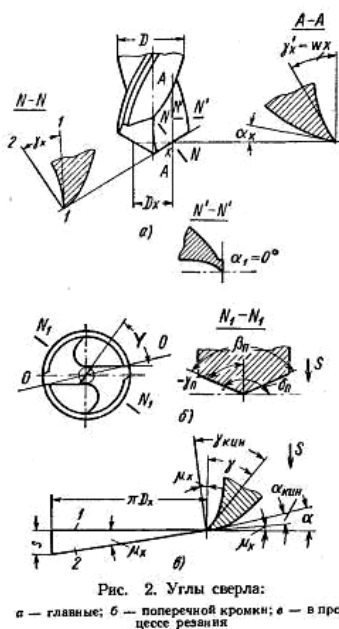
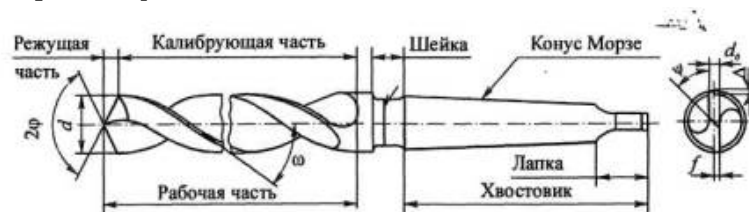


Рис. 2. Углы сверла:
а — главные; б — поперечной кромки; в — в процессе резания



Նկ.7. Պարուրածն գայլիկոնի տարրերը:

Գայլիկոնի կտրող հատկությունները մեծ մասով որոշվում է նրա երկրաչափական պարամետրերով և կտրող մասի նյութով: Դիտարկենք գայլիկոնի երկրաչափական տարրերը (նկ.8):

Պտտական ակոսի թեքման ω անկյունը իրենից ներկայացնում է գայլիկոնի առանցքի և տաշեղային ակոսի պտուտակաձև գծի փովածքի միջև անկյունը (նկ.8բ): Նրա մեծությունը հաստատուն չէ. որքանով մոտ առանցքին, այնքան փոքր է ω : Գծագրից երևում է՝

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{\pi D}{H}, \quad \operatorname{tg} \omega_x = \frac{\pi D x}{H}$$

Լայնական և գլխավոր կտրող սայրերից մեկի և գայլիկոնի առանցքին ուղղահայաց հարթության վրա պրոյեկցիաների միջև անկյունը կոչվում է

լայնական սայրի ψ թեքման անկյուն: Սովորաբար $\psi=55^\circ$: Գագաթի 2 φ անկյան արժեքը կախված է մշակվող նյութից և տատանվում է 80 ... 140° միջև: Պլանում φ օժանդակ անկյունը առաջանում է բանվորական մասի հակադարձ կոնավորության հաշվին: Նրա մեծությունը կազմում է 1 ... 2': Օժանդակ α հետին անկյունները ժապավենաձև եզրերին հավասար է 0°, քանի որ օժանդակ հետին մակերևույթը գծագրված է գլանաձև մակերևույթով: Գլխավոր կտրող սայրի λ թեքման անկյունը նույնանման է,՝ ինչ կտրիչների համար: γ առջևի անկյուն անվանում են գայլիկոնի առջևի մակերևույթին տարած շոշափողի և դիտարկվող կետին ուղղահայացի միջև անկյունը, որը առաջանում է գայլիկոնի առանցքի շուրջը կտրող սայրի պտտման ժամանակ: Յուրաքանչյուր կետում N-N հարթության վրա ունի տարբեր արժեքներ: α հետին անկյունը իրենից ներկայացնում է հետին մակերևույթի շոշափողի և նրա պտտման շրջանագծին տարված շոշափողի միջև անկյունը: Կտրման պրոցեսում α արժեքը փոփոխվում է:

Նկ.8 Գայլիկոնի երկրաչափական տարրերը:

16.3 ԿՏՐՄԱՆ ՏԱՐԲԵՐԸ ԵՎ ՈՒԺԵՐԸ ԳԱՅԼԻԿՈՆՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Գայլիկոնման ժամանակ գլխավոր կտրման շարժումը հիմնականում իրագործվում է գայլիկոնի պտտական շարժում հաղորդելով, իսկ մատուցման շարժումը գայլիկոնի կամ դետալի տեղաշարժումով: Որպես կտրման արագություն ընդունվում է առանցքից ամենահեռավոր կետի շրջանագծային արագությունը, որը հաշվարկված է տրամագծով՝

$$V = \frac{\pi D n}{1000} \text{ մ/րոպ}$$

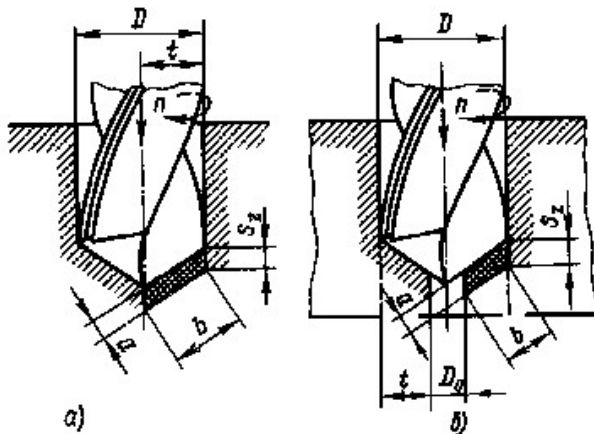
Մատուցումը, առանցքի երկայնքով գայլիկոնի տեղաշարժման մեծությունն է, որը կատարվում է գործիքի մեկ պտույտի ժամանակ: Քանի որ գայլիկոնը ունի 2 կտրող եզր, ապա նրանցից յուրաքանչյուրի վրա ընկնում է S_z մատուցում: $S_z = S_o / 2$ մմ/ատում:

Ընդհանուր մատուցումը $S_m = S_o \cdot n$, կտրման խորությունը $t = D/2$ մմ, իսկ անցքերի վերագայլիկոնման ժամանակ՝ $t = (D-d)/2$ մմ:

Գայլիկոնման ժամանակ կտրվող շերտի հաստությունը և լայնությունը հաշվարկում են հաշվի չառնելով լայնական կտրող եզրի չափը:

$a = S_z \times \sin \varphi = (S_o \times \sin \varphi) / 2$ (մմ), $b = (D/2) \times \sin \varphi$ (մմ) (նկ.9): F_z ՝ լայնական հաստության մակերեսը, որը ընկնում է մեկ կտրող սայրի վրա՝

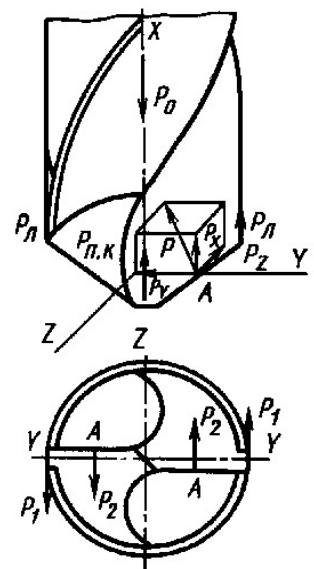
$$F_z = a \cdot b = \frac{S}{2} \sin \varphi \frac{D}{2 \sin \varphi} = \frac{D \cdot S}{4} \text{ (մմ}^2\text{)}:$$



Նկ.9. Հանվող շերտը ա) գայլիկոնման և բ) վերագայլիկոնման դեպքում:

ուժերով և կտտանանք յուրաքանչյուր կտրող սայրի վրա ազդող կտրման ուժի 3 բաղադրիչները: P_z ուժերը առաջացնում են ոլորող մոմենտ, ինչը իրագործում է հաստոցի իլը: P_y ուժերը ազդում են շառավղով և մեկը մյուսին ոչնչացնում: P_x ուժը, լայնական կտրող մասի վրա ազդող P_n ուժի հետ միասին առաջացնում են առանցքային ուժը, կամ մատուցման ուժը: Արդյունքում գայլիկոնի վրա ազդում են $M_{\kappa\phi}$ ոլորող մոմենտը և P_x ուժը:

Այժմ որոշենք կտրման ուժերը և ոլորող մոմենտը գայլիկոնման ժամանակ: Ընդունենք, որ գայլիկոնի կտրող սայրին ազդող համագոր ուժը գործում է A կետում (նկ.10): Այդ ուժը բաժանենք 3 ուղղահայաց ուղղություն ունեցող



Նկ.10. Կտրման ուժերը գայլիկոնման դեպքում

Որոշենք M_{kp} ոլորող մոմենտի մեծությունը տեսականորեն: Փաստացի M_{kp} առաջանում է տարրական ուժերի ազդեցությունից գլխավոր կտրող սայրերի և լայնական եզրի վրա, ինչպես նաև P_n շփման ուժի ազդեցությունից: Կտրող սայրի երկայնքով առանձնացնենք կտրվող շերտի տարրական մակերես, որը հավասար է՝ $dr \cdot \frac{S}{2}$, նրա վրա ազդում է տեսակարար կտրման ուժը, որի չափը՝ $p dr \cdot \frac{S}{2}$, որտեղ p – կտրման տեսակարար ուժն է: Կտրման տեսակարար p ուժը մեծանում է, եթե նվազում է կտրման մակերեսը՝

$$p = \frac{A}{S^a},$$

այս դեպքում տարրական մոմենտը,

$$dM = p dr \frac{A}{S^a} \cdot \frac{A}{2} r dr = B \cdot S^{1-a} \cdot r \cdot dr, \text{ կամ}$$

$$M_{kp} = 2 \int_{a/2}^{D/2} B S^{1-a} = B S^{Y_M} \frac{r^2}{2} \int_{a/2}^{D/2} = C_M S^{Y_M} D^{Z_M}:$$

Ինտեգրենք տարրական առանցքային ուժը՝

$$p = \int_{a/2}^{D/2} p \cdot \frac{S}{2} dr, \text{ կատանանք } P_{\text{առ.}} = C_p S^{Y_M} D^{Z_M}:$$

Հետազոտությունների

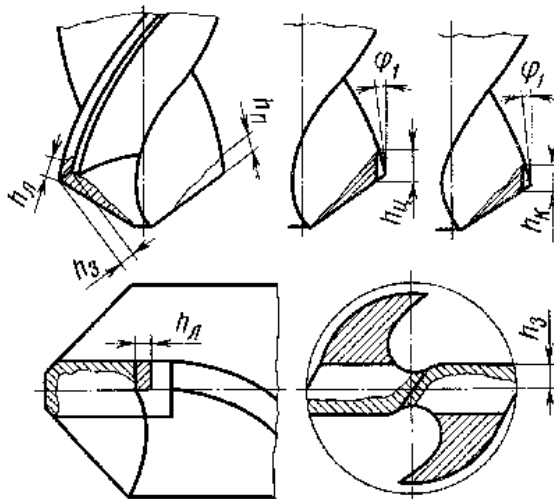
արդյունքում ստացվում են

էմպիրիկ բանաձևեր,

$$M_{kp} = C_M S^{Y_M} D^{Z_M} K_p:$$

16.4. ԳԱՅԼԻԿՈՆՆԵՐԻ ՄԱՇՈՒՄԸ, ՄԱՇՄԱՆ ԶԱՓԱՆԻՇԸ, ԳԱՅԼԻԿՈՆՆԵՐԻ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Գայլիկոնի կտրող տարրերը կտրման պրոցեսում մաշվում են



ա) հետին մակերևույթով,

բ) հետին և առջևի մակերևույթներով,

գ) անկյունակներով (ոչ պլաստիկ նյութեր մշակելիս),

դ) լայնական եզրով,

ե) ժապավենով (ամուր և մածուցիկ նյութեր մշակելիս):

Գայլիկոնի կայունության համար ամենավտանգավոր հանդիսանում է անկյունակներով մաշումը: Երբ չափից շատ է մաշվում գայլիկոնը անկյունակներում, ապա դրա հետևանքով մաշվում է նաև ժապավենի մի մասը, և դրա հետևանքով վերասրման ժամանակ ստիպված են լինում հեռացնել գայլիկոնի մի մասը: Չափազանց անցանկալի է ժապավենների մաշման

Նկ.11. Գայլիկոնի տիպային մաշումները:

այն ձևը, երբ նրա մակերևույթի վրա կաշում են մետաղի փոքր մասնիկները: Այդպիսի մաշման հետևանքով գայլիկոնի մակերևույթի վրա հակադարձի փոխարեն առաջանում է ուղիղ կոնավորություն: Լայնական սայրի մաշումը ևս նորմալ չէ, ինչի հետևանքով կտրուկ մեծանում է առանցքային ուժը: Նկ.11-ում պատկերված են գայլիկոնի տիպային մաշումները: Գայլիկոնի տրամագծով մաշումը նվազեցնելու համար անհրաժեշտ է մեծացնել հակադարձ կոնավորությունը:

16.5. ԳԱՅԼԻԿՈՆՄԱՆ ԿՏՐՄԱՆ ՌԵԺԻՄՆԵՐԻ ԶԱՇՎԱՐԿՆԵՐԻ ՄԿՁԲՈՒՆՔՆԵՐԸ ԵՎ ԶԱՇՎԱՐԿԻ ՕՐԻՆԱԿՆԵՐԸ

Գայլիկոնման կտրման ռեժիմները հաշվարկվում են ելնելով նույն սկզբունքներից, ինչ խառատային մշակման ժամանակ: Մատուցումն որոշելու համար պարտադիր հաշվի է առնվում անցքի խորության հարաբերությունը տրամագծին, քանի որ գործիքի անկոշտության աճը միաժամանակ տաշեղի հեռացման պայմանների դժվարեցման հետ բերում է գայլիկոնի հաճախակի հեռացմանը կտրման գոտուց և մատուցման որոշակի նվազեցման պահանջին:

Հաշվարկի օրինակի ելքային տվյալները.

- մշակվող նախապատրաստվածքի նյութը՝

$$\text{Лист } \frac{Б 28 \times 1000 \times 3500 \text{ ГОСТ } 19903-74}{4-1V-45 \text{ ГОСТ } 1050-88},$$

- նախատեսվում է գայլիկոնել $\emptyset 15$ անցքը,

- մշակող հաստոցը՝ **ԹԾԿ գայլիկոնա ֆրեզերային ներտաշ հաստոց 2254BMΦ4M:**

Կտրման ռեժիմների որոշումը նախատեսվում է կատարել երեք եղանակներով՝
 համապատասխան տեղեկատուներից ընտրության միջոցով,
 վերլուծական եղանակով,

- հաշվարկ անալիտիկ

- հաշվարկ

<http://coroguide.sandvik.coromant.com> կայքի միջոցով:

Գայլիկոնման ռեժիմների հաշվարկները ըստ օրինակի ելքային տվյալների

Մշակմանը ենթարկվում է պողպատ 45, որի քիմիական բաղադրությունը և մեխանիկական հատկությունները պետք է համապատասխանեն Ռուսաստանի ГОСТ 1050 – 88 պահանջների, կամ այլ երկրների նման պողպատների ստանդարտներին՝

ԱՄՆ AISI, ASTM, ASME	Գերմանիա DIN	Ճապոնիա JIS	Չինաստան GB	Մեծ Բրիտանիա B.S.	Իտալիա UNI	Ֆրանսիա AFNOR NF
1045 A 107 A 29 1044 SA-29 1044	C 45 Ck 45 Cq 45	S 45C SWRCH45K	ML45	080M 080M46	-	XC48

Պողպատի ամրությունը կազմում է $\sigma_s = 600...750 \text{ մՆ/մ}^2$ (մՊա) կամ $60...75 \text{ Կգ/մմ}^2$, կարծրությունը՝ **HB 217...241**: Որպես մետաղահատ գործիք ընտրվում է գայլիկոն $\emptyset 15$ արագահատ **P6M5 պողպատից**, ըստ ГОСТ 10902-77: Անցքի երկարությունը՝ 28 մմ:

1. Ռեժիմների ընտրությունը :

Կատարվում է ըստ “Обработка

металлов резанием. Справочник технолога Под ред. А. А. Панова. М. Машиностроение, 1988г.”: Ըստ աղ.7 էջ 669 պողպատի մշակման դեպքում $\emptyset 15$ անցքի համար մատուցումն $S_0 = 0.1...0.4 \text{ մմ/պտ}$: Ըստ աղ. 28 էջ 276 “Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. 1986. **Т.2.**” որոշում ենք մատուցման մեծությունը, որն պետք է լինի $0.28...0.33 \text{ մմ/պտ}$ սահմաններում: Նշանակում ենք $S_0 = 0,3 \text{ մմ/պտ}$: Ըստ աղ.7 էջ 663 կտրման արագությունը $V=19 \text{ մ/րոպե}$: Տեղեկատվական տվյալները բերված են աղյուսակում.

Անցք, D, Մմ	Մատուցում S ₀ , մմ/պտ	Կտրման արագություն V, մ/րոպե	առանցքային ուժ, P ₀ , Ն	Կտրման հզորությունը, կՎտ
15	0.30	19	6200	1.36

Գայլիկոնի կայունությունները ընդունված է T=25 րոպե ըստ աղ. 12 էջ 681: Որոշենք իլի պտտման

հաճախությունը՝ $n = \frac{1000V}{\pi D}$ (պտ/ր),

ունենք հաշվարկային n_h հաճախությունը $\emptyset 15$

անցքի համար՝

$$n_h = \frac{1000 \times 19}{3.14 \times 15} = 403.4 \text{ պտ/ր},$$

որին ամենից մոտ է հաստոցի առավելագույն փաստացի հաճախությունը $n_{\phi} = 400$ պտ/ր , ըստ որի փաստացի V_{ϕ} կտրման արագությունը հավասար է

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n_{\phi}}{1000} = \frac{3.14 \times 15 \times 400}{1000} = 18.84 \text{ մ/ր:}$$

Բոլեական մատուցումը , որն անհրաժեշտ է որոշել ծրագրավորման համար,
 $S_p = S_0 \times n_{\phi} = 0.3 \times 400 = 120$ մմ/րոպե, կամ $120/60 = 2.0$ մմ/վրկ, որն իրագործելի է տվյալ հաստոցի վրա:

2. Գայլիկոնման ռեժիմների հաշվարկ անալիտիկ վերլուծական եղանակով:

Հաշվարկները կատարվում են ըստ “Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. 1986. Т.2.”: Հաշվարկային կտրման արագությունը որոշվում է ըստ բանաձևի`

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v, \text{ որտեղ}$$

$V`$ հաշվարկային կտրման արագությունն է, մ/ր,

$D`$ գայլիկոնի տրամագիծն է, մմ,

$S`$ գայլիկոնման մատուցումն է, մմ/պտ,

$T`$ գայլիկոնի կայունությունն է, րոպե,

$K_v` = K_{mv} K_{sv} K_{Lv}$, ճշտման գործակիցն է, որի բաղադրիչները որոշվում են ըստ 1-6 աղյուսակների, իսկ C_v , q , y , m գործակիցը և աստիճանային ցուցիչները որոշվում են ըստ աղ. 28 էջ 278: Այստեղ $D=15$ մմ, $S=0.3$ մմ/պտ, $T=45$ րոպե, $K_v=1.0$, $C_v=9.8$, $q=0.4$, $y=0.50$, $m=0.20$: Տեղադրելով տվյալները բանաձևում, ստանում ենք`

$$V = C_v D^q / (T^m S^y) = 9.8 \times 15^{0.4} / (45^{0.20} \times 0.30^{0.5}) = 24.7 \text{ մ/ր,}$$

Իլի հաշվարկային պտուտաթվերը`

$$n_h = \frac{1000V}{\pi D} \text{ (պտ/ր)},$$

$$n_h = \frac{1000 \times 24.7}{3.14 \times 15} = 524 \text{ (պտ/ր)},$$

ըստ հաստոցի անձնագրի ընտրվում է իլի փաստացի կամ իրական պտուտաթիւր`

$n = 500$ պտ/ր:

Նման կերպ որոշվում է կտրող ուժից առաջացած ոլորող մոմենտը ըստ աղ.32, էջ 281`

$$M_{n1} = 10 C_M D^q S^y K_p = 10 \times 0.0345 \times 15^{2.0} \times 0.3^{0.8} \times 1.0 = 29.6 \text{ Նմ:}$$

Առանցքային ուժը`

$$P_0 = 10 C_p D^q S^y K_p = 10 \times 68 \times 15^{1.0} \times 0.3^{0.7} \times 1.0 = 4391 \text{ Ն:}$$

Հաշվարկների արդյունքները մոտիկ են աղյուսակային տվյալներին, հետևաբար որոշված կտրման ռեժիմները կիրառելի են: Կտրման էֆեկտիվ հզորությունը`

$$N_k = M_{n1} n / 9750,$$

$$N_k = 29.6 \times 500 / 9750 = 1.52 \text{ կՎտ:}$$

Քանի որ հաստոցի դիսկվոր շարժաբերի հզորությունը 6.3 կՎտ բավականի բարձր է ստացված մեծություններից, ապա ստացված կտրման ռեժիմները ընդունելի են:

3. Գայլիկոնման ռեժիմների հաշվարկ քոմպյուտերային ավտոմատացրած նախագծման եղանակով:

Այս եղանակը իրագործում ենք <http://coroguide.sandvik.coromant.com> կայքում օգտագործված ծրագրի միջոցով: Ստանում ենք`

Материал детали		Рекомендац ии по режимам резания
Национальный стандарт	ASTM	Мощно сть (Pc): 5.1 kW Сила 3079
Обозначение	1045	
	Тверд ость 210 HB	

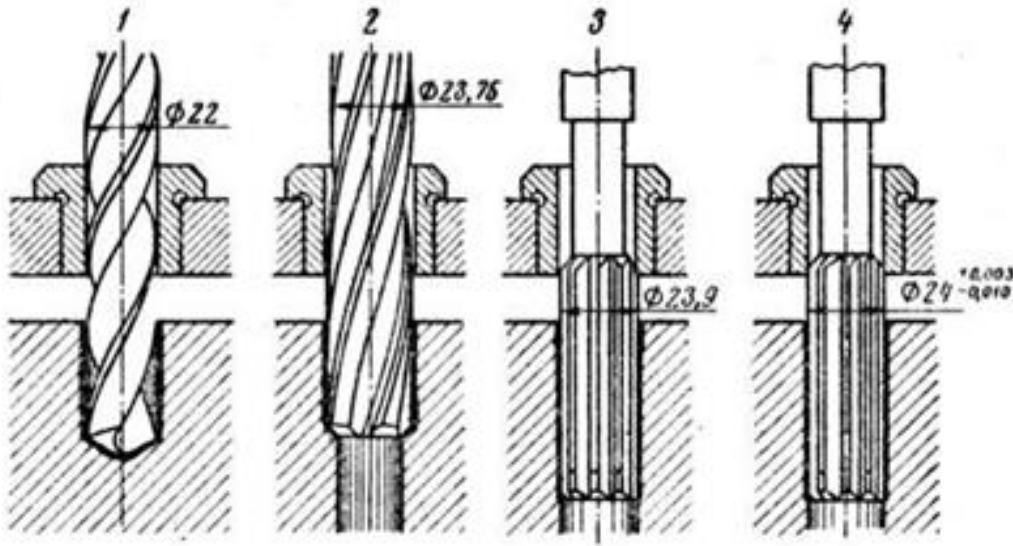
Сплав пластины			подач N и (Ff):
4234			Момен 25
			т (Mc) Nm
Параметры			Скоро
Диаметр сверления 15 mm			сть 120
Глубина отверстия (L): 28 mm			сьема cm/min
			ла min
			(Q):
			Расход 10
			СОЖ l/mi
			(q): n
			Время
			обраб
			отки 2.48
			на sec
			отверс
			тие
			(t):
			Глуби
			на 1.87
			отверс xDc
			тия:

Այս եղանակի դեպքում արդյունքները բավականին տարբերվում են՝ պտտտաթվերը իլի 2000 պտ/ր, հզորությունը՝ 5.1 կՎտ, ուժը՝ 3079 Ն, մոմենտը՝ 25 Ն.մ, կտրման արագությունը՝ 94 մ/ր, մատուցումը՝ 0.34 մմ/պտ:

17. ԱՆՑՔԱԼԱՅՆՈՒՄ

17.1. ԱՆՑՔԱԼԱՅՆՄԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ԳՈՐԾԻՔԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ

Անցքալայնումը օգտագործվում է նախօրոք գայլիկոնված, ծակված կամ ձուլմամբ ստացված անցքերի ժամանակ, իսկ նպատակն է բարձրացնել ճշտությունը և փոքրացնել խորդուրդությունների բարձրությունը: Անցքալայնման ժամանակ մշակման ճշտությունը գտնվում է 9-11 կվալիտետների սահմաններում, իսկ մակերևույթի մաքրությունը՝ Rz20-Ra6.3 սահմաններում: Ի տարբերություն գայլիկոնի անցքալայնիչը ունի ավելի շատ կտրող առամներ, սովորաբար 3 ... 4 հատ, և հետևաբար ավելի շատ ուղղորդիչ ժապավեններ: Անցքալայնիչի կոշտությունը ավելի բարձր է և այն չունի լայնական կտրող սայր: Անցքալայնման ժամանակ թողվածքի մեծությունը սովորաբար կազմում է 1 ... 4մմ:



Նկ.12. $\text{Ø}24^{+0.023}_0$ անցքի ստացումն առանցքային գործիքներով ըստ տեխնոլոգիական անցումների հաջորդականությանը՝ 1 - $\text{Ø}22$ գայլիկոնում; 2 - $\text{Ø}23.75$ անցքալայնում; 3 - $\text{Ø}23.9$ ապահովող 1-ին անցքակոնում; 4 - պահանջվող $\text{Ø}24^{+0.023}_0$ չափը ապահովող 2-րդ (կամ վերջնական) անցքակոնում:

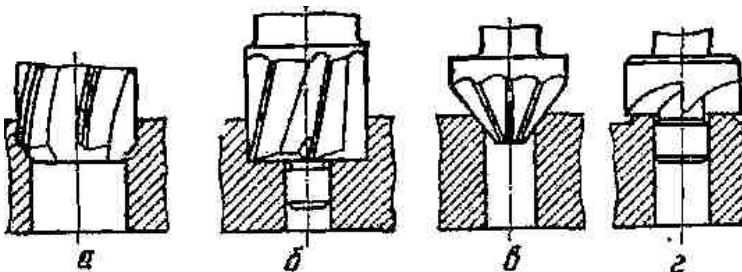
Նկար 12-ում բերված մշակման օրինակի վերլուծությունից պարզ է անցքալայնման (2) տեղը միջին և բարձր ճշտության անցքերի ստացման գործընթացներում:

Համեմատելով գայլիկոնման հետ՝ կարելի է ասել, որ անցքալայնումը ունի հետևյալ յուրահատկությունները.

1. մեծ քանակով, միաժամանակ աշխատող ատամներ $z = 3 \dots 4$, ինչի արդյունքում գործիքի ուղղորդումը անցքի մեջ բարելավվում է,
2. պլանում անկյունները փոքր են ($45 \dots 60^\circ$), ինչի հետևանքով կտրվող շերտերը ստացվում են բարակ,
3. փոքր թողվածքներ մեկ կողմի վրա ($0,5 \dots 5,0$ մմ), ինչի հետևանքով փոքրանում են գործող կտրման ուժերի մեծությունը,
4. անցքալայնիչի իրանը ավելի կոշտ է:
- 5.

17.2 ԱՆՑՔԱԼԱՅՆԻՉՆԵՐԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ, ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԱՅԻՆ ԵՎ ԵՐԿՐԱԶԱՓԱԿԱՆ ՏԱՐԲԵՐԸ

Ըստ նշանակման անցքալայնիչները լինում են պարուրակաձև - միջանցիկ գլանաձև անցքերի մշակման համար, գլանաձև (եզրամշակիչ, *чековка*) – մակաձուլիկների (*добытка*) ճակատների մշակման համար, և գլանաձև գլխույկով պտուտակների գլխամասի անցքի մշակման համար, կոնաձև (եզրալայնիչ, *зенковка*) կոնաձև բնիկների մշակման համար (Նկ.13):



Նկ.13. Անցքալայնիչների տարատեսակները ըստ նշանակության՝ ա) պարուրակաձև; բ) գլանաձև գլխույկով պտուտակների գլխամասի համար անցքի մշակման համար; գ) կոնաձև (եզրալայնիչ, *зенковка*)՝ կոնաձև բնիկների կամ երեսակների մշակման համար; դ) գլանաձև (եզրամշակիչ, *чековка*) – մակաձուլիկների (*добытка*) ճակատների մշակման համար:

Ըստ կոնստրուկտիվ յուրահատկությունների անցքալայնիչները լինում են ամբողջական, մակագծոված, հավաքովի, ներդրովի ատամներով և աշխատանքի բնույթով լինում են սև կամ մաքուր մշակման, կոմբինացված կամ աստիճանավոր:

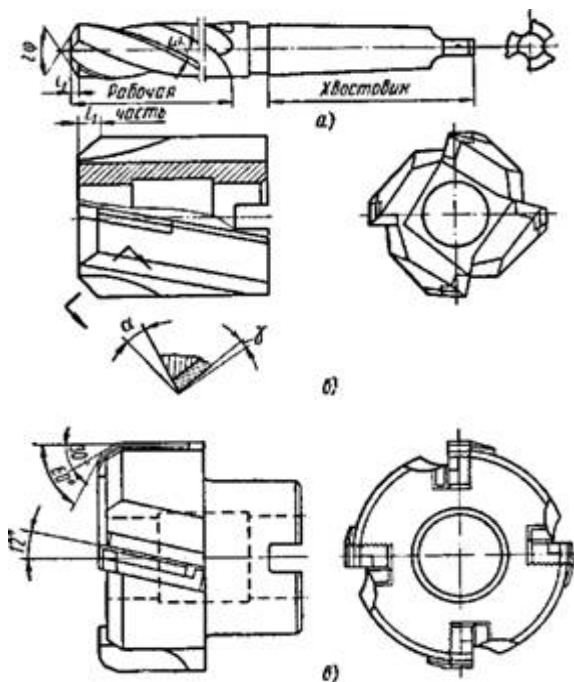
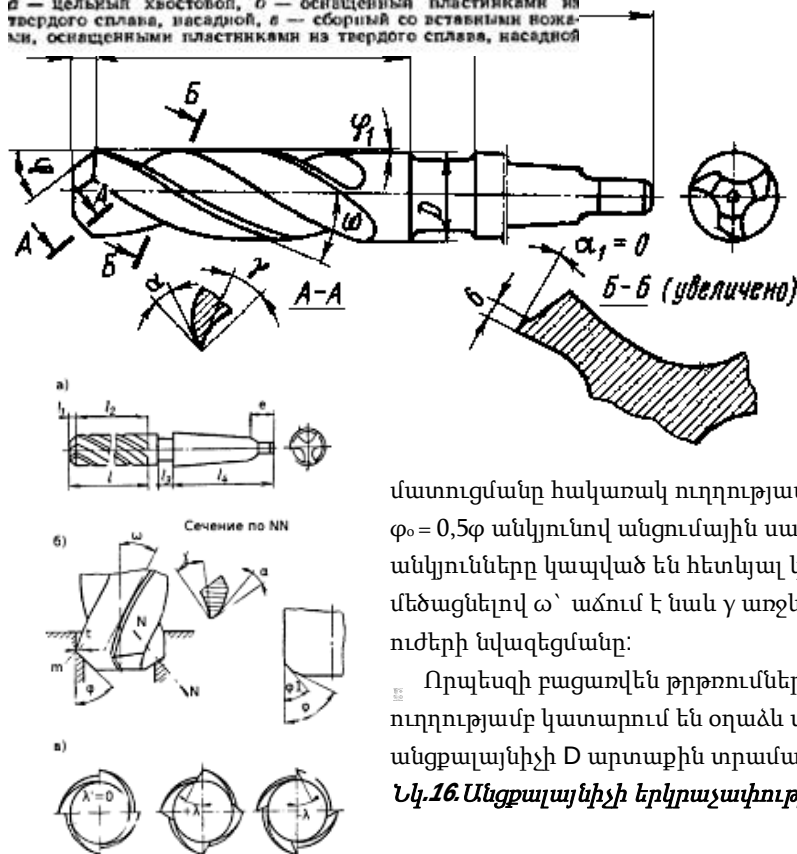


Рис. 95. Зепкеры:

а — цельный хвостовой, *б* — оснащенный пластинками из твердого сплава, насадной, *в* — сборный со вставными ножками, оснащенными пластинками из твердого сплава, насадной



Նկ.14. Անցքալայնիչներ ա) ամբողջական պոչավոր, բ) կարծր համաձուլվածքով հանդերձված, դնովի, գ) հավաքովի,

ներդրվող ատամներով, նստեցնովի:

Մովորական կոնստրուկցիոն պողպատների և թուջի մշակման համար լայն կիրառում է ստացել կարծր համաձուլվածքով հանդերձված անցքալայնիչները, իսկ արագահատ պողպատից անցքալայնիչները սովորաբար օգտագործում են փոքր տրամագծով գործիքների համար:

Անցքալայնիչների γ առջևի անկյունը չափում են N-N գլխավոր հատող հարթությունում և նրա մեծությունը սահմանում են կախված մշակվող նյութի տեսակից և գործիքանյութից: Սովորաբար $\gamma = 0 \dots 15^\circ$: α հետին անկյունը չափում են գայլիկոնի նման՝ առանցքին (կամ մատուցմանը) զուգահեռ հարթությա վրա և $\alpha = 8 \dots 10^\circ$: Պարուրաձև ակոսի թեքման անկյունը՝ $\omega = 10 \dots 30^\circ$: Կարծր նյութեր մշակելիս ω արժեքը վերցնում են փոքր, իսկ մածուցիկ նյութերի մշակման ժամանակ ω արժեքը վերցնում են մեծ:

Պլանի ֆ գլխավոր անկյունը արագահատ պողպատից պատրաստված անցքալայնիչների համար՝ $\varphi = 45 \dots 60^\circ$, իսկ կարծր համաձուլվածքի համար՝ $\varphi = 60 \dots 75^\circ$:

Գլխավոր կտրող սայրի **Նկ.15.**

Անցքալայնիչ պոչավոր:

λ թեքման անկյունը (նկ. 16)
ընդունում են՝ $\lambda = 5 \dots 10^\circ$: Երբ λ
բացասական է, ապա տաշեղը
հեռացվում է անցքալայնիչի
մատուցման ուղղությամբ, իսկ երբ λ
դրական է՝ տաշեղը հեռացվում է

մատուցմանը հակառակ ուղղությամբ:

$\varphi_0 = 0,5\varphi$ անկյունով անցումային սայրը ունի ≈ 1 մմ երկարություն: ω և γ անկյունները կապված են հետևյալ կերպ՝ $\text{tg}\omega = \text{tg}\gamma \sin\varphi$: Հետևաբար, մեծացնելով ω ՝ աճում է նաև γ առջևի անկյունը, ինչը բերում է կտրման ուժերի նվազեցման:

Որպեսզի բացառվեն թրթռումները աշխատանքի ժամանակ, շատավային ուղղությամբ կատարում են օդաձև սրվածք, որը 0,4 ... 0,8մմ փոքր է անցքայանիսի D արտաքին տրամագծից:

Նկ.16. Անցքալայնիչի երկրաչափության տարրերը:

17.3 ԱՆՑՔԱԼԱՅՆՄԱՆ ՏԱՐԲԵՐԸ, ԿՏՐՄԱՆ ՈՒԺԵՐԸ ԱՆՑՔԱԼԱՅՆՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Ինչպես և գայլիկոնման և շրջատաշման, այնպես էլ անցքալայնման ժամանակ կտրվող շերտը ունի զուգահեռագծի տեսք (նկ.17): Կտրման խորությունը՝

$$t = 0,5 (D_u - D_o), \text{ որտեղ}$$

D_u – անքալայնիչի նոմինալ տրամագիծն է, D_o – նախապատրաստվածքի անցքի տրամագիծը: Անցքալայնման ժամանակ կտրման խորությունը կազմում է՝

$$t \approx 0,5 (0,1 \dots 0,15) D_u:$$

Նկ.17. Անցքալայնման տարրերը :

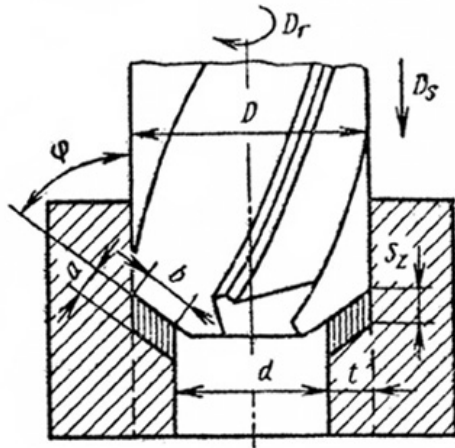


Рис 1.

S_o մատուցման չափը սահմանում են այնպես, որ յուրաքանչյուր ատամի վրա ընկնող մատուցումը լինի հավասար՝

$$S_z = 0,01 D_u:$$

Եռատամ անցքալայնիչի համար՝ $S_o \approx 0,03 D_u$: Մեատամի կողմից հեռացվող շերտի հաստությունը $a_z = (S_o \sin \varphi) / 3$: Կտրվող շերտի լայնությունը՝ $b = t / \sin \varphi$: Յուրաքանչյուր ատամի կողմից հեռացվող շերտի մակերեսը՝ $A = a b = S_o t / 3$:

Կտրման արագությունը անցքալայնման ժամանակ որոշում են հետևյալ բանաձևով՝

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v:$$

Անցքալայնիչի ատամի գլխավոր սայրի վրա ազդող ուժը կարելի է բաժանել P_x , P_y և P_z բաղադրիչների: P_z տանգենցիալ բաղադրիչները ստեղծում են M_{kp} ոլորող մոմենտը, ինչը հաղթահարվում է հաստոցի գլխավոր

շարժման մեխանիզմի կողմից: P_x ուժերը, որոնք գործում են գործիքի առանցքի երկայնքով, ստեղծում են P_o առանցքային, կամ մատուցման ուժը: Եթե ատամների քանակը գույգ է, ապա P_y շառավղային ուժերը հավասարակշռվում են: Անցքալայնման ժամանակ ոլորող մոմենտը, առանցքային ուժը և էֆեկտիվ հզորությունը հաշվարկում են հետևյալ բանաձևերով՝

$$M_{kp} = 10 C_m D^q t^x S^y K_p \quad (\text{Ն մ}),$$

$$P_o = 10 C_p t^x S^y K_p \quad (\text{Ն}),$$

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} \quad (\text{կՎտ}):$$

17.4 ԱՆՑՔԱԼԱՅՆԻՉԻ ՄԱՇՈՒՄԸ ԵՎ ՆՐԱ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Անցքալայնիչները հիմնականում մաշվում են ատամների հետին մակերևույթներով և անկյունակներով: Գործիքային պողպատից պատրաստված անցքալայնիչների հետին մակերևույթով մաշումը պողպատի մշակման ժամանակ կազմում է $h_{\text{հետ.}} = 0,5 \dots 1,2$ մմ, իսկ թուջի մշակման ժամանակ մաշումը անկյունակներով՝ $h_{\text{հետ.}} = 0,8 \dots 1,5$ մմ: Կարծր համաձուլվածքներով հանդերձված անցքալայնիչների համար, առանց հովացման չմիաված պողպատներ և հովացումով թուջեր մշակելիս թույլատրելի մաշումը կազմում է $h_{\text{հետ.}} = 1,0 \dots 1,6$ մմ, իսկ միաված պողպատներ մշակելիս $h_{\text{հետ.}} = 0,7$:

Անցքալայնիչների կայունությունը կախված է նրանց տրամագծից, որքան մեծ է տրամագիծը, այնքան մեծ է անցքալայնիչի կայունությունը: Անցքալայնիչների կայունությունը կազմում է **T=15...100 րոպե**:

18. ԱՆՑՔԱԿՈԿՈՒՄ

18.1 ԱՆՑԱԿՈԿՄԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ՈՐՊԵՍ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՕՊԵՐԱՑԻԱ

Անցքակոկուսը հանդիսանում է անցքի մշակման վերջնական օպերացիա: Որպես գործիք օգտագործում են տարբեր կոնստրուկցիաների և տեսակների անցքակոկուսներ: Անցքակոկիչները կոնստրուկտիվ և երկրաչափական պարամետրերի հիմնական տարբերիչ հատկանիշներն են կտրող ատամների և ողորկիչ ժապավենների մեծ քանակը (≥ 6), երկար տրամաչափիչ կալիբրող մասը $\alpha=0$ անկյունով, ընդունիչ կոնի փոքր մեծությունը, և այլ առանձնահատկություններ, որոնք թույլ են տալիս անցքակոկմամբ ստանալ բարձր ճշտությամբ անցքեր: Անցքակոկման ժամանակ թողվածքը տրամագծի վրա չի գերազանցում 0,4 ... 0,5մմ:

Անցքակոկման կտրման պրոցեսը ունի հետևյալ յուրահատկությունները՝

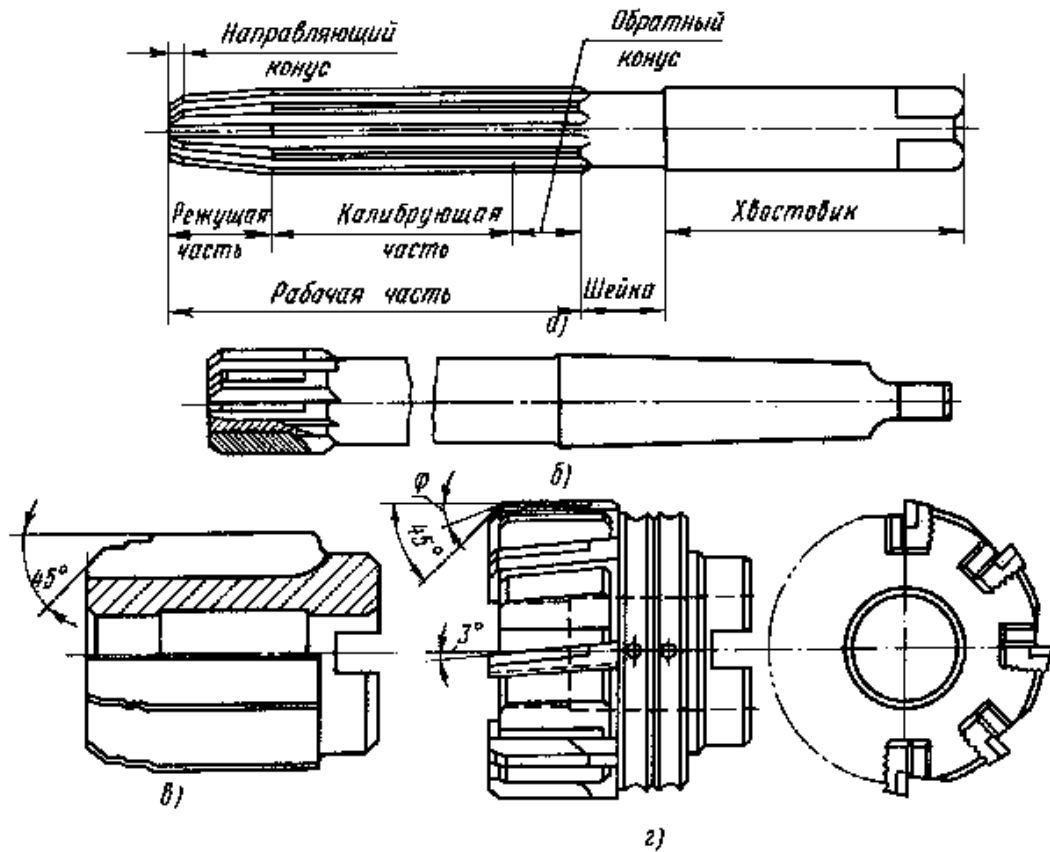
1. փոքր պլանի ϕ անկյուններ, և հետևաբար փոքր բեռնվածություններ կտրող եզրի միավոր երկարության վրա,
2. գործիքի կտրող եզրերի մեծ քանակը (6 ... 12 հատ),
3. մշակման համար նախատեսված փոքր թողվածքներ (նախնական անցքակոկման համար 0,15 ... 0,5մմ, վերջնական անցքակոկման համար 0,05 ... 0,15մմ),
4. կտրվող շերտի ծայրահեղ փոքր հաստությունը,
5. գործիքի հուսալի ուղղումը և անցքի կալիբրավորումը մշակման ընթացքում
6. գործիքի իրանի մեծ կոշտությունը:

Անցքակոկման ճշտությունը հասնում է 6 ... 7 դասի, իսկ մակերևույթի մաքրությունը՝ $R_a = 0,16 \dots 1,25$:

18.2 ԱՆՑՔԱԿՈԿԻՉՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ ԵՎ ԵՐԿՐԱԶԱՓՈՒԹՅՈՒՆԸ

Գլանաձև անցքակոկիչները լինում են պոչավոր (նկ.18), նստեցնովի ամբողջական (օգտագործվում է ոչ հաճախ) և նստեցնովի հավաքովի: Նշված անցքակոկիչները իրենց կոնստրուկտիվ ձևով նման են անցքալայնիչներին, բայց ի տարբերություն նրանցից ունեն մեծ քանակով ատամներ, ընդունիչ կոնի փոքր անկյուն (ϕ), իսկ առջևի ծայրում անցքակոկիչի ուղղորդման համար I երկարությամբ պահպանիչ կոն:

Անցքակոկիչը ունի I և ընդունիչ մաս և I₂ կալիբրող մաս: I₂ երկարությամբ կալիբրող մասը ծառայում է աշխատանքի ընթացքում անցքակոկիչի ուղղորդման անցքի մակերևույթի մաքրման և չափի ապահովման համար: Իսկ I₃ երկարության վրա շփումը և անցքի “կոտրատումը” (разбивка) փոքրացնելու համար կատարված է կոն: Կոնի տրամագծերի տարբերությունը կազմում է 0,03 ... 0,05մմ: Տաշեղային ակոսի ձևը կատարվում է A կամ B տեսակի :



Նկ.18. Անցքակոկիչների կոնստրուկցիաները՝ ա) ամբողջական գործիքը և հիմնական մակերևույթները, բ) հավաքովի, կտրող թիթեղներով հանդերձված, գ) նստեցնովի ամբողջական, դ) նստեցնովի հավաքովի:

Համեմատելով անցքալայնման հետ՝ անցքակոկման արդյունքում ստացվում են ավելի բարձր ճշտությամբ և մակերևույթի մաքրությամբ անցքեր:

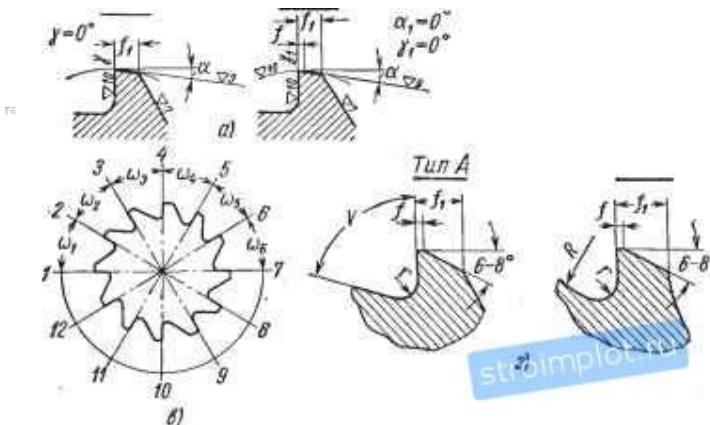
Գլխավոր անկյունը ձեռքի անցքակոկիչների համար $\varphi = 0,5 \dots 1,5^\circ$, իսկ մեքենայական անցքակոկիչների համար $\varphi = 15^\circ$: Թուջի մշակման համար $\varphi = 5^\circ$, կարծր համաձուլվածքով հանդերձված անցքալայնիչների համար $\varphi = 30 \dots 45^\circ$:

N-N գլխավոր հատող հարթության վրա առջևի և հետին անկյունների մեծությունը ընտրում են ելնելով անցքակոկիչի կտրող մասի և մշակվող նյութերից: Գործիքային պողպատից պատրաստված անցքակոկիչների համար $\gamma = 0 \dots 12^\circ$, իսկ կարծր համաձուլվածքից $\gamma = 0 \dots 15^\circ$: Հետին անկյունը $\alpha = 6 \dots 12^\circ$: Պլաստիկ նյութեր մշակելիս α անկյունը մեծ է:

Անցքակոկիչի կալիբրող մասում կատարված է $t = 0,05 \dots 0,25$ մմ չափով գլանաձև երեսակ: Որքան մեծ է անցքակոկիչի տրամագիծը, այնքան լայն է երեսակը:

Տաշելի հեռացումը բարելավելու նպատակով, ինչը կարևոր է մածուցիկ նյութեր մշակելիս, անցքակոկիչները պատրաստում են թեթև կամ պտուտակաձև ատամներով:

Միջանցիկ անցքեր մշակելիս՝ տաշելի հեռացման ուղղությունը պետք է համընկնի անցքակոկիչի բանվորական ընթացքի (S մատուցման) հետ: Դրան կարելի է հասնել

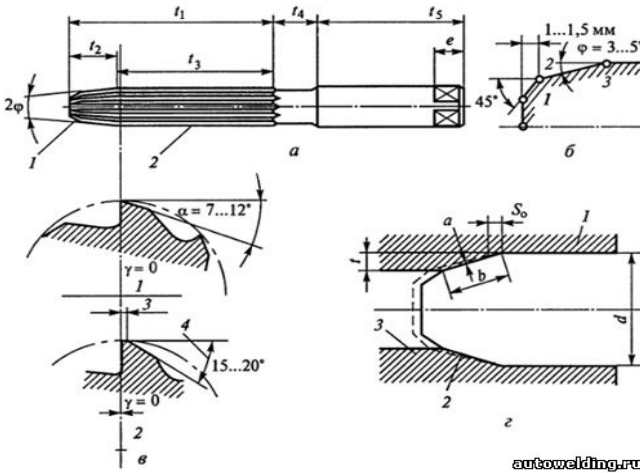


Նկ.19. Անցքակոկիչի բանվորական անկյունները:

ատամների դեպի ձախ թեքմամբ : Ատամների թեքման ω անկյունը գտնվում է $\omega = 10 \dots 45^\circ$ սահմաններում: Որպեսզի բացառվի մշակվող անցքի երեսակումը, ատամների շրջանագծային քայլը կատարվում է անհավասարաչափ $\omega_1 \neq \omega_2$ և այլն (նկ.19բ):

18.3 ԱՆՑՔԱԿՈՎՄԱՆ ՏԱՐԲԵՐԸ ԵՎ ԿՏՐՄԱՆ ՈՒԺԵՐԸ ԱՆՑՔԱԿՈՎՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Անցքակոկիչով մշակելիս կտրվող շերտի լայնական հատույթը ունի նույն տեսքը, ինչ գայլիկոնման և անցքալայնման ժամանակ: Այն իրենից ներկայացնում է 1-2-3-4



Նկ.20.Անցքակոկման տարրերը:

քանի որ հեռացվող մետաղի շերտը մեծ չէ P_z ուժը կարելի է մոտավորապես հաշվարկել, եթե յուրաքանչյուր ատամ դիտարկենք որպես ներտաշման կտրիչ: Այս դեպքում գումարային ուժը $P_z = P'_z Z$: Նմանորեն որոշում են ոլորող մոմենտը`

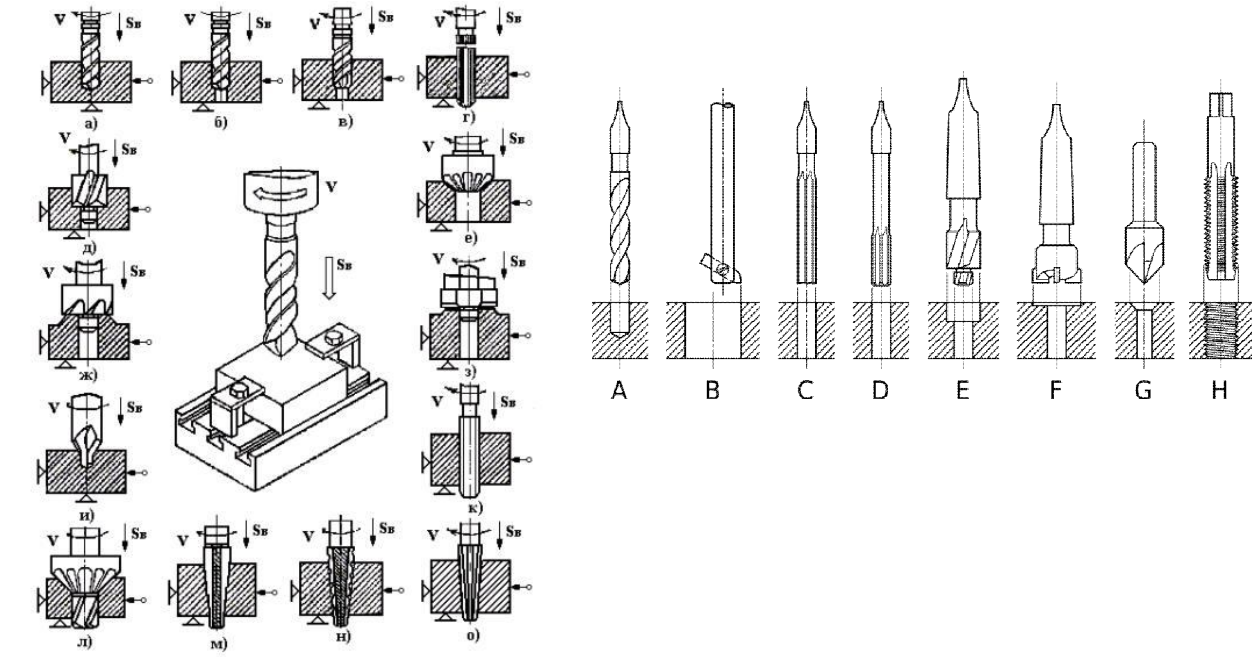
$$M_{kp} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot S_z \cdot D \cdot z}{2 \cdot 100}, \quad N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750}$$

18.4 ԱՆՑՔԱԿՈՎԻՉԻ ՄԱՇՈՒՄԸ ԵՎ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Անցքակոկիչների կայունության խնդիրը կապված է մաշման հետևանքով անցքակոկիչի ատամների տրամագծի փոփոխման հետ, ինչի հետևանքով ընկնում է մշակման ճշտությունը և կարող է առաջանալ մշակվող անցքի մասնատում: Անցքի մասնատում ասելով անվանում են անցքակոկիչի փաստացի տրամագծի և անցքակոկված անցքի տրամագծի միջև տարբերությունը: Եթե ատամների բթացման չափը մեծանում է, ապա մեծանում է նաև մասնատման չափը: Որոշ դեպքերում մշակված անցքը ստացվում է ավելի փոքր, քան անցքակոկիչի փաստացի տրամագիծը: Նման երևույթը կոչվում է բացասական մասնատում և այն կախված է անցքակոկիչի երկրաչափական պարամետրերից և կտրման արագությունից: Երբ $\varphi = 30 \dots 45^\circ$, դիտարկվում է դրական մասնատում, իսկ եթե $\varphi = 5 \dots 20^\circ$, ապա աշխատանքի տևողությունը երկարացնելու հետ առաջ է գալիս բացասական մասնատումը: Նման երևույթը բացատրվում է նրանով, որ երբ φ անկյան չափը փոքրանում է, ապա առաձգական դեֆորմացիաները աճում են: Եթե բացասական մասնատման մեծությունը կախված է մշակվող նյութի հատկություններից, ապա դրական մասնատման մեծությունը կախված է մակաճագոյացման պրոցեսից և մետաղի մասնիկների կաշման աստիճանից:

Քանի որ անքակոկիչը կտրում է բարակ հաստությամբ շերտեր, ապա նրա մաշումը ավելի հաճախ տեղի է ունենում հետին մակերևույթով: Անցքակոկիչների միջին կայունությունը պողպատներ մշակելիս կազմում է **T = 18 ... 84 րոպե**, թուջեր մշակելիս **T = 36 ... 150 րոպե**: Անցքակոկիչների կայունությունը կախված է նրանց տրամագծից, որքան մեծ է տրամագիծը, այնքան մեծ է անցքակոկիչի կայունությունը:

Անցքերի մշակման էտիպները և գործիքները



19. ՖՐԵՁԵՐՈՒՄ

19.1 ՖՐԵՁԵՐՄԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ՈՐՊԵՍ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՕՊԵՐԱՑԻԱ

Ֆրեզերումը հանդիսանում է նախապատրաստվածքները կտրմամբ մշակման բարձր արտադրողական և ունիվերսալ տեխնոլոգիական եղանակ: Առաջին ֆրեզերային հաստոցը և ֆրեզը ստեղծել է Լեոնարդո դա Վինչին: Մեքենաշինության բնագավառում ֆրեզերմամբ մշակվում են՝

- ա) ուղղահայաց, հորիզոնական կամ թեք հարթություններ,
- բ) մակաձուլակների (бобышки) ճակատները,
- գ) ուղղանկյուն և պրոֆիլային հատույթով ակոսներ, որոնք տեղակայված են հարթության վրա կամ տարածության մեջ,
- դ) փորակներ (пазы),
- ե) նեղ և երկար կտրվածքներ,
- զ) պտուտակների գլխուկի փորակներ,
- է) ուղղագիծ կամ կորագիծ պրոֆիլով ձևավոր մակերևույթներ:

Ֆրեզերմամբ մշակվում են տարբեր մակերևույթներ, այդ թվում պտտման մարմիններ, ուղիղ պրոֆիլային գոյացումներ զլանների վրա, անիվների վրա ուղիղ և պտուտակաձև ատամնավոր պսակները, ուղիղ և պտուտակաձև բազմաերիթային (շլիցային) ակոսները, պտուտակավոր մակերևույթներ: Ֆրեզերմամբ գլոցով (катанье) ձողերը հաստում են առանձին նախապատրաստվածքների:

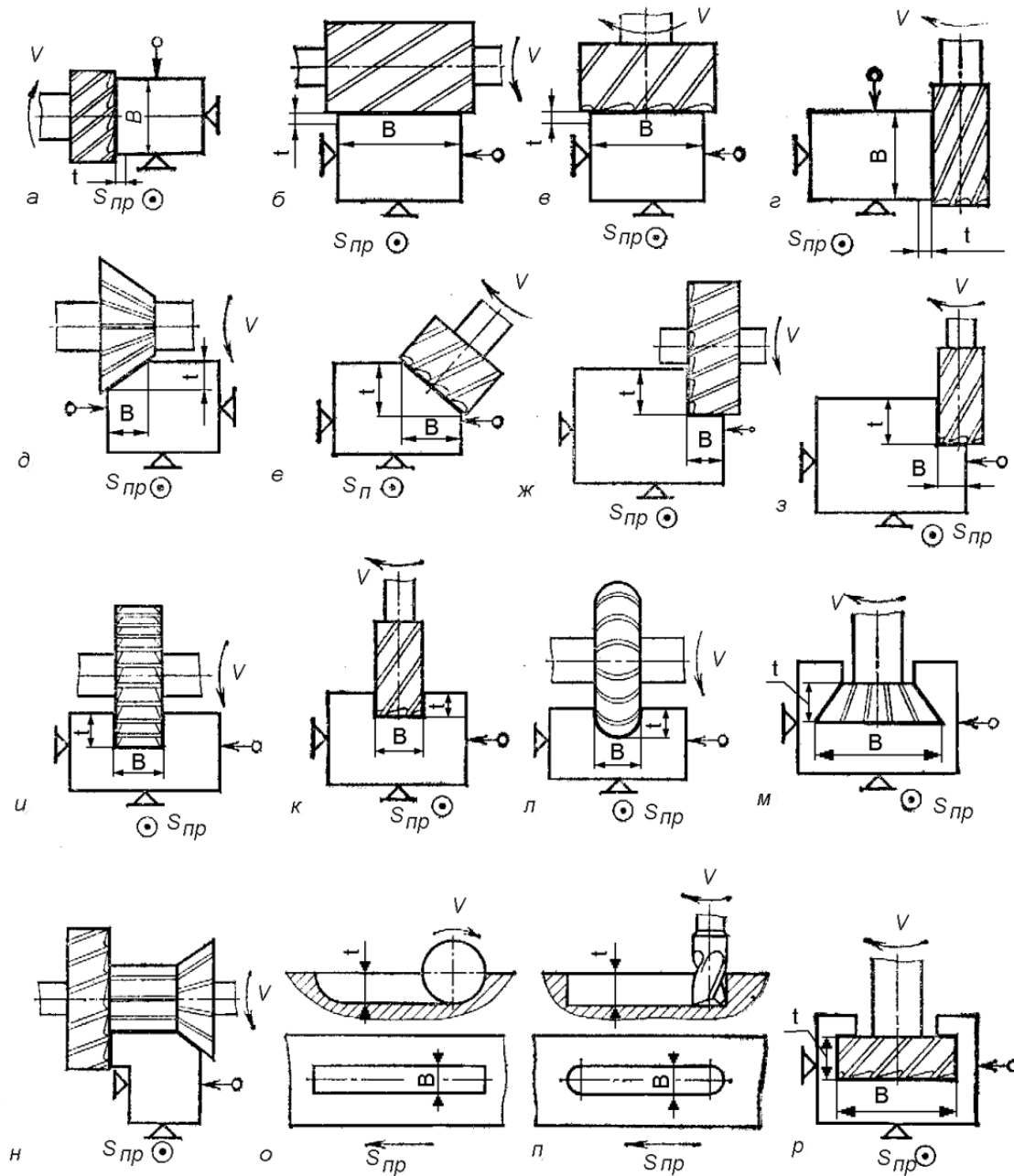
Ֆրեզերման ժամանակ գլխավոր շարժումը հաղորդվում է ֆրեզին, իսկ մատուցման շարժումը, հետադարձ-առաջընթաց կամ պտտական, հաղորդվում է նախապատրաստվածքին: Ֆրեզերմամբ կարելի է ստանալ $R_z=40 \dots 3,2$ մկմ մաքրությամբ մակերևույթներ:

19.2 ՖՐԵՁԵՐՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ ԵՎ

ՆՐԱՆՑ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Քանի որ ֆրեզներով կարելի է մշակել տարբեր ձևի մակերևույթներ, նրանք ունեն տարբեր չափեր, ձևեր, կոնստրուկտիվ կառուցվածքներ և նրանց ամրացման համար օգտագործում են տարբեր տեսակների

հարմարանքներ.



Նկ.21. Ֆրեզերման եղանակները և կիրառվող գործիքների տարատեսակները՝ ա) հարթության ֆրեզերում ճակատային ֆրեզով, բ) հարթության ֆրեզերում զլանաձև ֆրեզով, գ) հարթության ֆրեզերում ծայրային ֆրեզի շրջանագծային արտաքին մասով, ե) թեք հարթության ֆրեզերում անկյունային ֆրեզով, զ) թեք հարթության ֆրեզերում ճակատային ֆրեզի ճակատով, է) սանդղափուլի ֆրեզերում երկկողմանի սկավառակաձև ֆրեզով, լ) սանդղափուլի ֆրեզերում ծայրային ֆրեզի ճակատային և շրջանագծային մասի ատամներով, թ) ակոսի ֆրեզերում եռակողմ սկավառակային ֆրեզով, յ) ակոսի ֆրեզերում ծայրային ֆրեզով, ի) ձևավոր ակոսի ֆրեզերում ձևավոր սկավառակային ֆրեզով, յ) ծիծեռնակաձև ներքին պրոֆիլի ֆրեզերում ծիծեռնակաձև ծայրային ֆրեզով, խ) երեք հարթությունների միաժամանակյա ֆրեզերում ճակատային (կամ երկկողմանի սկավառակաձև), զլանաձև և անկյունային սկավառակաձև ֆրեզներից կազմված հավաքակազմով, ծ) երիթային

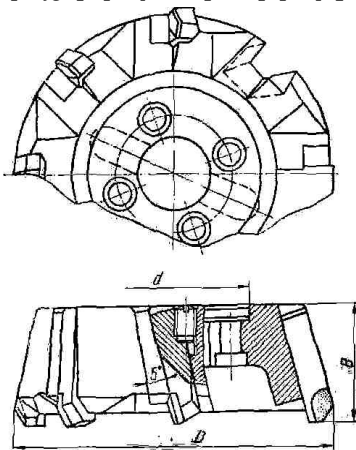
ակոսի ֆրեզերում փորակավոր կամ սկավառակաձև եռակողմ ֆրեզով, կ) երիթային ակոսի ֆրեզերում երիթային կամ ծայրային ֆրեզով, հ) T-պրոֆիլի ֆրեզերում T-ձևի ֆրեզով:

Նկարում պատկերված են ֆրեզները, մշակվող նախապատրաստվածքները և ֆրեզերումով ստացման ենթակա չափերը, տեխնոլոգիական բազաների, ամրացման ուժերի պայմանական նշանները, մատուցման և գործիքի շարժման ուղղությունները:

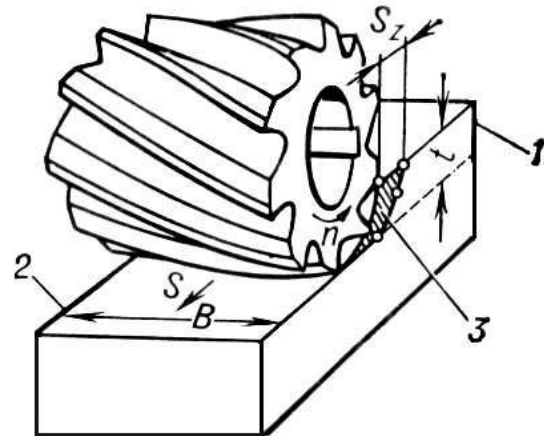
ա) **Գլանաձև ֆրեզներ:** Գլանաձև ֆրեզները տեղակայում են հորիզոնական ֆրեզերման հաստոցների վրա (նկ.22): Նրանց օգնությամբ մշակվում են հարթ մակերևույթներ, որոնց երկարությունը չի գերազանցում 120 մմ, այն պարամետրով, որ մշակվող մակերևույթի B լայնությունը պետք է լինի 5 ... 6 մմ փոքր, քան ֆրեզի I բանվորական մասը: Գլանաձև ֆրեզներն ունեն երթային ակոսով կենտրոնային բազային անցք: Գլանաձև ֆրեզները նստեցվում են հաստոցի կալակի վրա և սեղմվում են օղակների միջև առձգիչ մանեկների օգնությամբ: Ներկա ժամանակ գլանաձև ֆրեզների օգտագործումը սահմանափակ է:

բ) **Ծայրային ֆրեզներ** (նկ.23): Ծայրային ֆրեզների բանվորական մասի տրամագիծը տատանվում է 3 ... 50 մմ: Եթե ֆրեզի $D < 14$ մմ, ապա նրա պոչամասը կատրվում է գլանաձև, իսկ երբ $D > 14$ մմ՝ կոնաձև: Երբ $D = 14 \dots 20$ մմ, պոչամասը կարող է լինել և գլանաձև, և կոնաձև:

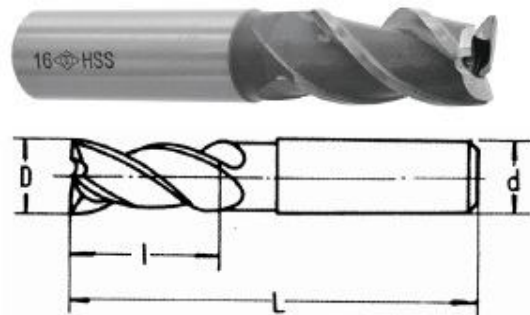
Ծայրային ֆրեզի հիմնական բանվորական մասը հանդիսանում է L երկարությամբ գլանաձև մասը, որի միջոցով ֆրեզերվում է B լայնությամբ մակերևույթ ($B < L$), ինչպես նաև ճակատային մակերևույթի այն մասի, որի վրա առկա են կտրող ատամներ: Ծայրային ֆրեզները հիմնականում օգտագործում են ուղղաձիգ ֆրեզերային հաստոցների վրա, բայց կարող են օգտագործվել նաև հորիզոնական ֆրեզերային հաստոցների վրա:



Նկ.24.Ֆրեզ ճակատային:



Նկ.22.Գլանաձև ֆրեզ:



Նկ.23. Ծայրային ֆրեզ :

գ) **Ճակատային ֆրեզներ** (նկ.24): Ճակատային ֆրեզները տարբերվում են ծայրային ֆրեզներից չափերի D/l

հարաբերությունով (Ճակատային ֆրեզների համար $D/l = 4 \dots 6$, իսկ ծայրային ֆրեզների համար՝ $D/l = 0,2 \dots 0,5$):

Ստանդարտ ճակատային ֆրեզների տրամագիծը $D = 60 \dots 600$ մմ:



Ճակատային ֆրեզները նախատեսված են հարթ մակերևույթներ մշակելու համար: Մեծ տրամագծով ֆրեզներով կարելի է մշակել մեկ անցումով մակերևույթներ, որոնց լայնությունը հասնում է 500 մմ: Ճակատային ֆրեզները

օգտագործվում են հզոր ուղղաձիգ և հորիզոնական ֆրեզերային հաստոցների վրա, ինչպես նաև բազմագործիքային, ԹՄԿ, ՃԱՀ և ագրեգատային հաստոցների վրա:

դ) **Սկավառակաձև ֆրեզներ** (նկ.25): Սկավառակաձև ֆրեզների տրամագիծը $D = 60 \dots 110$ մմ և նրանք

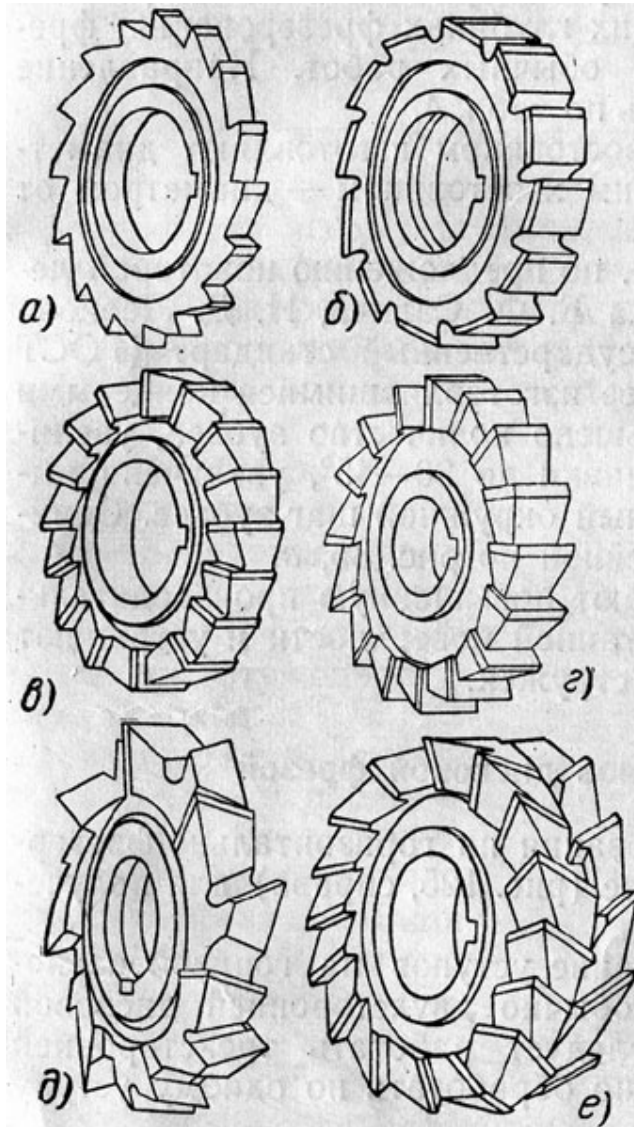


Рис. 123. Дискные фрезы:

a — с остроконечными зубьями, *б* — с за-
тылованными зубьями, *в* — двухсторонняя,
г — трехсторонняя, *д* — трехсторонняя с
разнонаправленными зубьями, *е* — состав-
ная

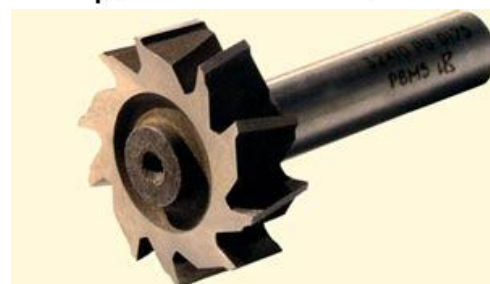
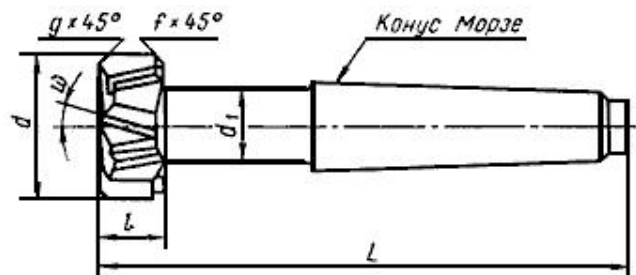
Նկ.25.Սկավառակաձև ֆրեզներ:

ունեն բազային անցք կալակում ամրացնելու համար:

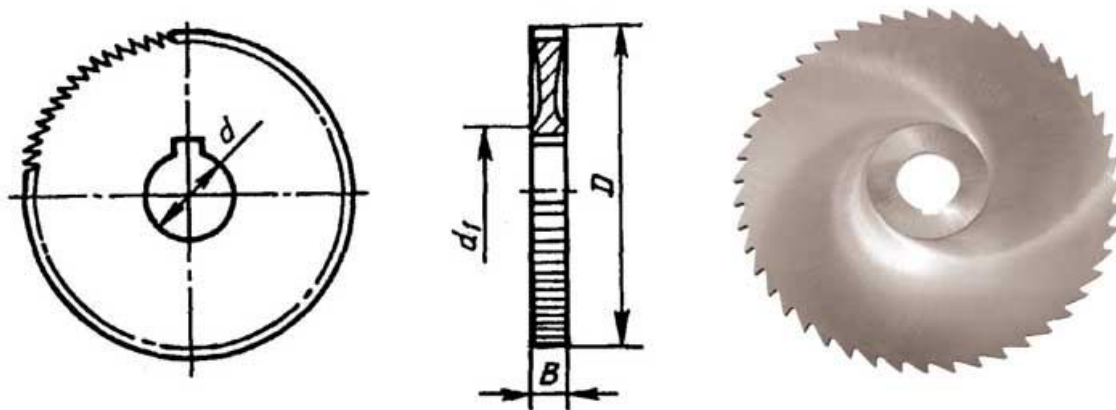
Սկավառակաձև ֆրեզների ատամները կատարվում են արտաքին զլանաձև մակերևույթի վրա, ինչպես նաև մեկ կամ երկու ճակատների վրա ևս: Սկավառակաձև ֆրեզներով մշակում են տարբեր ակոսներ $B = 6 \dots 16$ մմ լայնությամբ: Նկ.26-ում պատկերված սկավառակային ֆրեզը նախատեսված է

T-անման ակոսների մշակման համար: Այս տեսակի ֆրեզները ունեն կոնաձև կամ զլանաձև պոչամաս: Բանվորական մասի $D=10\dots54$ մմ տրամագիծ և $B=7,5\dots40$ մմ: բարձրություն:

ե) **Հատիչ ֆրեզները** (նկ.27) նախատեսված են հորիզոնական ֆրեզերային հաստոցների վրա զրոցուկ ձողերի հատման համար: Հատիչ ֆրեզների $D = 60\dots200$ մմ, $B = 1,0\dots5,0$ մմ:



Նկ.26. Ֆրեզներ T-անման ակոսների մշակման համար:



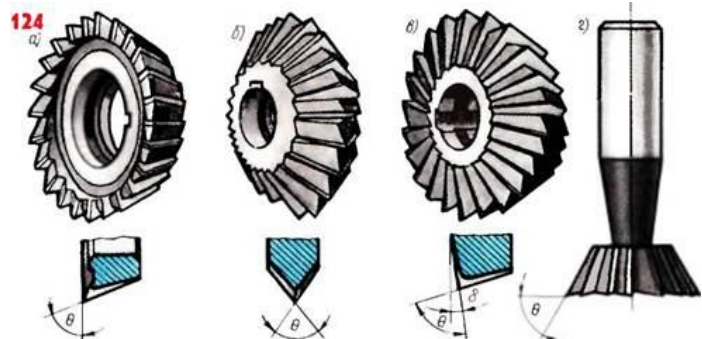
Նկ.27. Հատիչ և ակոսահան ֆրեզներ:

գ) **Ակոսահան ֆրեզները** (նկ.27) նախատեսված են նեղ ճեղքերի և շլիցների (պտուտակների գլխույկների) մշակման համար: Ակոսային ֆրեզների համար $D = 40 \dots 75$ մմ, $B = 0,2 \dots 5,0$ մմ:

ե) **Երիթային ֆրեզները** (նկ.28) օգտագործում են երիթային ակոսների մշակման համար: Ստանդարտ երիթային ակոսների $D = 3 \dots 40$ մմ, 8–10 կվալիտետի ճշտությամբ, և տեղակայվում են նրանք հորիզոնական, ուղղաձիգ և երիթահան ֆրեզերային հաստոցների վրա:

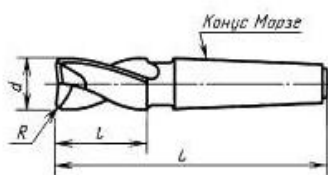
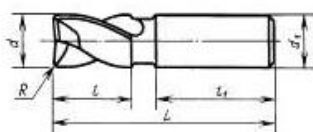
ը) **Անկյունային ֆրեզները** (նկ.29) նախատեսված են պրոֆիլային անկյունային ակոսների մշակման համար: Անկյունային ֆրեզների տրամագիծը $D = 35 \dots 90$ մմ: Նրանք օգտագործվում են ունիվերսալ և ԹԾԿ ֆրեզերային հաստոցների վրա:

Նկ.28. Երիթային ֆրեզներ:



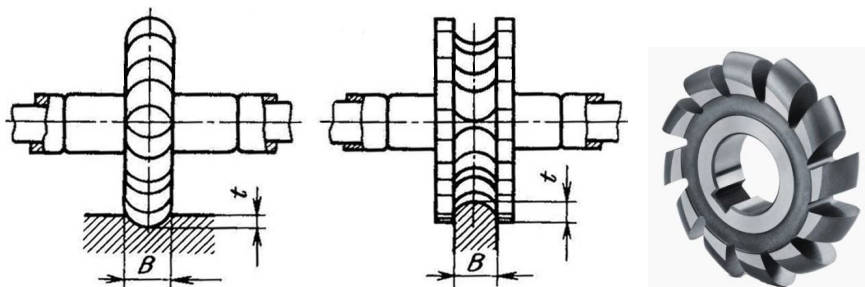
Тип 1
с цилиндрическим хвостовиком

Тип 2
с коническим хвостовиком



Նկ.29. Անկյունային ֆրեզներ:

թ) **Ձևավոր ֆրեզները** (նկ.30) ունեն կտրող եզրերի տարբեր պրոֆիլներ: Գծագրում պատկերված է ուռուցիկ կիսակլոր ձևավոր ֆրեզ: Ձևավոր ֆրեզների տրամագիծը $D = 45 \dots 90$ մմ: Հիմնականում ձևավոր ֆրեզները օգտագործվում են հորիզոնական ֆրեզերային հաստոցների վրա:



Նկ.30. Ձևավոր ֆրեզներ:

19.3 ՖՐԵՁԵՐՄԱՆ ՄԿՁԳՈՒՆՔԱՅԻՆ ԿԻՆԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՍԽԵՄԱՆ

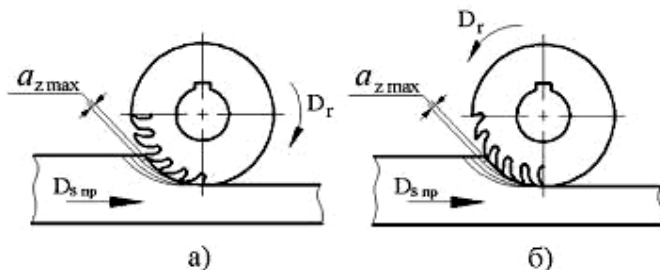
Ֆրեզերման պրոցեսը հիմնված է 2 միաժամանակյա գործող հավասարաչափ պտտական և հետադարձ-առաջընթաց շարժումների գուգակցման վրա, որոնք որոշում են կտրման հնարավոր կինեմատիկական սխեմաները: Դիտարկվող կտրման սկզբունքային առաջին կինեմատիկական սխեման նախատեսում է պտտական շարժում X հորիզոնական առանցքի և առաջընթաց շարժում Y առանցքի երկայնքով: Այս սխեմայով մշակումը կատարվում է հորիզոնական ֆրեզերային հաստոցների վրա:

Ըստ երկրորդ սխեմայի՝ պտտական սխեմայում շարժումը կատարվում է Z ուղղաձիգ առանցքի շուրջը և Y առանցքի երկայնքով առաջընթաց շարժումը: Այս ձևով մշակումը կատարվում է ուղղաձիգ ֆրեզերային հաստոցների վրա:

Երրորդ սկզբունքային կինեմատիկական սխեման նախատեսում է պտտական շարժում Z թեք առանցքի շուրջը, Y առանցքի երկայնքով առաջընթաց շարժման ժամանակ: Այս սխեման իրագործվում է ուղղաձիգ ֆրեզերային հաստոցների վրա մշակելիս, երբ իլային գլխույկը շրջադարձված է հորիզոնական առանցքի շուրջը, ինչպես նաև ագրեգատային հաստոցների վրա մշակելիս:

Բոլոր դիտարկված դեպքերում պտտական շարժումը կատարվում է գործիքի կողմից և հանդիսանում է կտրման գլխավոր շարժումը: Առաջընթաց շարժումը հանդիսանում է օժանդակ և սովորաբար հաղորդվում է մշակվող նախապատրաստվածքին:

19.4 ԿՏՐՄԱՆ ՏԱՐԲԵՐԸ ՖՐԵՁԵՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ: ԿՏՐՄԱՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆԸ, ՄԱՏՈՒՑՈՒՄԸ, ԽՈՐՈՒԹՅՈՒՆԸ, ԿՈՆՏԱԿՏԻ ԱՆԿՑՈՒՆԸ, ՏԱՐԲԵՐ ՍԽԵՄԱՆԵՐՈՎ ՄՇԱԿՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ: ՀԱՆՎՈՂ ՇԵՐՏԻ ՉԱՓԵՐԸ ՏԱՐԲԵՐ ՖՐԵՁՆԵՐՈՎ ՄՇԱԿՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ



Կտրման արագությունը որոշվում է պտտվող ֆրեզի ծայրամասային կետի շրջանագծային արագությամբ՝ $V = \pi D_r \cdot n/1000$: Այն ֆրեզների համար, որոնք ունեն բանվորական մակերևույթներ տարբեր տրամագծային չափերի վրա, օրինակ՝ ձևավոր կամ անկյունային ֆրեզներ, կտրման արագության որոշման տրամագիծ ընդունվում է ամենամեծ չափը: Հավասարաչափ, ֆրեզի

պտտման առանցքին ուղղահայաց օժանդակ

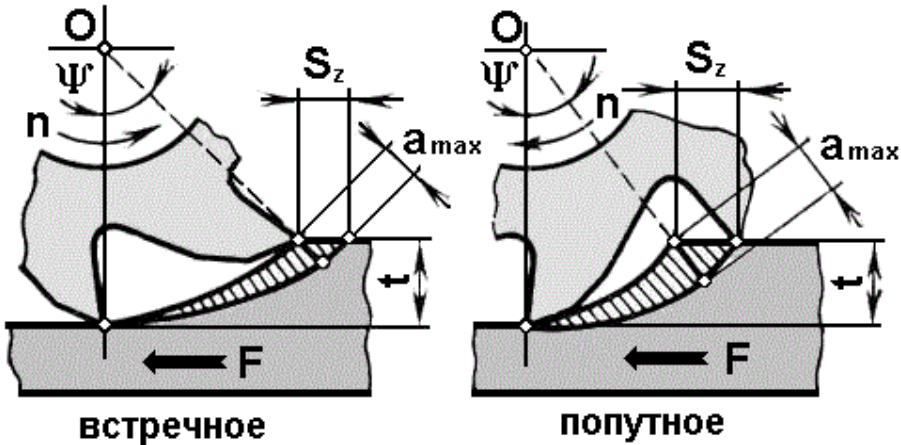
Նկ.31. Ֆրեզերման սխեմաներ:

մատուցման D_s շարժումը քանակորեն արտահայտվում է մատուցման արժեքով, որը ֆրեզերման ժամանակ որոշվում է. **մատուցում մեկ պտույտի վրա S_0 (մմ/պտ), մատուցում մեկ ատամի վրա $S_z = S_0/z$ (մմ/ատ), և րոպեական մատուցում $S_{\text{րոպե}} = S_0 \cdot n = S_z \cdot Z \cdot n$ (մմ/րոպե):** Ֆրեզի ատամի սայրը, կտրման պրոցեսում շարժվելով ցիկլոիդի հետագծով, հպման մեջ է մտնում նախապատրաստվածքի հետ 1 կետում (նկ.31): Բանվորական ցիկլի ժամանակ կտրող սայրը, կատարելով ցիկլոիդի հատվածի տեսքով ճանապարհ, դուրս է գալիս մշակվող նախապատրաստվածքի հպումից 2 կետում: Սկզբնական հպման 1, 1', 1'', 1''' և այլ կետերի և հպման ավարտի 2', 2'', 2''' և այլ կետերի տեղակայման նակերևույթների միջև ամենակարճ հեռավորությունը կոչվում է **ֆրեզերման t խորություն**, օրինակ, ըստ նկ. 22-ի : Ֆրեզերման խորությունը չափվում է ֆրեզի պտտման հարթությունում, այսինքն ֆրեզի առանցքին ուղղահայաց հարթության վրա:

Ֆրեզերման լայնությունից են կախված կտրող սայրերի ակտիվ աշխատող տեղամասերի երկարությունը, և որպես հետևանք ուժային համագործակցության պայմանները, ծախսվող էներգիայի և անջատվող ջերմության քանակը: Մշակվող մակերևույթի B լայնությունը նախապատրաստվածքի վրա կարող է լինել փոքր ֆրեզի կտրող մասից, օրինակ, գլանաձև, ճակատային և ուրիշ ֆրեզներով մշակելիս, և լայնությունը կարող է լինել հավասար կտրող մասի երկարությանը, օրինակ, երբ սկավառակաձև կամ T -անման ֆրեզներով մշակվում են ակոսներ: Ֆրեզերման լայնությունը չափում են ֆրեզի առանցքի երկայնքով, ֆրեզերման

խորությանը ուղղահայաց: Սովորաբար, եթե ֆրեզերվող մակերևույթի բարձրությունը և լայնությունը չի փոփոխվում, ապա ֆրեզերման խորությունը և լայնությունը մնում է հաստատուն:

Մշակվող մակերևույթի հետ կտրող սայրի հպման ժամանակամիջոցը կոչվում է **բանվորական ցիկլ**: Իսկ կտրող սայրի **շրջադարձի փանկյունը** բանվորական ցիկլի ժամանակ կոչվում է հպումային անկյուն (նկ.32):



Նկ.21-ում պատկերված են t կտրման խորությունը և B լայնությունը տարբեր ձևի ֆրեզներով մշակելիս:

Նկ.33-ում պատկերված է ճակատային ֆրեզներով ֆրեզերման սխեմաները: Նկ.33ա-ում պատկերված է սիմետրիկ ֆրեզերման սխեման, իսկ նկ.33բ-ում՝ ոչ սիմետրիկ:

Նկ.32. Հանդիպական և համընթաց ֆրեզերում:

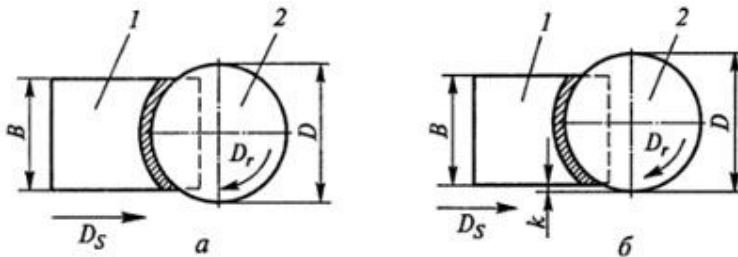


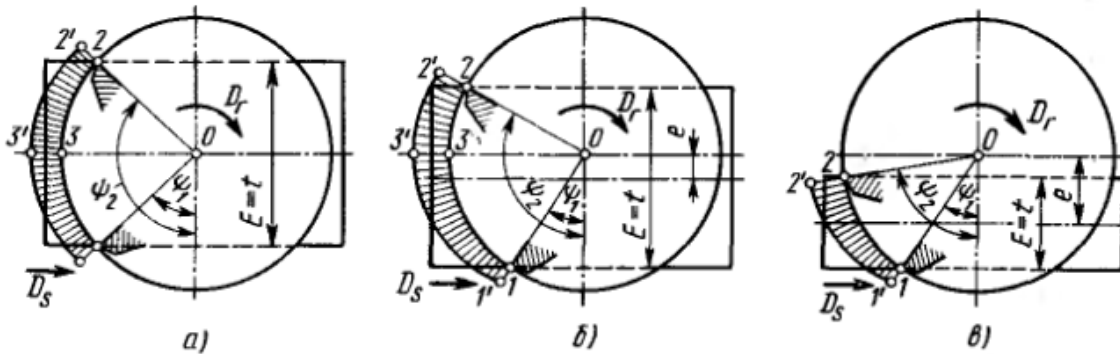
Рис. 5.18. Установка торцевой фрезы относительно заготовки:

a — симметрично (не рекомендуется); b — несимметрично (рекомендуется); 1 — заготовка; 2 — фреза; D — диаметр фрезы; B — ширина заготовки; D_r — направление движения резания; D_s — движение подачи; k — смещение центра фрезы относительно оси симметрии заготовки

autowelding.ru

Նկ.33. Ճակատային ֆրեզներով ֆրեզերման սխեմաները՝ ա) սիմետրիկ, բ) ոչ սիմետրիկ:

Ֆրեզերման ժամանակ 1-2 բանվորական ցիկլի ցիկլոիդային հետագծի հատվածը կարելի է դիտարկել որպես շրջանագիծ (նկ.34):



Նկ.34. Ճակատային ֆրեզերման սխեմաները:

Նրան հետևող ատամը, օրինակ, հանդիպական ֆրեզերման ժամանակ մտնում է հպման մեջ նախապատրաստվածքի հետ $1'$ կետում, և տեղաշարժվելով ցիկլոիդային կորով, որը $1'-2'$ հատվածում ևս կարելի է փոխարինել շրջանագծի մասով, ավարտում է բանվորական ցիկլը $2'$ կետում: $1-2$ և $1'-2'$ աղեղների

կետերի միջև հեռավորությունը, որը չափում են ֆրեզի շառավղով ընդունված է որոշել որպես a կտրման հաստությունը: Նկ.34գ-ում պատկերված սխեմայից $a_{\max} = S_z \sin \psi$: $2''-2'$ տեղամասում (նկ.34ա), a հաստությունը արագ նվազում է, և $2'$ կետում հավասար է 0-ի: Այս տեղամասում a հավասարումը կիրառելի չէ: Այս հավասարումը արդարացի է նաև այն դեպքի համար, երբ $\psi = 180^\circ$ (նկ.34բ): Այս դեպքում a արժեքը հասնում է իր մեծագույն արժեքին, երբ $\psi = 90^\circ$ և քանակորեն հավասար է մեկ ատամին ընկնող մատուցմանը $a_{\max} = S_z$: Կախված մշակվող մակերևույթի դիրքից ֆրեզի առանցքի նկատմամբ, հնարավոր են երեք դեպքեր (նկ.35):

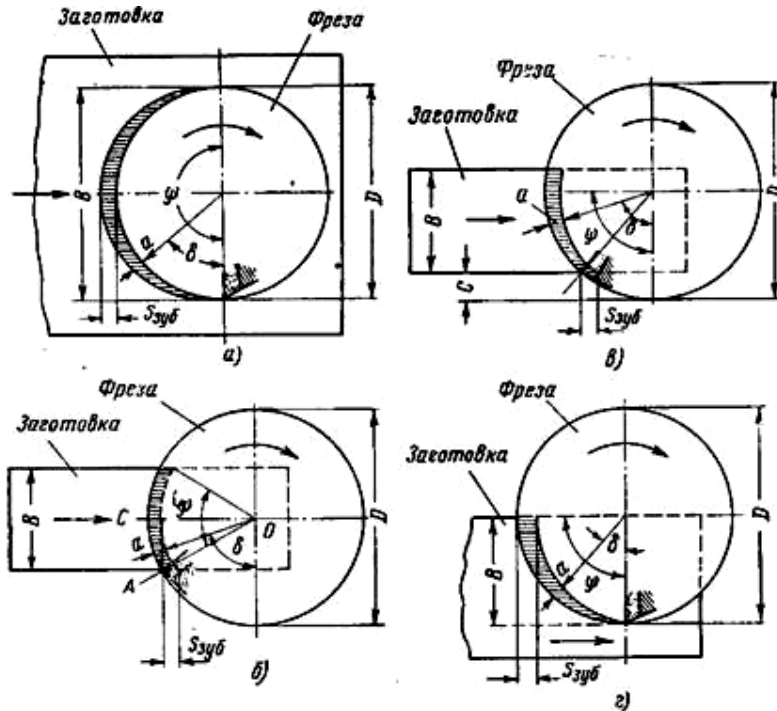


Рис. 80. Форма стружки при фрезеровании торцевой фрезой:
а — при полном симметричном фрезеровании; б — при неполном симметричном фрезеровании; в и г — при несимметричном фрезеровании

Նկ.35. Հանվող շերտը ճակատային ֆրեզերման տարբեր սխեմաների դեպքում:

նրանից դուրս: Ֆրեզի յուրաքանչյուր ատամը հալման մեջ է մտնում նախապատրաստվածքի հետ 1 կետում (նկ.35գ, դ): Այս դեպքում կտրման պրոցեսը սկսում է, երբ կտրվող շերտի հաստությունը a_1 : ψ_1 անկյան արժեքը յուրաքանչյուր b շեղման համար կարելի է որոշել հետևյալ բանաձևով՝

$$\cos \psi_1 = 2(0,5B + b_1)/D:$$

Երբ ֆրեզի առանցքը գտնվում է նախապատրաստվածքի սահմաններում, կտրվող շերտի a հաստությունը իր ամենամեծ արժեքը ստանում է 3 կետում.

$$a_{z3} = a_{\max} = S_z,$$

որից հետո a -ի մեծությունը սկսում է նվազել: Երբ ֆրեզի առանցքը գտնվում է նախապատրաստվածքի սահմաններից դուրս, ապա a -ի մեծագույն արժեքը համապատասխանում է ատամի ելքի 2 կետին, որը որոշվում է $a_{z2} = S_z \cdot \sin \psi_1$: ψ_2 անկյան մեծությունը ասիմետրիկ ֆրեզերման ժամանակ (նկ.16բ,գ), գտնում են հետևյալ բանաձևով՝

$$\cos \psi_2 = 2(b_1 - 0,5B)/D:$$

Կտրվող շերտի լայնությունը ֆրեզերման ժամանակ հավասար է ֆրեզերման լայնությունը միայն այն դեպքում, երբ ֆրեզի ատամները ուղիղ են և նրա կտրող սայրերը տեղակայված են պտտման առանցքի երկայնքով: Եթե ֆրեզի ատամները պտտտակաձև են, ապա յուրաքանչյուր կտրվող շերտի b լայնությունը հանդիսանում է պտտտակավոր գծի հատված և հավասար չէ ֆրեզերման լայնությանը:

Նկ.35ա-ում պատկերված է լիաժեռ սիմետրիկ ֆրեզերումը:

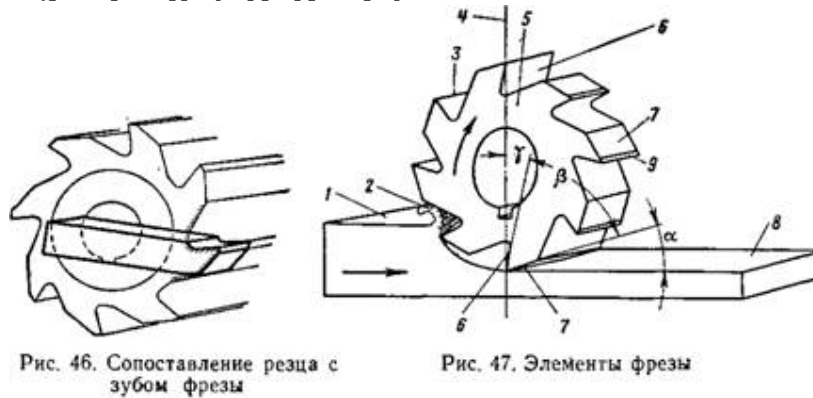
Նկ.35բ-ում պատկերված է ֆրեզի սիմետրիկ տեղակայումը: Հալման անկյունը $\psi = \psi_2 - \psi_1$: Սիմետրիկ ֆրեզերման ժամանակ 1 կետում կարելի է գրել հետևյալ հավասարումը $\cos \psi_1 = B/D$: Այս անկյան արժեքին համապատասխանում է կտրվող շերտի a հաստությունը՝ $a = S_z \cdot \sin \psi$: Բանվորական ցիկլի առաջի կետում կտրվող շերտի հաստությունը աճում է, և 3 կետում հասնում իր մեծագույն արժեքին՝ $a_{\max} = S_z$: Այնուհետև, երկրորդ կետում, այն նվազում է, և 2 կետում հավասար է $a_1 = a_2$ (նկ.35):

Ասիմետրիկ ֆրեզերման ժամանակ ֆրեզի պտտման առանցքը կարող է գտնվել նախապատրաստվածքի

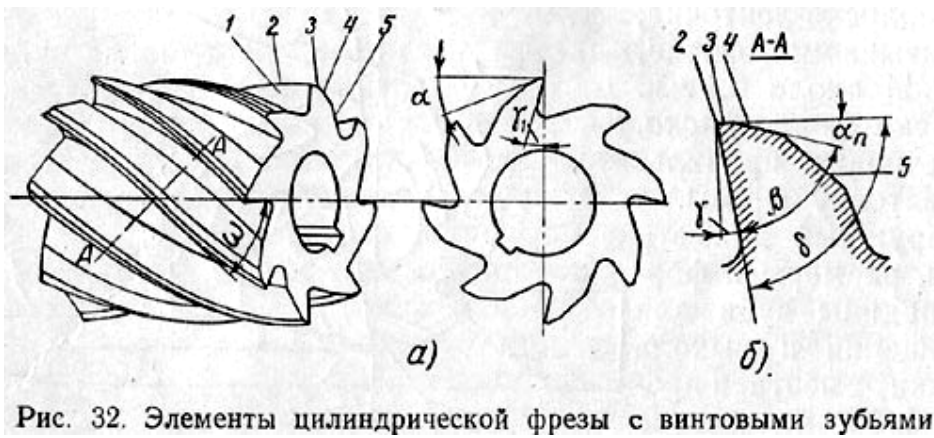
սահմաններում (նկ.35գ) կամ

19.5. ՖՐԵՁԻ ԱՏԱՄՆԵՐԻ ԵՐԿՐԱՀԱՓԱԿԱՆ ՏԱՐՐԵՐԸ

Ֆրեզների ատամների երկրաչափական տարրերը դիտարկենք ուղիղ` և շեղ ատամներով զլանաձև (նկ.36ա,բ) և ճակատային (նկ.37) ֆրեզների օրինակով:



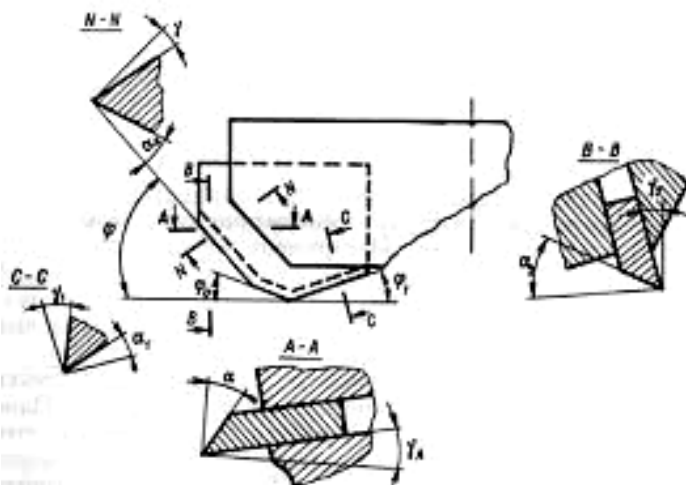
ա)



բ)

Նկ.36. Գլանաձև ֆրեզների ատամների երկրաչափական տարրերը` ա) ուղիղ և բ) շեղ ատամների դեպքերում:

Գլանաձև ֆրեզների համար (նկ.36ա) առանցքային հարթության և առջևի մակերևույթին տարված շոշափողի միջև անկյունը կազմում է γ առջևի անկյունը, այսինքն դիտարկվող կետում անցնող շառավղային գիծը A-A հարթության մեջ: Հետին α անկյունը ապահովում է կտրող ատամի հետին մակերևույթի վրա ազդող շփման ուժերի նվազմանը: Այդ անկյունը սահմանափակված է դիտարկվող կտրող սայրի հետագծի շոշափողի և հետին մակերևույթի միջև:



Նկ.37.Ճակատային ֆրեզի ատամների երկրաչափությունը:

Պտուտակաձև ատամներով ֆրեզների համար հետին α անկյունը չափում են ֆրեզի առանցքին ուղղահայաց M-M հարթության վրա, իսկ γ առջևի անկյունը A-A հարթության վրա (նկ.36բ): M-M և A-A հարթություններում α և γ անկյունների կախված են հետևյալ կերպ`

$$\operatorname{tg} \alpha_N = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \omega}, \quad \operatorname{tg} \gamma_N = \operatorname{tg} \gamma \cdot \cos \omega:$$

Պետք է նշել, որ գլանաձև ֆրեզներով մշակումը հանդիսանում է ազատ կտրում, քանի որ ֆրեզի ատամը ունի մեկ կտրող սայր: Ճակատային ֆրեզների կտրող սայրը ձևավորում են անցումային սայրով: Ճակատային ֆրեզների անկյունները որոշում են նմանորեն, ինչպես անցումային կտրիչների մոտ (նկ.37):

Գլխավոր γ առջևի անկյունը չափում են գլխավոր սայրին ուղղահայաց N-N հարթության վրա, իսկ α հետին անկյունը չափում են ֆրեզի առանցքին ուղղահայաց և մատուցման ուղղության հետ համընկնող A-A հարթության վրա (նկ.37), այսինքն, կտրող սայրին պատկանող կետի շարժման հարթության վրա: α_N և α հետին անկյունների միջև գոյություն ունի հետևյալ կախվածությունը՝ $\text{tg}\alpha_N = \text{tg}\alpha \cdot \sin\varphi$:

Բացի նշված անկյուններից ճակատային ֆրեզների համար տարբերում են A-A լայնական հատող հարթության մեջ γ_N լայնական կամ շառավղային անկյունը, և առանցքային կամ երկայնական γ_2 անկյունը: B-B երկայնական հարթության վրա γ , γ_1 , γ_2 և φ անկյունների միջև գոյություն ունի հետևյալ կախվածությունը՝

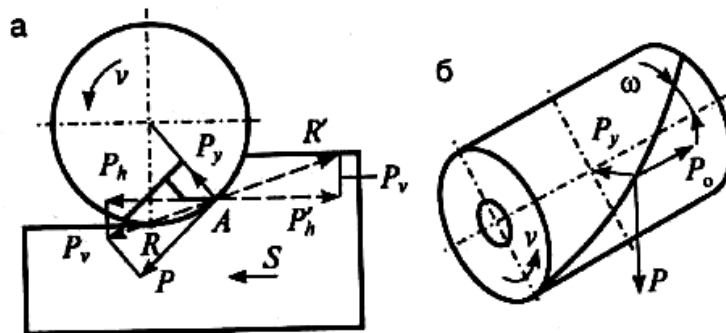
$$\text{tgy} = \text{tgy}_1 \cdot \sin\varphi + \text{tgy}_2 \cdot \cos\varphi:$$

Ֆրեզների երկրաչափական տարրերը սահմանվում են՝ ելնելով մշակվող նյութի հատկություններից, մշակման պայմաններից, նրանց կոնստրուկտիվ պարամետրերից և այլն: Օրինակ, կարծր համաձուլվածքից պատրաստված ճակատային ֆրեզների համար պողպատներ մշակելիս $\gamma = -10 \dots +10^\circ$ և թուջերի մշակման ժամանակ $\gamma = -0 \dots +5^\circ$: Ճակատային ֆրեզների համար, պլանում գլխավոր անկյունը $\varphi = 45 \dots 60^\circ$: Պլանի օժանդակ անկյունը ընտրում են՝ ելնելով մշակվող մակերևույթի մաքրության դասից, և, սովորաբար, $\varphi_1 = 5 \dots 10^\circ$:

19.6 ՀԱԿԱՂԱՐԶ ԵՎ ՀԱՆԴԻՊԱԿԱՑ ՖՐԵԶԵՐՈՒՄ: ԿՏՐՄԱՆ ՈՒԺԵՐԸ ՖՐԵԶԵՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

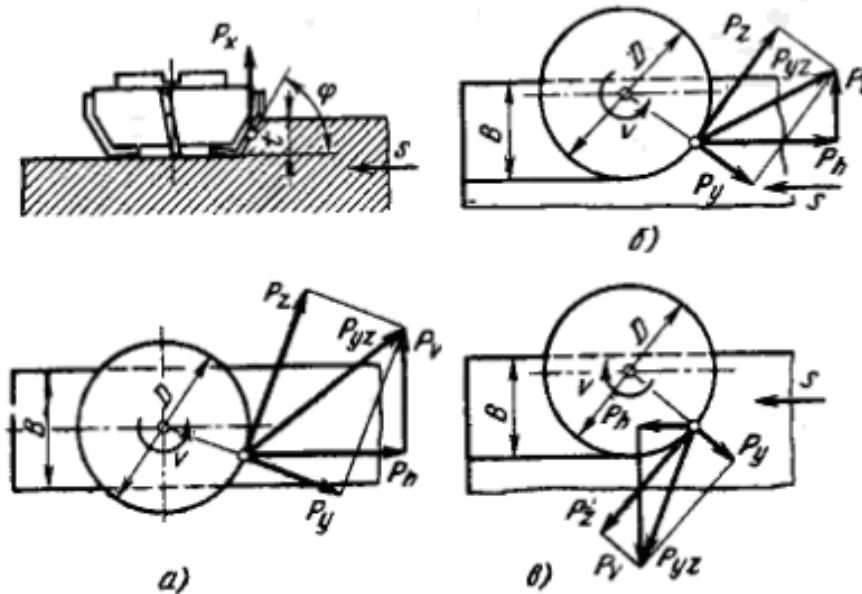
Ֆրեզերումը կարող է լինել **հանդիպական** կամ **համընթաց** (նկ.32): Հանդիպական ֆրեզերման ժամանակ ֆրեզի պտտման և մատուցման ուղղությունները չեն համընկնում, իսկ կտրվող շերտի հաստությունը փոխվում է 0-ից մինչև a_{max} : Այս դեպքում ֆրեզի ատամները, ազդելով նախապատրաստվածքի վրա, կարծես կտրում են հաստոցի սեղանից, առաջ բերելով թրթռումներ, ինչը բացասականորեն է ազդում մշակված մակերևույթի մաքրության վրա: Կտրման գոտում ջերմաստիճանը կտրուկ բարձրանում է: Համընթաց ֆրեզերման ժամանակ նշված թերությունները բացակայում են: Կտրման ուժերը նախապատրաստվածքը սեղմում են հաստոցի սեղանին, իսկ սեղանը ուղղորդներին ֆրեզի ատամը աշխատանքը սկսում է կտրվող շերտի մեծագույն հաստությունից: Համընթաց ֆրեզերումը օգտագործվում է ավելի քիչ, քան հանդիպակացը: Այդ ամենը բացատրվում է նրանով, որ հանդիպական ֆրեզերման ժամանակ հաստոցի սեղանի ընթացքային պտուտակի և մանեկի միջև բացակը ընտրվում է աշխատանքի սկզբում: Համընթաց ֆրեզերման ժամանակ, ատամի խրման ժամանակ, ուժը գործում է այնպես, որ նպաստում է նշված բացակների չափի աճին:

Համընթաց ֆրեզերումը չի կարելի օգտագործել այն դեպքում, երբ նախապատրաստվածքը ունի արտաքին կարծր կեղև, օրինակ, ձուղային, քանի որ այն առաջ է բերում ֆրեզի ատամների արագ բթացում: Այս դեպքում հանդիպական ֆրեզերումը անփոխարինելի է, քանի որ այս դեպքում կեղևը կտրտվում է ներքևից (նկ.32բ):



Նկ.38.Ֆրեզերման ուժը և նրա բաղադրիչները գլանաձև ֆրեզով ֆրեզերման դեպքում:

Նկ.39. Ֆրեզերման ուժը և նրա բաղադրիչները ճակատային ֆրեզով ֆրեզերման դեպքում:



R ուժը, որը հաղթահարում է կտրման դիմադրությունը, կարելի է բաժանել երկու բաղադրիչների P_z շրջանագծային ուժի, որը գործում է որպես շոշափող կտրող սայրի շարժման հետագծին, և P_y շառավղային ուժի (նկ.38բ): Բացի այդ R ուժը կարելի է բաժանել P_H հորիզոնական և P_o ուղղաձիգ բաղադրիչների: Իսկ եթե ֆրեզի ատամները պտտատակաձև են, ապա R ուժի հետ համատեղ, որը գործում է ֆրեզի առանցքին ուղղահայաց հարթության մեջ, գործում է

նաև P_o առանցքային ուժը, որոնց համագոր ուժը կլինի R_1 ուժը (նկ.38բ):

P_z ուժը կատարում է հիմնական աշխատանքը: Ելնելով P_z ուժի մեծությունից հաշվարկում են էֆեկտիվ հզորությունը և գլխավոր շարժման մեխանիզմների, հաշվարկը: P_y շառավղային ուժը գործադրում է ճնշում իլի առանցքակալների վրա և ծռում ֆրեզի կալակը: P_H հորիզոնական, կամ մատուցման ուժից ելնելով հաշվարկում են հաստոցի մատուցման մեխանիզմները և նախապատրաստվածքի ամրացման հարմարանքները: P_o ուղղաձիգ ուժը ձգտում է նախապատրաստվածքը պոկել սեղանից: P_z ուժի մեծությունը որոշում են էմպիրիկ բանաձևով:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^n z}{D_q n^w} K_{PM}, \quad \text{որտեղ}$$

K_{PM} – գործակից է, որը հաշվի է առնում մշակվող նյութի հատկությունները:

Կտրման ուժերի մնացած բաղադրիչները սովորաբար չեն հաշվարկում էմպիրիկ բանաձևերով, այլ նրանց մեծությունը որոշում են հարաբերակցություններով:

Գլանական ֆրեզներով մշակելիս՝ հանդիպական ֆրեզերման համար՝

$$P_y = (0,6 \dots 0,8) P_z, P_H = (1,1 \dots 1,2) P_z, P_o = (0,75 \dots 0,80) P_z.$$

Իսկ համընթաց ֆրեզերման համար՝

$$P_y = (0,6 \dots 0,8) P_z, P_H = (0,8 \dots 0,9) P_z, P_o = (0,75 \dots 0,80) P_z.$$

Ճակատային ֆրեզերման համար՝

$$P_H = (0,6 \dots 0,9) P_z:$$

Ուղրող մոմենտը իլի վրա՝

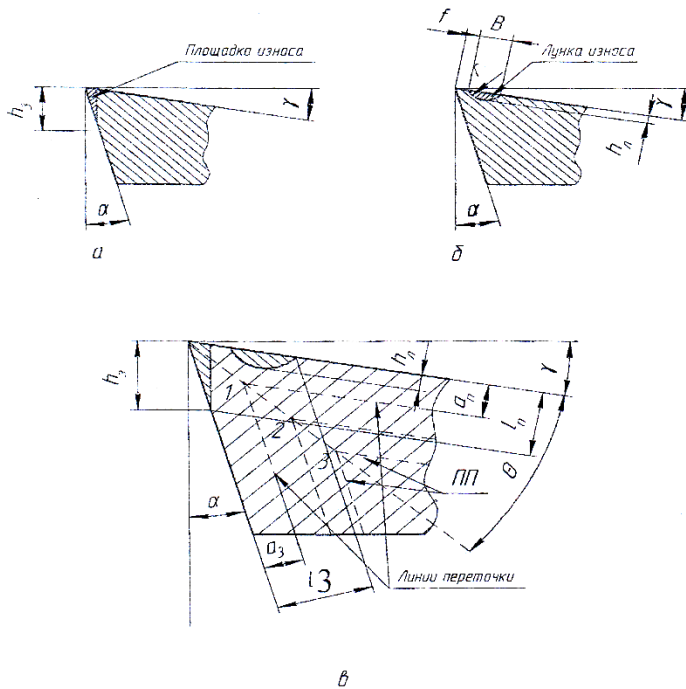
$$M_{kp} = \frac{P_z D \phi_p}{2 \cdot 100} \quad (\text{Ն մ}):$$

Կտրման հզորությունը՝

$$N_e = \frac{P_z V}{1010 \cdot 60} \quad (\text{կվտ}):$$

19.7 ՖՐԵԶՆԵՐԻ ՄԱՇՈՒՄԸ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Կախված կտրման պայմաններից ֆրեզի ատամները մաշվում են միայն հետին մակերևույթով (նկ.40ա), կամ առջևի մակերևույթով (նկ.40բ), կամ միաժամանակ հետին և առջևի մակերևույթներով (նկ.40գ):



Նկ.40. Ֆրեզի ատամների մաշումը միայն հետին մակերևույթով (ա), առջևի մակերևույթով (բ), միաժամանակ հետին և առջևի մակերևույթներով (գ): Գործիքի սրման հարթությունների հետքերը:

Որքան փոքր է կտրվող շերտի հաստությունը, այնքան շատ է մաշվում հետին մակերևույթը: Նման մաշումը բնորոշ է գլանաձև, ծայրային, ակոսահան, փորակահան (շլիցային) և ձևավոր ֆրեզների համար: Ճակատային և սկավառակային ֆրեզներով պողպատ մշակելիս, երբ $a_{max} > 0,08$ մմ, սովորաբար մաշվում են և հետին, և առջևի մակերևույթները:

Սևատաշ մշակման ժամանակ որպես մաշման չափանիշ հանդիսանում է ֆրեզի օպտիմալ մաշումը այն չափով, որի դեպքում ֆրեզի ծառայողական ժամկետը մեծագույնն է: Կիսամաքրատաշ և մաքրատաշ ֆրեզերման ժամանակ, որպես մաշման չափանիշ ընդունվում են բթացման տեխնոլոգիական չափանիշները, այսինքն այնպիսի մաշում, որի ժամանակ չի ապահովում մշակվող մակերևույթի անհրաժեշտ որակը, երկրաչափական ձևը, չափերը, մակերևույթի մաքրությունը: Կտրող մասը արագահատ պողպատից պատրաստված ֆրեզներով մշակելիս՝ թույլատրելի մաշումը՝ գլանաձև ֆրեզների համար $h_z = 0,4 \dots 0,8$ մմ, ճակատային ֆրեզների համար $h_z = 1,5 \dots 2,0$ մմ: Մաքրատաշ մշակման ժամանակ գլանաձև ֆրեզների համար $h_z = 0,15 \dots 0,3$ մմ, ճակատային ֆրեզների համար $h_z = 0,3 \dots 0,5$ մմ:

Կարծր համաձուլվածքով հանդերձված ճակատային ֆրեզներով, ինչպես սևատաշ, այնպես էլ մաքրատաշ մշակումների ժամանակ թույլատրելի մաշումը կազմում է պողպատներ մշակելիս՝ $h_z = 1,0 \dots 1,2$ մմ, թուջեր մշակելիս՝ $h_z = 1,5 \dots 2,0$ մմ:

Կրակադիմացկուն պողպատներ և տիտանի համաձուլվածքներ մշակելիս՝ ֆրեզների կտրող մասում, առջևի մակերևույթի վրա առաջանում է փոսիկ: Փոսիկն իջնում է մինչև հետին մակերևույթ, ինչի արդյունքում փաստացի առջևի անկյունը դառնում է բացասական և դրա հետևանքով մեծանում են կտրման ուժերը և մշակման մակերևույթի որակը ընկնում է: Այդպիսի մաշումը վթարային է և պատկերված է նկ.41-ում, բ:

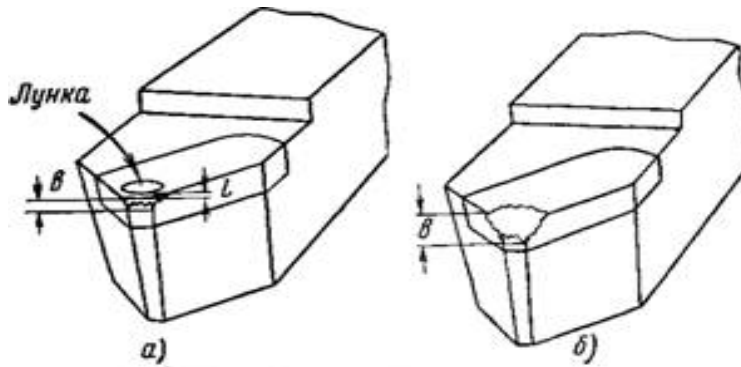


Рис. 68. Износ зуба торцевой фрезы:
а — нормальный; б — катастрофический

Նկ.41.Ճակատային ֆրեզի ատամի մաշման տարրերակները՝

19.8.ՖՐԵԶԵՐՄԱՆ ՌԵԺԻՄՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿԻ ՕՐԻՆԱԿ

Հաշվարկի օրինակի համար ընտրված է նույն նախապատրաստվածքը, որի տվյալները օգտագործվել են գայլիկոնման ռեժիմների հաշվարկների համար: Որպես տեղեկատվությունների հիմնական աղբյուր, օգտագործված է նույն «Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. 1986. Т.2.»։ Ելքային լուսանկարի տվյալները հետևյալներն են՝

-ֆրեզերման ենթակա մակերևույթի լայնությունը՝ $B=86$ մմ,

-մետաղահատ հաստոցը՝ ուղղաձիգ ֆրեզերման հաստոց **6Т12**:

Ֆրեզերման անցումի համար ընդունված է հաշվարկի հետևյալ կարգը՝ նսահմանումները.

1. Գործիքանյութի ընտրությունը. կատարվում է ըստ աղ.3 էջ 116 :

2. Կտրման խորությունը. վերցվում է ըստ հաշվարկային թողվածքի առավելագույն մեծության՝
 $t = Z_i (\max)$:

3. Մատուցումը. մատուցման ելակետային մեծությունը հանդիսանում է ֆրեզի մեկ ատամին ընկնող մատուցումը (S_z մմ/ատ), որը ընտրվում է ելնելով մշակման եղանակից (սևատաշ, մաքրատաշ) : Այստեղ օգտագործվում են աղ. 33- 38 էջ 283-286:

4. Կտրման արագությունը. ֆրեզի հաշվարկային շրջանային արագությունը հաշվարկվում է ըստ (1) բանաձևի՝

$$V_{hw2} = \frac{C_v D^q}{T^{m_t} x v_s^{y_v} B v_z^{p_v}} K_v, \text{ մ/ր, (1), որտեղ}$$

C_v գործակցի u (q_v, m, x_v, u_v, p_v) աստիճանացույցերի մեծություններն ընտրվում են աղյուսակներից (աղ.39 էջ 286), T -ն ֆրեզի կայունությունն է, բուպե (աղ.40 էջ 290), B -ն ֆրեզերվող մակերևույթի լայնությունն է, մմ, Z -ը – ֆրեզի ատամների քանակն է, հատ, D -ն (կամ D_Φ) – ֆրեզի տրամագիծն է, մմ: Ֆրեզի տրամագիծը պետք է լինի 1.25...1.6 անգամ մեծ ֆրեզերվող մակերևույթի լայնությունից և ընտրվի ստանդարտային ֆրեզների շարքից: Ֆրեզի ընտրության հետ մեկ տեղ մեխանիկորեն որոշվում է ատամների Z քանակը: Արագության ճշտման գործակցի մեծությունը որոշվում է ըստ ստորև բերված արտահայտությանը՝

$$K_v = K_{Mv} K_{Pv} K_{Iv}, \text{ որտեղ}$$

K_{Mv} գործակիցը հաշվի է առնում նախապատրաստվածքի նյութը (ռուսերենից, M ՝ материал),

K_{Pv} – ն կախված է նախապատրաստվածքի ստացման եղանակից (ռուսերենից, P ՝ поверхность. качество поверхности),

K_{Iv} – ն հաշվի է առնում գործիքանյութը (ռուսերենից, I ՝ инструмент): Այս գործակիցները որոշվում են ըստ աղ.1 – 6, էջ 261 – 263 : Ելնելով հաշվարկային արագությունից, ըստ (2) բանաձևի հաշվում են ֆրեզի համապատասխան պտուտաթվերը.

$$n_{hw2} = \frac{1000 \cdot V_{hw2}}{\pi \cdot D}, \text{ պտ/ր (2)}$$

և, համաձայն հաստոցի փաստացի պտուտաթվերի շարքի, ճշտվում է այն ելնելով $n_{\text{փաստ}} \leq n_{hw2}$ պայմանից:

Եթե հաստոցի մակնիշը նախապես անհայտ է, ապա օգտագործվում է պտուտաթվերի ստանդարտեցված շարքը: Այնուհետև, համաձայն $n_{\text{փաստ}}$ ֆաստացի պտուտաթվերի, վերահաշվվում է կտրման արագությունը՝

$$V_{\text{փաստ}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{փաստ}}}{1000} \text{ մ/ր},$$

և կատարվում են նրա հետ կապված մնացած բոլոր հաշվարկները:

Ըստ ընտրված S_z մատուցման հաշվվում է թույլատրելի մատուցումը՝

$$S_{\text{թույլ}}^{\text{հաշ}} = n_{\text{փաստ}} \cdot S_z \cdot Z, \quad \text{մմ/րոպե} \quad (3)$$

որն ճշտվում է ըստ հաստոցի մատուցումների շարքի, ելնելով նաև պայմանից.

$$S_{\text{թույլ}}^{\text{փաստ}} \leq S_{\text{թույլ}}^{\text{հաշ}}$$

որից հետո որոշվում է մեկ ատամին եկող փաստացի մատուցումը ըստ (3) և (4) բանաձևերի՝

$$S_z^{\text{փաստ}} = S_{\text{թույլ}}^{\text{փաստ}} / (n_{\text{փաստ}} Z), \quad \text{մմ/ատամ} \quad (4)$$

5. Կտրման ուժը: Կտրման շրջանային ուժի մեծությունը որոշվում է ըստ (5) բանաձևի՝

$$P_z = 10 C_{P_z} \cdot t^{x_{P_z}} \cdot S_z^{y_{P_z}} \cdot B^n \cdot Z \cdot K_p / (D^q \cdot n^w), \quad \text{Ն}, \quad (5)$$

այստեղ բանաձևի աստիճանացուցիչները և գործակիցները ընտրվում են աղյուսակներից (աղ.41 էջ 291):

6. Ոլորող մոմենտ: Ոլորող մոմենտը իլի վրա հաշվարկվում է ըստ (6) բանաձևի՝

$$M_{\text{ոլ}} = \frac{P_z \cdot D}{2 \times 1000}, \quad \text{Նմ} \quad (6)$$

7. Կտրման հզորությունը: Ըստ (7) բանաձևի որոշվում է կտրման հզորությունը և ընտրվում է համապատասխան հզորության հաստոցը, կամ համեմատվում է նախընտրած հաստոցի գլխավոր շարժաբերի հզորության հետ, հաշվի առնելով, որ անհրաժեշտ է ապահովել $N_{\text{հաս}} \geq N_{\text{հաշ}}/\eta$, որտեղ η -ն հաստոցի շարժաբերի օգտակար գործողության գործակիցն է և որպես կանոն նախագծային աշխատանքների համար ընտրվում է 0.8 – 0.9 սահմաններում,

$$N_{\text{հաշ}} = \frac{P_z \cdot V_{\text{փաստ}}}{1020 \cdot 60}, \quad \text{կՎտ}: \quad (7)$$

Հաշվարքը կատարվում է 005 ուղղաձիգ ֆրեզերային գործողության համար, ֆրեզերվող մակերևույթի լայնությունը $B = 82$ մմ: Ֆրեզի տրամագիծը՝ $D = (1.25 \dots 1.6)B = (1.25 \dots 1.6) 82 = 107.5 \dots 137.6$ մմ:

Որպես գործիք ընտրվում է **Ֆրեզ 2214-0155 ճակատային, Ø125, z=12, T15K6 ըստ ՌԴ ГОСТ 9473-80**, որն դասվում է որպես մանրատամ ֆրեզ: Կտրման խորությունը հաշվարկվող անցումի համար ըստ թողվածքների հաշվարկների ընդունվում է հավասար $t = 1,8$ մմ: Ըստ աղ. 33 էջ 283 ընտրվում է մաքրատաշ ճակատային ֆրեզով ֆրեզերման համար R_z20 մաքրությունը ապահովելու նպատակով մատուցում

$$S_z = 0.09 \frac{\text{մմ}}{\text{ատամ}}:$$

Ըստ աղ. 39 էջ 289՝ $C_v = 332$, $q_v = 0.2$, $m = 0.2$, $x_v = 0.1$, $y_v = 0.4$, $u_v = 0.2$, $p_v = 0$, $K_v = 1.0$, ըստ աղ. 40 էջ 290՝ $T = 180$ (րոպե) և կտրման հաշվարկային արագությունը՝

$$V_{\text{հաշ}} = \frac{C_v D^q}{T m^{x_v} S_z^{y_v} B^{u_v} Z^{p_v}} \quad K_v = \frac{332 \cdot 125^{0.25}}{180^{0.2} \cdot 1.8^{0.1} \cdot 0.09^{0.2} \cdot 86^{0.15} \cdot 12^0} \quad \mathbf{1.0 = 307 \text{ մ/ր}}:$$

Իլի հաշվարկային պտուտաթվերը՝

$$n_{\text{հաշ}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{հաշ}}}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 307}{3.14 \cdot 125} = \mathbf{783 \text{ պտ/ր}}:$$

Պտուտաթվերը ճշտվում են ըստ հաստոցի անձնագրի՝ $n_{\text{փաստ}} = 630 \frac{\text{պտ}}{\text{րոպե}}$, և

$$V_{\text{փաստ}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{փաստ}}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 125 \cdot 630}{1000} = \mathbf{247 \text{ մ/ր}}:$$

Մատուցումները.

$$S_{\text{թույլ}}^{\text{հաշ}} = 630 \cdot 0.09 \cdot 12 = 680 \text{ մմ/րոպե},$$

$$S_0 = 1.08 \frac{\text{մմ}}{\text{պտ}}, \quad S_z = 0.09 \frac{\text{մմ}}{\text{ատամ}}, \quad S_{\text{թույլ}}^{\text{հաշ}} = 630 \cdot 0.09 \cdot 12 = 680 \text{ մմ/րոպե},$$

ըստ հաստոցի $S_{\text{թույլ}}^{\text{փաստ}} = \mathbf{630 \text{ մմ/րոպե}}$, $S_0 = \frac{S_p}{n} = \frac{630}{630} = \mathbf{1.0 \text{ մմ/պտ}}$, $S_z = \frac{S_0}{Z} = \frac{1.0}{12} = \mathbf{0.083 \text{ մմ/պտ}}:$

Կտրման ուժը որոշվում է ըստ աղ. 41 էջ 291՝

$$P_z = 10 C_{P_z} \cdot t^{x_{P_z}} \cdot S_z^{y_{P_z}} \cdot B^n \cdot Z \cdot K_p / (D^q \cdot n^w), \quad \text{Ն},$$

$$P_z = 10 \cdot 825 \cdot 1.8^{1.0} \cdot 0.083^{0.75} \cdot 86^{1.1} \cdot 12 \cdot 1.0 / (125^{1.3} \cdot 630^{0.2}) = 1919 \text{ Ն},$$

Ըստ նույն աղյուսակի, կտրման էֆեկտիվ հզորությունը՝

$$N_{h\omega 2} = \frac{P_z \cdot V_{\text{փաստ}}}{1020 \cdot 60} = \frac{1919 \cdot 247}{61200} = 7.74 \text{ կՎտ}:$$

Հաշվի առնելով գլխավոր շարժաբերի փոխանցումներում տեղի ունեցող կորուստները $\eta = 0.8$ գործակծի միջոցով, ստանում ենք կտրման գործընթացը իրագործելու համար անհրաժեշտ հզորությունը՝

$$(7.74/0.8) = 9.7 \text{ (կՎտ)} > N_{\text{հաստ}} = 7.5 \text{ (կՎտ)},$$

այսինքն հաշվարկված կտրման ռեժիմները անընդունելի են կիրառման համար: Դիտարկելով $7.5/9.7 = 0.77$ հարաբերությունը, եզրակացնում ենք, որ բավական է նվազեցնել 25%-ով կտրման արագությունը, որ հաստոցի հզորությունը բավարարի կտրման գործընթացի պահանջներին: Այդ դեպքում ճշտման 0.75 գործակցի միջոցով որոշում ենք անհրաժեշտ պտուտաթվերը՝

$$n_{h\omega 2} = 0.75 n_{\text{փաստ}} = 0.75 \cdot 630 = 472 \text{ պտ/րոպե}:$$

Ըստ հաստոցի անձնագրի պտուտաթվերը ճշտվում են՝ $n_{\text{փաստ}} = 400 \frac{\text{պտ}}{\text{րոպե}}$,

$$S_{\text{րոպե}}^{h\omega 2} = 400 \cdot 0.09 \cdot 12 = 432 \text{ մմ/րոպե}:$$

Ըստ հաստոցի անձնագրի՝

$$S_{\text{րոպե}}^{\text{փաստ}} = 400 \text{ մմ/րոպե}, \quad \text{և} \quad S_0 = \frac{S_p}{n} = \frac{400}{400} = 1.0 \text{ մմ/պտ}, \quad S_z = \frac{S_0}{Z} = \frac{1.0}{12} = 0.083 \text{ մմ/պտ}:$$

Վերահաշվարկելով կտրման արագությունը, որժը և հզորությունը, ստանում ենք՝

$$V_{\text{փաստ}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{փաստ}}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 125 \cdot 400}{1000} = 157 \text{ մ/ր}:$$

$$P_z = 10 \cdot 825 \cdot 1.8^{1.0} \cdot 0.083^{0.75} \cdot 86^{1.1} \cdot 12 \cdot 1.0 / (125^{1.3} \cdot 400^{0.2}) = 2104 \text{ Ն},$$

$$N_{h\omega 2} = \frac{P_z \cdot V_{\text{փաստ}}}{1020 \cdot 60} = \frac{2104 \cdot 157}{61200} = 5.4 \text{ կՎտ}:$$

Հաշվի առնելով $\eta = 0.8$ գործակցիցը, ստանում ենք՝

$$5.4/0.8 = 6.75 \text{ (կՎտ)} < N_{\text{հաստ}} = 7.5 \text{ (կՎտ)},$$

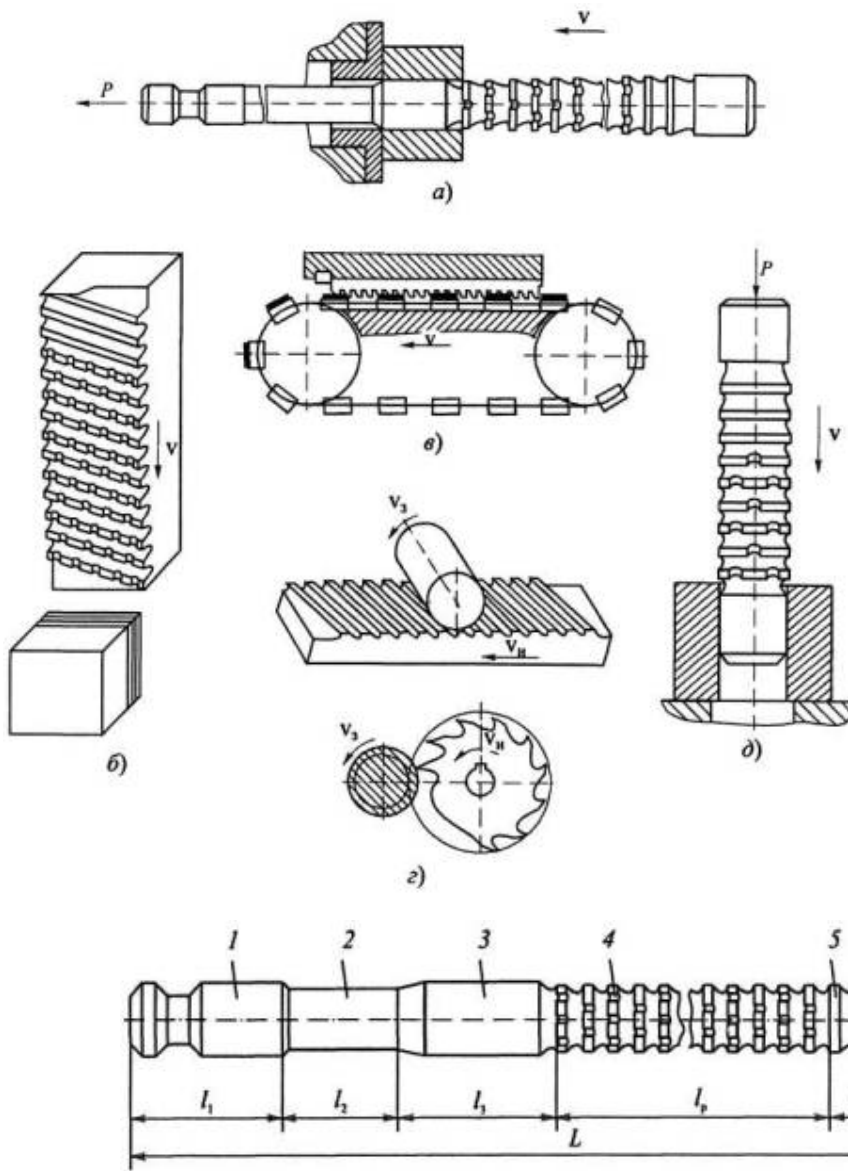
հետևաբար, այս դեպքում կտրման ռեժիմները ընդունելի են կիրառման համար:

20. ՁԳՈՒՄ

20.1 ՁԳԻՉՆԵՐԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ ԵՎ ՄԿԶԲՈՒՆՔԱՅԻՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ

Ձգումը հանդիսանում է մետաղների կտրմամբ մշակման եղանակ, որը կատարվում է ձգիչների և միջակոկիչների (протяжка) օգնությամբ:

Հաստուկ գործիքները, որոնք նախատեսված են նախապես գայլիկոնված անցքերի վերջնական մշակման (պրոֆիլավորման) համար, կոչվում են ձգիչներ: Ձգիչների օգնությամբ կարելի է ստանալ կլոր, քառակուսի, վեցանիստ, ինչպես նաև երիթային ալոսներով, բազմաերիթային (շլիցային) և ձևավոր բարդ պրոֆիլով անցքեր:



Նկ.42.Ձգման սխեմաներ`

ա) անցքերի,

բ) հարթությունների, գլարտաքին մակերևույթների անընդհատ ձգում, դժվարանական մակերևույթի կլոր և հարթ ձգիչներով,

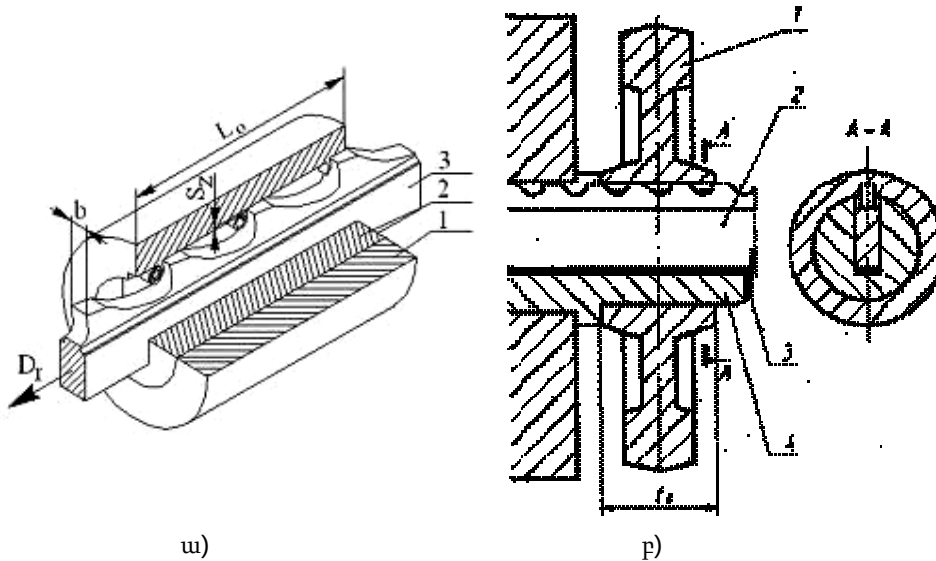
ե) անցքի մշակումը միջակոկիչով:

Նկ.43.Անցքերի մշակման համար ձգիչի կոնստրուկտիվ տարրերը` 1 - պոչամաս, 2 - վզիկ, 3 - առջևի ուղղորդ, 5 - կալիբրող, 6 - հետին ուղղորդ, 7 - հետին պոչամաս:

Վզիկը և հաջորդող կոնը կատարում են օժանդակ դերը, իրենց երկարությունը պետք է ապահովի ձգումից առաջ ձգիչի ամրացումը կալիչի մեջ: Անցումային կոնը ապահովում է ձգիչի առջևի ուղղորդի ազատ մուտքը ձգման ենթակա անցքի ներսը: Վզիկի տրամագիծը պոչամասի տրամագծից փոքր է 0.3...1.0 մմ-ով: Առջևի ուղղորդը գործիքի շեղվածությունից հնարավոր կոտրումից խուսափելու պատճառով ծառայում է ձգումից առաջ նախապատրաստվածքի և ձգիչի համառանցքության ապահովման նպատակին: Առջևի ուղղորդի տրամագծի թույլտվածքը սովորաբար ամապատասխանում է e8 դաշտին: Հետին ուղղորդը կատարում է նույն դերը, ինչ առջևինը, ապահովելով ձգիչի նվազագույն շեղումը կալիբրող մասի մշակված անցքից դուրս գալու պահին, իսկ իր տրամագիծը կատարում են ավելի բարձր ճշտությամբ` ըստ f7: Կտրման պրոցեսում ձգիչի և մասում կալիչի օգնությամբ կիրառվում է P ուժը, որի ազդեցության տակ ձգիչը ձգվում է անշարժ նախապատրաստվածքի անցքի միջով (նկ.42ա): Միջակոկիչներ կոչվում են փոքր երկարությամբ գործիքները, որոնց կտրող ատամները տեղակայված են և կտրող մասում (նկ.43ե): Աշխատանքի ընթացքում միջակոկիչը ներմղվում է նախապես մշակված անցքի միջով, կտրելով մշակման համար նախատեսված թողվածքը` փոփոխելով անցքի չափերը և ձևը: Միջակոկիչի մարմնում առաջանում են սեղմող լարումներ: Այդ պատճառով

է միջակոկիչի երկարությունը սահմանափակված, քանի որ մեծ երկարություն ունեցող գործիքը երկայնական ծռման պատճառով կարող է կորցնել կայուն դիրքը: Եթե մշակման համար թողվածքը մեծ է, ապա մշակումը կատարում են միջակոկիչների լրակազմով, որոնք հաջորդում են մեկը մյուսին:

Ձգան արտադրողականությունը, չնայած կիրառվող կտրման ցածր արագությունների՝ մինջև 12 մ/ր, 3...12 անգամ բարձր է այլ եղանակների հետ համեմատությամբ, ապահովում է ճշտությունը ըստ IT7...IT8 կվալիտետների և մշակված մակերևույթի բարձր որակ՝ $Ra0.32...2.5$: Ձգման աշխատանքների մոտ 60% կատարվում է կլոր ձգիչներով: Ձգման աշխատանքների բավականի մեծ տոկոսը կազմում է դետալներում երիթային ակոսների ձգումը:



Նկ.44. Դետալներում երիթային ակոսների մշակումը երիթային ձգիչներով՝ ա) 1 - մշակվող դետալն է, 2 - ուղղորդ վռանն է ծառայում է 3 ձգիչի կողմնորոշմանը, b - երիթային ձգիչի ատամի լայնությունն է, S_z - ձգիչի մեկ ատամի կտրման խորությունն է (մատուցումը մեկ ատամի), L_o - երիթային ակոսի երկարությունն է, D₁ - ձգիչի բանվորական (կտրման) շարժման ուղղությունն է:
բ) 1 - մշակվող դետալն է, 2 - երիթային ձգիչն է, 3 - կարգավորող ներդիրն է, 4 - ուղղորդ վռանն է:

20.2 ՁԳՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՍԽԵՄԱՆԵՐԸ՝ ՊՐՈՖԻԼԱՅԻՆ, ԳԵՆԵՐԱՏՈՐԱՅԻՆ ՊՐՈԳՐԵՄԻՎ

Ձգման ժամանակ օգտագործվող կտրման սխեմաները կարելի է դասակարգել 2 հատկանիշներով՝ 1) ձգվող հետագծի ձևավորում, 2) շերտի հեռացումը ձգիչի յուրաքանչյուր ատամի կողմից: Առաջին հատկանիշով կտրման սխեմաները լինում են պրոֆիլային և գեներատորային, իսկ երկրորդ հատկանիշով անընդհատ և ընդհատում կտրման սխեմաներ:

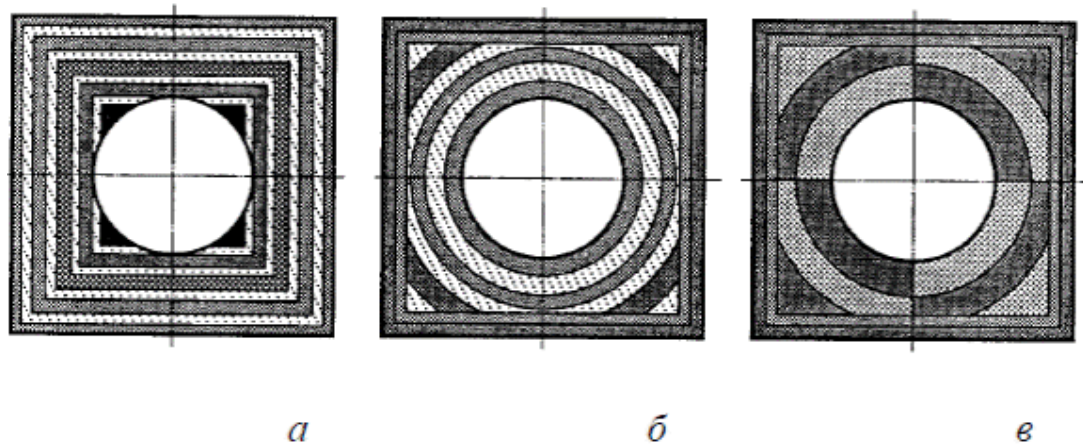
Պրոֆիլային սխեմայով մշակելիս՝ թողվածքը հեռացվում է շերտերով, որոնց ուրվագիծը համապատասխանում է դետալի մշակվող մակերևույթի ուրվագծին (նկ.45ա):

Այդ պատճառով, այս սխեմայով մշակելիս (նկ.45ա) ձգիչի ատամները ունեն նույն պրոֆիլը ինչ մշակվող նախապատրաստվածքի ուրվագիծը: Այս սխեմայով մշակումը սահմանափակ է, քանի որ բավականին դժվար է պատրաստել և սրել գործիքը:

Գեներատորային սխեմայով յուրաքանչյուր ձևի մակերևույթ մշակելիս՝ տրված թողվածքը հեռացվում է կամ գուգահեռ շերտերով, կամ աղեղնաձև համակենտրոն շերտերով (նկ.45բ): Այս դեպքում ձգիչի ատամի պրոֆիլը չի համընկնում մշակվող մակերևույթի պրոֆիլի հետ: Այս եղանակի օգտագործման դեպքում գործիքի պատրաստումը և սրումը բավականին պարզ է:

Պրոգրեսիվ սխեման, ինչպես և գեներատորայինը, նախատեսվում է կտրվող շերտի ուղղագիծ կամ աղեղնաձև տեսքը, որը իր ընդհանուր ձևով չի համընկնում մշակվող մակերևույթի պրոֆիլի հետ: Սակայն ձգիչի

յուրաքանչյուր ատամը կտրումը իրագործում է ոչ թե մշակման ամբողջ ապարագծով, այլ նրա մի մասով: Ընդ որում,



Նկ. 45.2գման սխեմաները:

յուրաքանչյուր կտրող եզրին ընկնող շերտի հաստությունը ստացվում է ավելի մեծ:

Հաջորդող ատամները հաստում են պարագծի վրա մնացած թողվածքը (նկ.45գ): Այս դեպքում հանվող տաշեղը ստացվում է ավելի հաստ, բայց նեղ, ինչը փոքրացնում է ձգման ուժերը, և հետևաբար ստեղծում է հնարավորություն մեկ անցումով հեռացնել թողվածքներ: Պրոգրեսիվ սխեման օգտագործում են, երբ ձգիչը չունի բավարար ամրություն, կամ երբ հաստոցի հզորությունը մեծ չէ, ինչպես նաև փոքր կոշտություն ունեցող դետալների մշակման ժամանակ: Այս սխեմայով աշխատող ձգիչների պատրաստումը աշխատատար է, ինչը և սահմանափակում է նրա օգտագործումը:

20.3 ԿՏՐՄԱՆ ՏԱՐԲԵՐԸ ՉԳՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Կտրվող շերտի հաստությունը: Ձգիչի յուրաքանչյուր ատամը հեռացնում է մշակվող նախապատրաստվածքից մետաղի շերտ, որի հաստությունը որոշվում է տվյալ ատամի և նրա նախորդող ատամի բարձրությունների տարբերությունով և պլանի ϕ գլխավոր անկյունով $a_z = S_z \sin \phi$:

Երբ $\phi = 90^\circ$, ապա $a_z = S_z$, որտեղ S_z – մատուցումն է, որը քանակորեն հավասար է հարակից ատամների բարձրությունների տարբերությանը: Ձգիչների ատամները կտրող են հատել հավասար հաստությամբ շերտեր ամբողջ երկարության վրա $a_z = \text{const}$: Այս դեպքում $a_z = \delta / Z_o$, որտեղ δ - ընդհանուր թողվածքն է, իսկ Z_o – ձգիչի ատամների քանակը: Կտրող են նաև օգտագործվել ձգիչներ, որի ատամները հեռացվում են տարբեր հաստություն ունեցող շերտեր:

Կտրվող շերտի լայնությունը: Ե կտրվող շերտի լայնությունը ձգման ժամանակ որոշվում է ձգիչի ատամի գլխավոր կտրող սայրի երկարությամբ, որն իր հերթին կախված է մշակվող հետագծի պրոֆիլից: Այստեղ հնարավոր են հետևյալ դեպքերը՝ 1)յուրաքանչյուր հաջորդ ատամի գլխավոր կտրող սայրի երկարությունը նույնն է, ինչ նախորդինը, 2)գլխավոր կտրող սայրի երկարությունը մեծանում է: Հետևաբար, ընդհանուր դեպքում, երկարությունը պետք է հաշվարկելյուրաքանչյուր հատվածի համար: Կտրվող շերտի լայնական հաստության մակերեսը $A_1 = a_z b_1$:

Քանի որ մշակման մեջ գտնվում են միաժամանակ մի քանի ատամ, ապա գումարային մակերեսը, որը հեռացվում է Z միաժամանակ աշխատող ատամներով՝

$$A_z = \sum A_1:$$

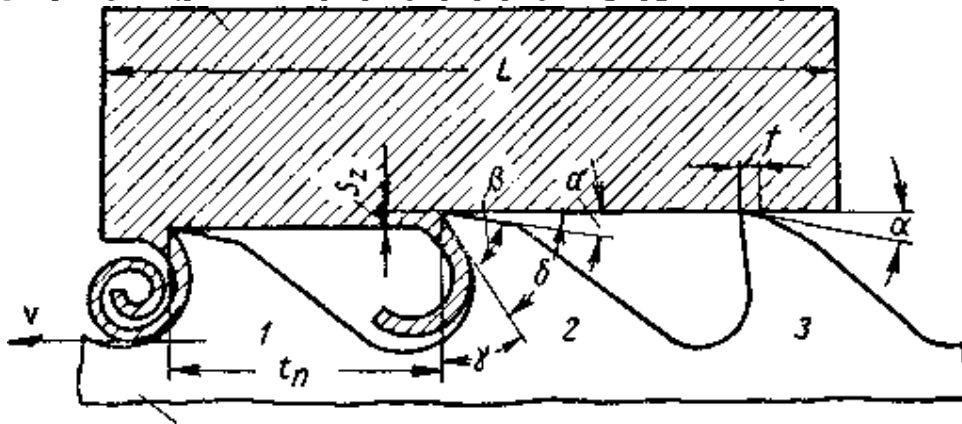
Կտրման արագությունը ձգման ժամանակ ընտրում են՝ ելնելով մշակվող մակերևույթի խորդուբորդությունների բարձրությունից և գործիքի կայունությունից: Արագությունը որոշում են հետևյալ բանաձևով՝

$$V = \frac{C^v}{T^m a_z^y} K_1:$$

Կտրման արագությունը ընտրելիս պետք է հաշվի առնել, որ, օրինակ, սովորական կոնստրուկցիոն մետաղները 1 ... 2 մ/րոպ արագությամբ մշակելիս արագությունը բարձրացնենք մինչև 5 ... 6 մ/րոպ, ապա խորդուբորդությունների բարձրությունը մեծանում է: Գոյություն ունեցող հաստոցները ապահովում են $V=1...18$ մ/րոպ արագություն, իսկ հզոր հաստոցները՝ $V=1...8$ մ/րոպ:

20.4 ՁԳԻՉՆԵՐԻ ԲԱՆՎՈՐԱԿԱՆ ՄԱՍԻ ԵՐԿՐԱԶԱՓՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ձգիչի բանվորական մասը բաղկացած է կտրող և խոցող ատամներից: Իր հերթին կտրող մասը բաղկացած է սևատաշ, անցումային, մաքրատաշ և կալիբրող ատամներից: Սևատաշ ատամները հեռացնում են թողվածքի հիմնական մասը: Սևատաշ ատամների բարձրացումը մեկ սեկցիայի վրա, տատանվում է պողպատների մշակելիս մինչև 0,4 մմ և թուջեր մշակելիս 1 ... 1,5 մմ: Մաքրատաշ ատամների S բարձրացումը անհամեմատ փոքր է՝ $S_z=0,05...0,005$ մմ: Աշխատանքի սահունությունը ապահովելու համար ձգիչները ունեն մի քանի անցումային ատամներ, որոնց S բարձրացման չափը տատանվում է 0,3...0,1 մմ-ից մինչև 0,05...0,03 մմ:



Նկ.46. Ձգիչի ատամների որոշ անկյունները:

Ձգիչների ատամների անկյունները նշում են այլ գործիքների նման (նկ.4)՝

γ և γ_t – գլխավոր առջևի և երեսակի առջևի անկյունը,

α և α_t – գլխավոր հետին և երեսակի առջևի անկյունը,

δ և β – կտրման և սրման անկյունները,

α_1 – օժանդակ հետին անկյունը,

φ_1 – ատամի սայրի (օժանդակ) ներսի անկյունը,

ε – գագաթը անկյուն պլանում:

Ատամների և տաշեղային ակոսների չափերը որոշվում է հետևյալ մեծություններով՝

$t_{սև}$, $t_{միջ}$, $t_{մաք}$, $t_կ$ և $t_ղ$ – սևատաշ, անցումային, մաքրատաշ, կալիբրող և դեֆորմացնող ատամների առանցքային քայլը,

h – տաշեղային ակոսի խորությունը,

g – ատամի հետին մակերևույթի լայնությունը,

R և r – տաշեղային ակոսը առաջացնող պրոֆիլի շրջանագծերի շառավիղները,

S_z և S – բարձրացումը մեկ ատամի համար:

Առջևի անկյան մեծությունը սահմանում են կախված մշակվող և գործիքանյութերից $\gamma = -5...25^\circ$: Արագահատ պողպատից պատրաստած ձգիչների առջևի անկյունը մեծացնելով 5° -ից մինչև 15° ՝ ձգիչի

կայունությունը կմեծանա 20...25% -ով: Կարծր համաձուլվածքից ձգիչների ատամների ամրացման նպատակով անկյան արժեքը նվազեցնում են 0° -ից մինչև -5° :

Հետին անկյան մեծությունը սահմանելիս՝ հաշվի չեն առնում մշակվող նյութի հատկությունները: Այս դեպքում անհրաժեշտ է ընդունել այնպիսի արժեքներ, որպեսզի սրման ժամանակ պահպանվեն բանվորական չափերը: Այդ նպատակով սևատաշ ատամների համար՝ $\alpha_{\text{սև}}=3...4^\circ$, իսկ կալիբրող ատամների համար՝ $\alpha_{\text{սև}} = 30'...1^\circ 30'$:

20.5 ԿՏՐՄԱՆ ՈՒԺԵՐԸ ԶԳՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Զգման ժամանակ կտրման ուժը բաժանում են 2 բաղադրիչների՝ գլխավոր ուժը, որը գործում է ձգիչի շարժման ուղղությամբ և կյուս բաղադրիչը, որը ազդում է շարժման ուղղությանը ուղղահայաց: Գլխավոր բաղադրիչը որոշում է ձգման համար անհրաժեշտ ուժը, ինչը պետք է ապահովի օգտագործվող սարքավորումները, ինչպես նաև ձգիչի կոնստրուկտիվ տարրերի անհրաժեշտ ամրությունը: Երկրորդ բաղադրիչը, որը սեղմում է ձգիչը մշակվող նախապատրաստվածքից, որոշում է մշակվող մակերևույթի ճշտությունը ձգումից հետո:

Ընդունենք, որ ատամի սայրի առջևի մակերևույթի յուրաքանչյուր միլիմետրը բեռնված է ΔP_x ուժով, որի ուղղությունը զուգահեռ է V կտրման արագությանը, իսկ նույն երկարությամբ հետինմակերևույթը բեռնված է ΔP_y ուժով, որը ուղղահայաց է ΔP_x ուժին: Զգիչի յուրաքանչյուր ատամի վրա ազդող ուժը՝

$$P_x = b_z \Delta P_x, \quad P_y = b_z \Delta P_y,$$

որտեղ b_z - մեկ ատամի կողմից հեռացվող գումարային շերտի լայնությունն է: Եթե միաժամանակ աշխատում են Z ատամներ, ապա ուժային բեռնվածքը՝

$$P_x = \Delta P_x \sum b_1 = \Delta P_x b_z, \quad P_y = \Delta P_y \sum b_1 = \Delta P_y b_z:$$

P_x և P_y ուժերի արժեքները հաշվարկում են էմպիրիկ բանաձևերով՝

$$P_x = 1.15 \cdot b_z (C_1 \cdot a^x - C_2 \cdot k - C_3 \cdot V - C_4 y - C_5 \cdot u),$$

$$P_y = 1.15 \cdot b_z (C_6 \cdot a^x - C_7 \cdot V - C_8 \cdot y - C_9 \cdot u):$$

20.6 ԶԳԻՉՆԵՐԻ ՄԱՇՈՒՄԸ ԵՎ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Կախված հեռացվող շերտի հաստությունից՝ ձգիչների ատամները մաշվում են կամ միայն հետին մակերևույթով, կամ միաժամանակ հետին և առջևի մակերևույթներով (նկ.47): Երբ մշակում են $\sigma \leq 80$ կգ/մ² ամրության սահմանով պողպատներ և $HB \leq 180$ կարծրությամբ թուջեր, $a \leq 0,1$ մ կտրվող շերտի հաստությամբ,

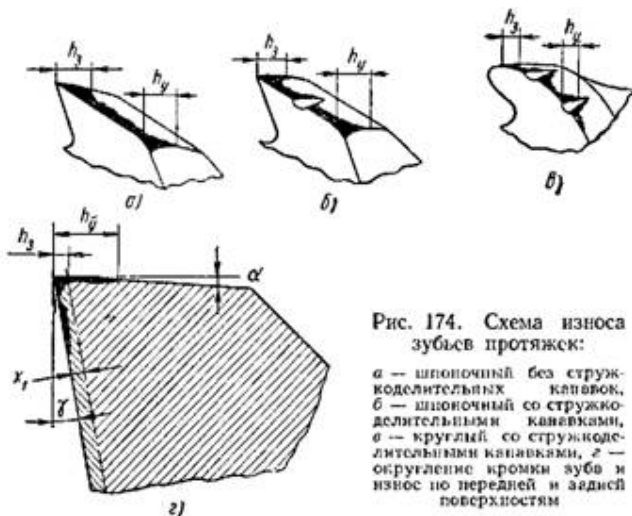


Рис. 174. Схема износа зубьев протяжек:

a — шпоночный без стружкоделительных канавок, b — шпоночный со стружкоделительными канавками, c — круглый со стружкоделительными канавками, z — округление кромки зуба и износ по передней и задней поверхностям

ապա մաշվում է միայն հետին մակերևույթով (նկ.47ա): Ավելի ամուր պողպատների և կարծր թուջերի մշակման ժամանակ, երբ $a = 0,05 \dots 0,1$ մ, դիտարկվում է շատ աննշան մաշում նաև առջևի մակերևույթով: Եթե մեծացնենք կտրվող շերտի հաստությունը $a \geq 0,1$ մ, ապա մաշվում են և առջևի, և հետին մակերևույթները, ընդ որում բոլոր մետաղների մշակման ժամանակ (նկ.47դ):

Պետք է նկատենք, որ յուրաքանչյուր դեպքում հետին մակերևույթի մաշումը միշտ իր չափերով գերազանցում է առջևի մակերևույթի մաշումը: Հետին մակերևույթի մաշումը կախված է մի քանի գործոններից՝

Նկ.47. Ձգիչների ատամների մաշման սխեմաները:

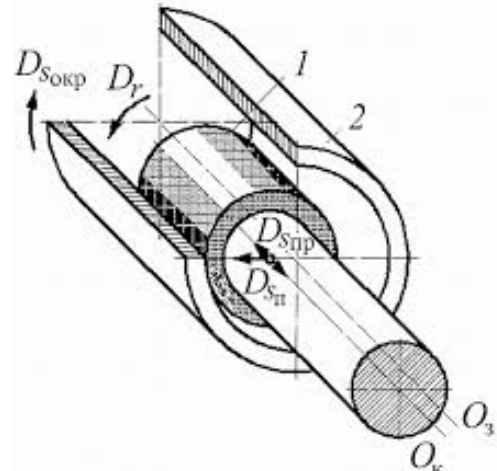
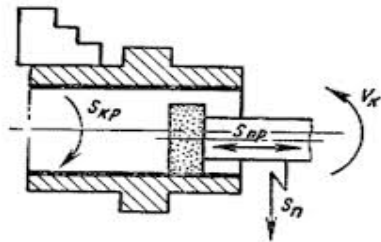
1. գործիքային պողպատի քիմիական բաղադրությունից և ստրուկտուրային վիճակից,

Արտաքին կյոռ հղկման սխեմաներ:

նախապատրաստվածքի ներքին զլանաձև մակերևույթները շոշափվում են: $S_{երկ}$, երկայնական և S_L լայնական մատուցումը կատարվում է նմանորեն, ինչպես արտաքին հղկման ժամանակ և սովորաբար նրանք հաղորդվում են հղկաքարին: Այս եղանակով հնարավոր է մշակել կոնաձև ներքին մակերևույթները:

2. Ներքին կլոր հղկում (Նկ.49):

Նկ.49. Ներքին կլոր հղկում:



Նկ.50. Ներքին կլոր հղկման սխեմաներ:

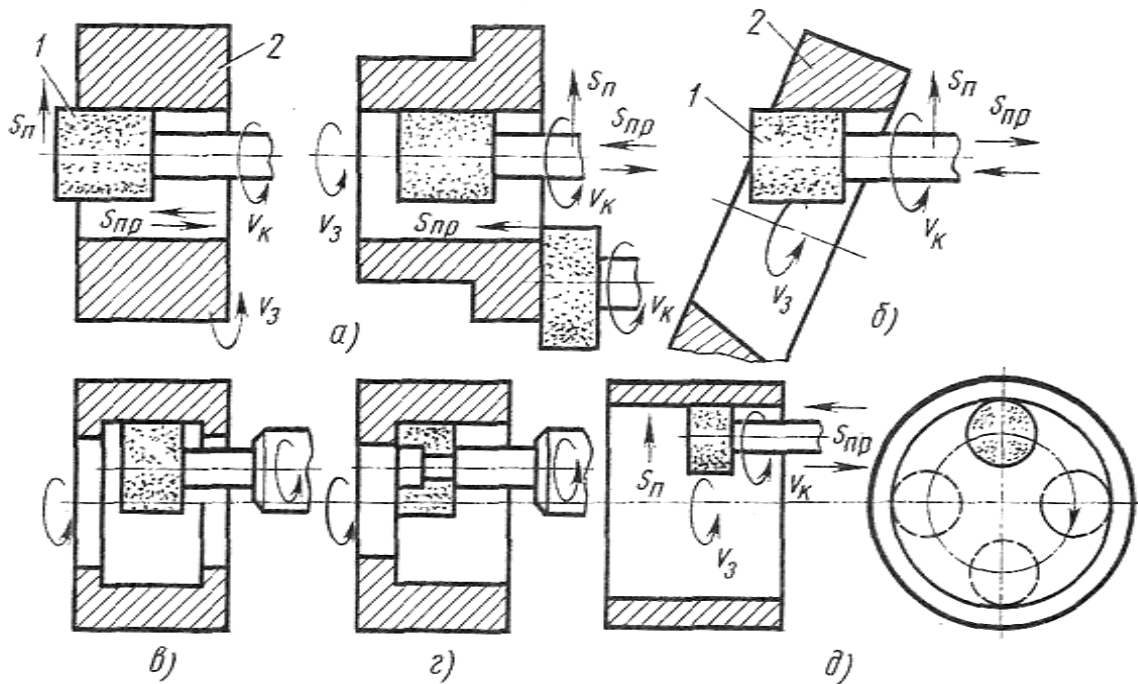
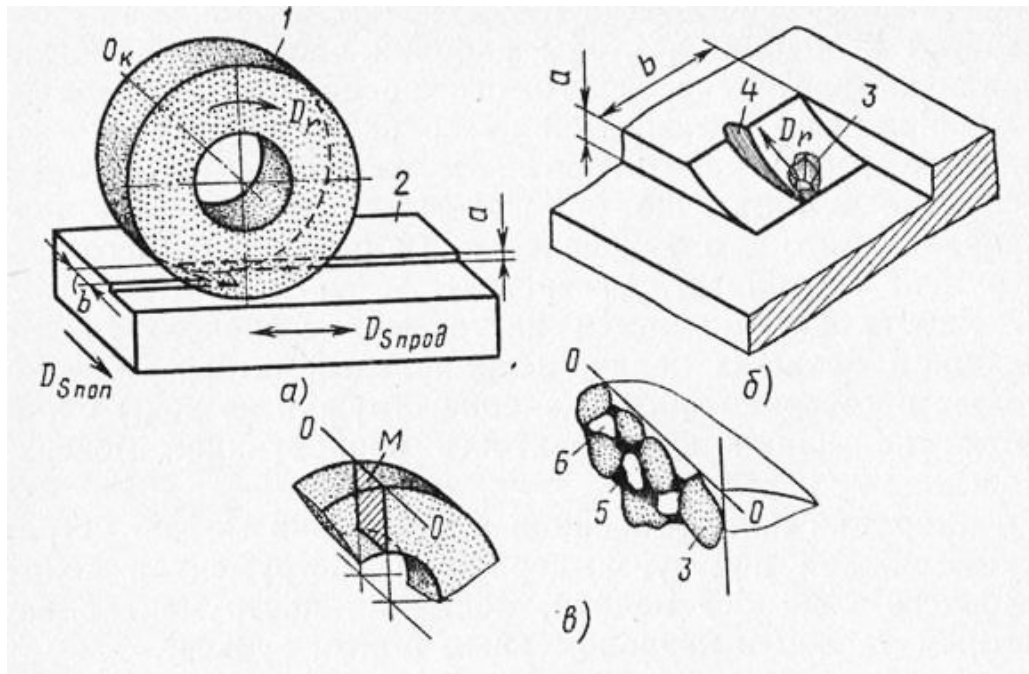


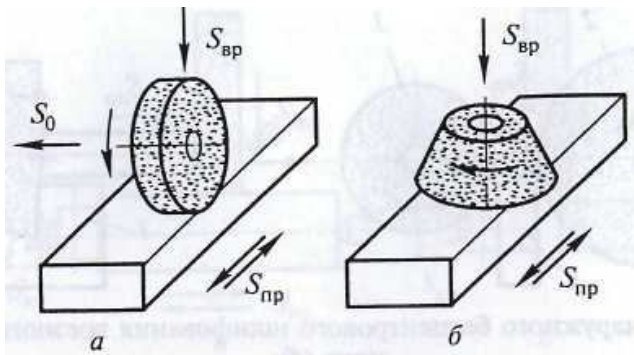
Рис. 13.36. Схемы круглого внутреннего шлифования

2. Հարթ հղկում (Նկ.51): Հղկաքարը պտտվում է O_2 առանցքի շուրջը՝ կատարելով գլխավոր շարժումը: Հղկաքարի արտաքին զլանաձև մակերևույթը շոշափվում է նախապատրաստվածքին a-b գծով: Մշակման ընթացքում նախապատրաստվածքին հաղորդվում է հակադարձ-առաջընթաց $S_{երկ}$, երկայնական մատուցման շարժումը: Հակադարձ-առաջընթաց շարժման ցիկլի ավարտին

Նկ. 50. Հարթ հղկման սխեմա:



հղկաքարին հաղորդվում է S_i լայնական մատուցման ընդհատուն շարժումը: Հարթության մշակումից հետո հղկաքարին հաղորդվում է S_m ուղղահայց մատուցումը: Մշակումը կատարվում է այնքան ժամանակ, որ ուղղահայաց գումարային մատուցման չափը հավասարվի թողվածքի չափի հետ:



4.Ճակատային հղկում և սրում (նկ.51):
Հղկաքարը պտտվում է O_z առանցքի շուրջը՝ կատարելով կտրման գլխավոր շարժումը: Հղկաքարը շոշափում է

Նկ.51. Հարթ հղկման սխեմաներ՝ ուղղանկյուն և թասաձև հղկաքարերով:

մշակվող նախապատրաստվածքը ոչ թե գծով, այլ հարթությունով: Նախապատրաստվածքին հաղորդվում է հակադարձ-առաջընթաց $S_{երկ}$ երկայնական մատուցման շարժումը, իսկ ցիկլի ավարտին՝ ընդհատուն S_i լայնական մատուցման շարժումը: Ինչպես և հարթ հղկման ժամանակ, այս դեպքում էլ գումարային S_i լայնական մատուցման չափը հավասար է հղկման համար նախատեսված թողվածքի չափին:

21.2 ՀՂԿԱՔԱՐԵՐԻ ՏԵՄԱԿՆԵՐԸ, ՆՐԱՆՑ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ: ԱՐԲԱՋԻՎԱՅԻՆ ԵՎ ԿԱՊԱԿՑՈՂ ՆՅՈՒԹԵՐԸ: ՀՂԿԱՔԱՐԵՐԻ ՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Հղկաքարը իրենից ներկայացնում է մարմին, որը բաղկացած է բազմաթիվ աբրազիվ հատիկներից, որոնք կատարում են կտրող առամների դերը, և կապակցող նյութերից, որոնց օգնությամբ աբրազիվ հատիկները միացվում են միակտոր մարմնի: Հղկաքարի նորմալ աշխատանքի համար անհրաժեշտ է, որպեսզի աբրազիվ հատիկները և կապակցող նյութերի միջև լինեն ծակոտիներ, որոնք կատարում են առամների միջև իջեցվածքների դերը:

Կախված աբրազիվ հատիկների քանակից միավորի ծավալում՝ հղկաքարերի կառուցվածքը կարող է լինել խիտ, միջին, բաց և առավելագույն բաց:

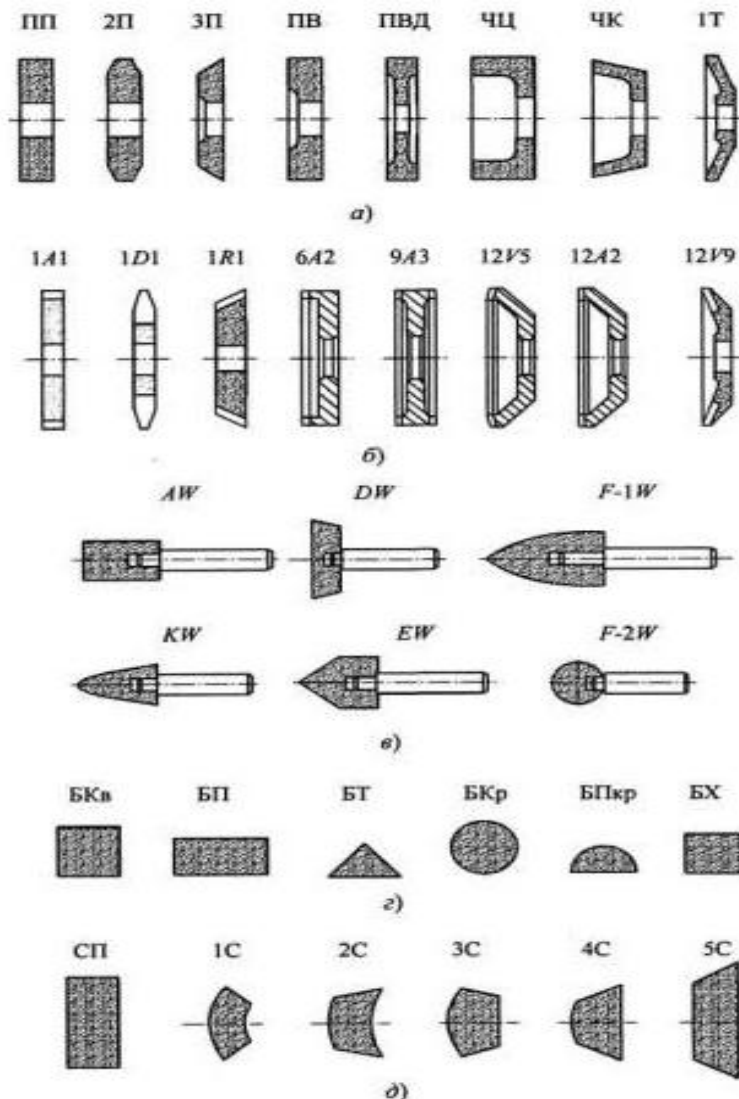
Խիտ կառուցվածքի դեպքում աբրազիվ հատիկների քանակը կազմում է 50...60%: Այս տեսակի հղկաքարերի ծակոտիները ունեն փոքր չափերի և նրանք օգտագործվում են վերջնամշակման համար:

Միջին կառուցվածքների ժամանակ աբրազիվ հատիկների քանակը կազմում է 46...54% և հատիկները տեղակայված են ավելի ազատ: Կապակցող նյութերը ավելի հաստ շերտով են շրջապատում հատիկները: Հատիկների միացման ամրությունը մեծանում է: Հատիկների միջև, տաշեղի տեղակայման համար ծակոտիների չափերը ավելի մեծ են:

Բաց կառուցվածքով հղկաքարերը բնութագրվում են 38...44% հատիկների պարունակությամբ, որոնք էլ ավելի ազատ են տեղակայված: Աբրազիվ հատիկների և կապակցող նյութերի միջև առկա են խոշոր ծակոտիներ, որոնց մեջ ազատ տեղակայվում է կտրման արդյունքում առաջացած տաշեղը: Պարապ ընթացքի ժամանակ, երբ հղկաքարը դուրս է գալիս մշակվող մետաղի հետ հպումից, կտրված մասնիկները կենտրոնախույզ ուժերի ազդեցության տակ դուրս են մղվում ծակոտիների միջից: Բաց կառուցվածքով հղկաքարերը կարելի է օգտագործել մետաղները բարձր արագություններով մշակելիս:

Առավելագույն բաց կառուցվածքով հղկաքարերը առաջանում են ոչ միայն հատիկների քանակի նվազեցման հաշվին, որոնց քանակը կազմում է 25...36%, այլ լցանյութի (наполнитель) այրման հաշվին: Այդ տեսակի հղկաքարերով մշակում են փափուկ և մածուցիկ նյութեր:

Հղկման օպերացիաների կատարման համար օգտագործում են տարբեր երկրաչափական ձև ունեցող հղկաքարեր: Նկ.52-ում բերված են առավելագույն օգտագործվող ձևերը:



**ПП(плоский
прямой)**տեսակի

հղկաքարերը ունեն հարթ ճակատային կողմեր և օգտագործվում են արտաքին և ներքին կլոր հղկման ժամանակ, ինչպես նաև հարթ հղկման համար:

ПВ(плоский с выточкой)

տեսակի հղկաքարերը մեկ կողմի վրա ունեն փորվածք: Օգտագործում են գլանաձև և հարթ մակերևույթների հղկման համար:

ПВД(плоский с двойной выточкой) տեսակի հղկաքարերը ունեն երկկողմանի փորակներ և օգտագործում են հարթ մակերևույթների հղկման համար:

К(кольцевой) տեսակի հղկաքարերը օգտագործում են արտաքին մակերևույթների հղկման համար:

Նկ.52.Հղկաքարերի

երկրաչափական ձևերը:

Д(дисковый) տեսակի

սկավառակային

հղկաքարերը օգտագործում են ակոսների մշակման և հատման համար: **ЧЦ (чашечный цилиндрический)** և **ЧК (чашечный конический)** տեսակի հղկաքարերը ունեն թասի տեսք և օգտագործում են հարթ մակերևույթների հղկման համար: **1Т, 2Т, 3Т (тарельчатый)** փսեսաձև հղկաքարերն են, որտեղ թիվը ցույց է տալիս մոդիֆիկացիան:

Հղկաքարի աբրազիվ հատիկները կարող են լինել բնական կամ արհեստականորեն ստացված: Բնական նյութերի (կվարց, կորունդ, ալմաստներ) օգտագործումը սահմանափակ է: Հիմնականում, որպես աբրազիվ նյութեր օգտագործվում են արհեստականորեն ստացված նյութեր: Աբրազիվ արհեստական նյութերից են էլեկտրակորունդները, սիլիցիումի և բորի կարբիդները, սինթետիկ ալմաստները: Էլեկտրակորունդները լինում են՝ 1) նորմալ, պարունակում են 5% ավել խառնուրդներ, որոնցից գլխավորը տիտանի օքսիդն է, 2) սպիտակ, պարունակում է ավելի քան 99% ալյումինիումի օքսիդ, 3) քրոմային կամ տեխնիկական ռուբին: Ստանում են ձուլումից առաջ բովախառնուրդում (шихта) ավելացնելով մինչև 0,3% քրոմի օքսիդ Cr_2O_3 4) տիտանային կամ տեխնիկական շափուղա (сапфир): Ձուլումից առաջ բովախառնուրդի մեջ մտցնում են տիտանի օքսիդ (TiO_2), 5) մոնոկորունդ, մոնոկորունդի հատիկները ունեն կանոնավոր բյուրեղների տեսք:

SiC – սիլիցիումի կարբիդը ստանում են էլեկտրավառարաններում: Ստացման հիմնական բաղադրիչներն են կվարցը և քարածուխը կամ նավթային կոքսը: Սև SiC շատ ավելի ամուր է, քան կանաչ սիլիցիումի կարբիդը: Սև SiC-ը սև կամ մուգ կապույտ գույն:

Բորի կարբիդը իրենից ներկայացնում է բորի և ածխածնի քիմիական միացությունը: Այն ավելի կարծր է, քան սիլիցիումի կարբիդը: Բայց դրա հետ մեկտեղ այն փխրուն է և բարձր ջերմաստիճանների ժամանակ քայքայվում է՝ առանձնացնելով գրաֆիտը:

Բնական ալմաստներն ունեն շատ բարձր կարծրություն: Ալմաստե բյուրեղները, որոնց չափը գերազանցում է 800 մկմ, կոչվում է ալմաստե հատիկներ, իսկ ավելի փոքր մասնիկները՝ ալմաստե փոշի:

Բորի նիտրիդը օգտագործվում է աբրազիվ հատիկների տեսքով այն հղկաքարերում, որոնք նախատեսված են դժվար մշակվող դետալների համար:

Абразивный материал	Страна								
	Россия	США	Англия	Франция	ФРГ	Италия	Австрия	Швейцария	Япония
Абразивное зерно на основе кубического нитрида бора	Эльбор	Боразон							
	Эльбор Р	Боразон резцовый							
Карбид кремния зеленый	62С; 63С; 64С	39С; GC	С	66С; 4С	Sig, SCg	CV C; CW	С; CV	Vitocarbon	GC
Карбид кремния черный	52С; 53С; 54С; 55С	37С; С	BC	55С; С	Si, SC21	CN C C	1С, С	Vitocarbon	С
Монокорунд	43А; 44А; 45А	32А							
Электрокорунд циркониевый	68А	68А; 66А ZC; ZF					14F; 24А 28А		
Электрокорунд титанистый	37А	5А; 25А							
Электрокорунд хромистый	32А; 33А; 34А	ЕА					88А		
Электрокорунд ванадиевый		38А; АА							
Электрокорунд белый	22А; 23А; 24А; 25А	А; 16А; 44А; 57А	WА	44А; 99А	EK; EKv	OB A WА	89А; WА	Vitoneva	WА
Электрокорунд нормальный	12А; 13А; 14А; 15А; 16А		А	А	NK	ON A A	А; 10А	Vitoborund	А; А-40; TА

Նկ. 53. Հղկանյութերի պայմանական նշանակումներ ըստ ГОСТ:

Հղկաքարի անհրաժեշտ ձևը ստանալու համար նրանց կազմի մեջ են մտցնում կապակցող նյութեր, որոնց ընդունված է անվանել կապակցիչներ: Այս թերմինի տակ հասկանում են նյութ կամ նյութերի համախումբ, որոնք օգտագործվում են հատիկների ամրացման համար: Արտադրության մեջ գործիքների $\approx 60\%$ պատրաստում են անօրգանական կապակցիչներով, $\approx 33\%$ - բակելիտե $\approx 6\%$ - վուլկանիտային և $\approx 1\%$ այլ կապակցիչներով:

Պահանջվող ծակոտկանությամբ հղկաքարեր պատրաստելու համար՝ կաղապարանոց (формовочный) զանգվածի մեջ, որը բաղկացած է աբրազիվային հատիկներից և կապակցիչ նյութերից, ավելացնում են լցանյութեր (наполнитель): Լցանյութերը լինում են 2 տեսակի: Առաջին տեսակին են պատկանում այն նյութերը, որոնք հղկաքարի պատրաստման ընթացքում լուծվում են կամ ցնդում: Այդպիսի նյութերից են փայտի ալյուրը, թեփը, աղացած ածուխը, պլաստմասսաները, նավթայինը, աղը: Երկրորդ տեսակի լցանյութը ծակոտիները առաջացնում են անմիջապես հղկման ընթացքում, ինչը հանդիսանում է փխրուն փշրամաշման արդյունք: Այդպիսի լցանյութերից են կիրը, մարմարը, քվարցը, գիպսը:

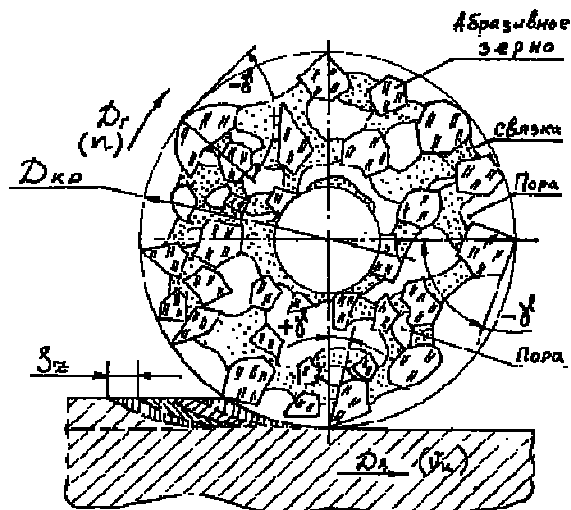
Աբրազիվային գործիքի կարծրության տակ հասկանում ենք պայմանական մեծություն, որը բնութագրում է աբրազիվ գործիքի այն հատկությունը, որը դիմադրում է հատիկների կցորդումների խախտմանը: Ըստ կարծրության աբրազիվային գործիքները լինում են փափուկ ($M1, M2, M3$), միջին փափկության ($CM1, CM2$), միջին ($C1, C2$), միջին կարծր ($CT1, CT2$), կարծր ($T1, T2$) և առավել կարծր ($BT1, BT2$) ու չափազանց կարծր ($ЧТ1, ЧТ2$):

Ինչքան փոքր է աբրազիվ գործիքի կարծրությունը, այնքան թույլ են հատիկների միջև կցորդումը, և դրա հետևանքով առանձին հատիկները արտաքին ուժերի ազդեցության տակ կարող են պոկվել: Կարծրության փոփոխումից փոխվում է հղկաքարի ծակոտկենությունը:

21.3 ՀԴԿԱՆՑՈՒԹՅԱՆ ՀԱՏԻԿԸ ՈՐՊԵՍ ԿՏՐՈՂ ԳՈՐԾԻՔ ԵՎ ՆՐԱ ԵՐԿՐԱԶԱՓՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿԱԶՄՈՂ ՏԱՐՐԵՐԸ

Ի տարբերություն սայրային գործիքի, աբրազիվային հատիկները, որոնք հղկաքարերում կատարում են կտրող ատամների դերը, ունեն անկանոն երկրաչափական ձև: Հատիկների դիրքը հղկաքարի մեջ ևս կանոնավոր չէ: Յուրաքանչյուր հատիկի պատրաստման ընթացքում կարող է գրավել ցանկացած դիրք:

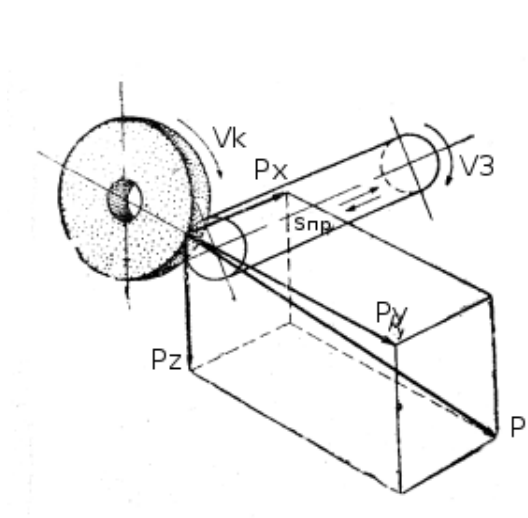
Հետևաբար աբրազիվ հատիկների կտրող սայրերի երկրաչափական անկյունային պարամետրերը ունեն պատահական, հավանա-կային բնույթ, և կարող են տատանվել լայն սահմաններում: Նկ. 54-ում պատկերված են հատիկները տարբեր դիրքերում: Հատիկը ունի դուրս ցցված մասեր, որոնք կարող են կատարել կտրող ատամի դերը: Ընտրենք ցցված մասերից որևէ մեկ կետ: Ինչպես երևում է գծագրից, երկրաչափական պերմետրերը տարբեր են առաջին և երկրորդ դիրքերում:



Հղկաքարի պարագծով հատիկների առջևի և հետին անկյունների բազմաթիվ չափումների հիման վրա կառուցում են α և γ անկյունների բաշխումը պատկերող կորը (նկ.7): Ինչպես երևում է $\gamma = -75^\circ$, իսկ հետին α անկյան համար $\alpha = 12^\circ$: Այսպիսով, հղկման բնորոշ հատկանիշն է հանդիսանում այն, որ կտրումը կատարվում է այն հատիկների կողմից, որոնք ունեն բացասական առջևի անկյուն:

Նկ.54.Հղկաքարի կառուցվածքը:

21.4 Հղկման Ուժերը Եվ Հոսանքային



Հղկման ժամանակ տարբերում են կտրման ուժը հղկաքարի համար և հատիկի քերծման ուժը:

Դիտարկենք գումարային կտրման P ուժը, որը բաժանվում է P_z տանգենցիալ, P_y շառավղային և P_x առանցքային ուժերի: P_z ուժով որոշում են հաստոցի էլեկտրաշարժիչի հզորությունը, P_y – դետալի և հղկաքարի առաձգային սեղմումների կամ դեֆորմացիաների մեծությունը, P_x – դետալին կամ՝ հղկաքարին երկայնական մատուցման համար անհրաժեշտ ուժն է (նկ.55):

P_z ուժը որոշում են էմպիրիկ բանաձևով՝

$$P_z = C_p V_k^{0.7} S_{\text{երկ}}^{0.7} t^{0.5},$$

P_y և P_x հարաբերակցվում են P_z ուժի հետ հետևյալ կերպ՝

$$P_y = (1 \dots 3) P_z, \quad P_x = (0,1 \dots 0,2) P_z:$$

Նկ.55 Կտրման ուժը հղկման ժամանակ P_y ուժը գերազանցում է P_z ուժը այն բանի հետևանքով, որ տեսակարար կտրման ուժերը բավականին մեծ են և գտնվում են 10000 ... 20000 կգ/մմ² սահմաններում: Հղկաքարի պտտման համար անհրաժեշտ հզորությունը՝

$$N_z = \frac{P_z V}{102 \eta_1}:$$

Դետալի պտտման համար անհրաժեշտ հզորությունը՝

$$N_d = \frac{P_z V_d}{60 \cdot 102 \eta_2}:$$

η_1 և η_2 – համապատասխանաբար հղկաքարի և դետալի շարժաբեղերի մեխանիզմի ՕԳԳ-ն է, և հղկաքարի և դետալի արագությունները (մ/վրկ, մ/րոպ):

Հղկման համար անհրաժեշտ հզորությունը կարելի է որոշել էմպիրիկ բանաձևով՝

$$N_{\text{հղկման}} = C_N V_k^{0.5} S_{\text{երկ}}^{0.55} t^{0.5} \text{ (կՎտ):}$$

21.5. ՀՂԿԱՔԱՐԵՐԻ ՊԱՅՄԱՆԱԿԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒՄԵՐ



1	150x20x x32	14A	F36	CT2	5	Б	У	63 м/с	А	2 кл.	ГОСТ 2424-83
Տիպ	Չափերը	Հղկա- նյու- թը	Հատ- իկայ- նութ- յունը	Կարծ- րու- թյունը	Ստր- ուկ- տու- րա	Կա- պակ- ցող նյու- թը	Ամրաց- նող տար- րերի առկա- յութ.	Բանվո- րական արագու- թյունը, մ/վրկ	Ճշտութ- յան դասը	Ան- հա- վա- սա- րա- կշռու- թյան դասը	Նորմատիվ. փաստ. անվանում
1	150x20x x32	14A	F36	P	5	B	F	63 м/с		2 кл.	ГОСТ 2424

☺ Մակնիշավորումը ըստ ստանդարտի նոր խմբագրմանը ГОСТ 2424 սկսած 01.01.2008թ.



RA	60	K	7	V	T-5
Абразив	Размер зерна	Твердость	Структура	Связка	Тип (Р-профиль)

ԲՈՎԱՆՂԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

- ՆԱԽԱԲԱՆ: ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԱՌԱՐԿԱՅԻ ՄԱՍԻՆ.....
1. ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ.....
1. ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ԿՏՐՄԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԴՐՈՒՅԹՆԵՐԸ ԵՎ ՀԱՍԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ..
- 1.1. ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ԿՏՐՄԱՆ ՈՐՈՇ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀԱՍԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ ՄԱՀՄԱՆՈՒՄՆԵՐ.....
- 1.2 ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ԿՏՐՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՆ ԱՊԱՀՈՎՈՂ ԵՎ
ՆԱԽԱՊԱՏՐԱՍՏՈՂՇԱՐԺՈՒՄՆԵՐԸ (ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԵՎ ՕԺԱՆԴԱԿ),
ԴՐԱՆՑ ՏԱՐԱՏԵՍԱԿՆԵՐԸ, ՔԱՆԱԿԸ, ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ.....
- 1.3 ՄՇԱԿՎՈՂ, ՄՇԱԿՎԱԾ, ԿՏՐՄԱՆ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐ.....
- 1.4 ԿՏՐՄԱՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆԸ, ՄԱՏՈՒՑՈՒՄԸ ԵՎ ԽՈՐՈՒԹՅՈՒՆԸ.....
- 1.5 ԱԶԱՏ, ՈՉ ԱԶԱՏ, ՈՒՂՂԱՆԿՅՈՒՆ ԵՎ ԹԵՔԱՆԿՅՈՒՆ ԿՏՐՈՒՄ.....
2. ԿՏՐԻՉԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԱՅԻՆ ՏԱՐՐԵՐԸ ԵՎ
ԵՐԿՐԱԶՍՓՈՒԹՅՈՒՆԸ.....
- 2.1 ԿՏՐԻՉԻ ԲԱՆՎՈՐԱԿԱՆ ՄԱՍԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ.....
- 2.2 ԿՏՐԻՉԻ ԲԱՆՎՈՐԱԿԱՆ ՄԱՍԻ ՍՐՄԱՆ ԱՆԿՅՈՒՆՆԵՐԸ.....
- 2.3. ԿՏՐԻՉԻ ԲԱՆՎՈՐԱԿԱՆ (ԻՐԱԿԱՆ) ԱՆԿՅՈՒՆՆԵՐԻ ԿԱՊԸ ՆՐԱ ՈՉ ՃԻՇՏ
ՏԵՂԱԿԱՅՄԱՆ ԵՎ ԿԻՆԵՄԱՏԻԿԱՅԻ ՀԵՏ.....
3. ԳՈՐԾԻՔԱՆՅՈՒԹԵՐ, ՆՐԱՆՑ ՆԵՐԿԱՅԱՑՎՈՂ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՊԱՀԱՆՋՆԵՐԸ.....
- 3.1.ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ.....
- 3.2.ԱԾԽԱԾՆԱՅԻՆ ԵՎ ՑԱԾՐԼԵԳԻՐԱՅՎԱԾ ԳՈՐԾԻՔԱՅԻՆ ՊՈՂՊԱՏՆԵՐ.....
- 3.3.ԱՐԱԳԱՀԱՏ ՊՈՂՊԱՏՆԵՐ.....
- 3.4.ԿԱՐԾՐ ՀԱՄԱՁՈՒԼ ՎԱԾՔՆԵՐ.....
- 3.5.ՈՉ ՄԵՏԱՂԱԿԱՆ ԳՈՐԾԻՔԱՆՅՈՒԹԵՐ.....
- 3.6.ՊԱՇՏՊԱՆԻՉ ԾԱԾԿԱՊԱՏՈՒՄՆԵՐ.....
4. ԿՏՐՄԱՆ ՏԱՐՐԵՐԻ ԵՎ ՀԱՆՎՈՂ ՇԵՐՏԻ ՉԱՓԵՐԸ
ՇՐՋԱՏԱՇՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ.....
- 4.1.ՀԱՆՎՈՂ ՇԵՐՏԻ ՀԱՍՏՈՒԹՅՈՒՆԸ, ԼԱՅՆՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ
ԿՏՐՎԱԾՔԻ ՄԱԿԵՐԵՍԸ.....
- 4.2.ՀԱՆՎՈՂ ՇԵՐՏԻ ԿՏՐՎԱԾՔԻ ՋԵՎԵՐԸ՝ ՈՒՂԻՂ
ՀԱՎԱՍՏԱՐԱԿՈՂՄ ԵՎ ՀԱԿԱԴԱՐՁ.....
5. ՏԱՇԵՂԱԳՈՑԱՑՈՒՄԸ ԿՏՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ.....
- 5.1 ՏԱՇԵՂԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ և ՆՐԱՆՑ ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ
ՏԱՐՐԱՅԻՆ, ԱՍՏԻՃԱՆԱՎՈՐ, ՀՈՇ ԵՎ ՄԱԿԱԲԵՐՎԱԾ ՏԱՇԵՂՆԵՐ.....
- 5.2 ՀՈՇ ՏԱՇԵՂԻ ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ՊՐՈՑԵՍԸ ԱՌԱՋՆԱՅԻՆ ԵՎ
ԵՐԿՐՈՐԴԱՅԻՆ ԴԵՖՈՐՄԱՑԻԱՅԻ ՏԻՐՈՒՅԹՆԵՐԸ, ՄԱՀՔԻ
ՏԻՐՈՒՅԹ ԵՎ ՄԱՀՔԻ ԱՆԿՅՈՒՆ.....
- 5.2.1 ՀՈՇ ՏԱՇԵՂԻ ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ, ԲԱՑԱՐՁԱԿ ԵՎ
ՀԱՐԱԲԵՐԱԿԱՆ ՄԱՀՔ, ԼԱՐՈՒՄՆԵՐԻ ԷՊՅՈՒՐԱՆ, ՏԵԿԱՏՈՒՐԱՅԻՆ
ԱՆԿՅՈՒՆԸ: ՏԻՄԵԻ ԲԱՆԱՁԵՎԸ: ԴԵՖՈՐՄԱՑԻԱՅԻ (ՄԱՀՔԻ)
ԵՎ ՏԱՇԵՂԻ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆԸ.....
- 5.2.2 ՏԱՇԵՂԻ ՋԵՎԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆԸ ՀԱՆՎՈՂ ՇԵՐՏԻ ՀԱՄԵՄԱՏՈՒԹՅԱՄԲ:
ՏԱՇԵՂԻ ԿԾԿՄԱՆ, ՀԱՍՏԱՑՄԱՆ ԵՎ ԼԱՅՆԱՑՄԱՆ ԳՈՐԾԱԿԻՑՆԵՐԸ:
ՏԱՇԵՂԻ ԿԾՄԱՆ ԳՈՐԾԱԿՑԻ ՈՐՈՇՄԱՆ ՓՈՐՁԱԿԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ:
ՆՐԱՆՑ ԿԱՊԱԿՅՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿՏՐՄԱՆ ՏԱՐՐԵՐԻՑ ԵՎ ԿՏՐԻՉԻ
ԵՐԿՐԱԶՍՓՈՒԹՅՈՒՆԻՑ.....
6. ՏԱՐՐԱՅԻՆ ՏԱՇԵՂԻ ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ՊՐՈՑԵՍԸ.....
7. ՄԱԿԱՃԱԳՈՑԱՑՈՒՄ.....

7.1. ՄԱԿԱՃԻ ԲՆՈՒՅԹԸ ԵՎ ՆՐԱ ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ.....	
7.2. ՄԱԿԱՃԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՄՇԱԿՎԱԾ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹԻ ՈՐԱԿԻ ԵՎ ԿՏՐՄԱՆ ՊՐՈՑԵՍԻ ՎՐԱ:.....	
7.3 ԿՏՐՄԱՆ ՏԱՐՐԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՄԱԿԱՃԻ ՄԵԾՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ.....	
8. ԿՈՆՏԱԿՏԱՅԻՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐ ԿՏՐԻՉԻ ԱՌՋԵՎԻ ՆԻՍՏԻ ՎՐԱ.....	
8.1 ՇՓՄԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԿՏՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ.....	
8.2 ՆՈՐՄԱԼ ԵՎ ՇՓՄԱՆ ՈՒԺԵՐԸ ԿՏՐԻՉԻ ԱՌՋԵՎԻ ՆԻՍՏԻ ՎՐԱ: ՇՓՄԱՆ ՄԻՋԻՆ ԳՈՐԾԱԿԻՑԸ, ՇՓՄԱՆ ԱՆԿՅՈՒՆԸ.....	
9. ԿՏՐՄԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔԸ ԵՎ ՆՐԱ ԲԱՂԱԴՐԻՉՆԵՐԸ.....	
9.1.ԿՏՐՄԱՆ ՈՒԺԸ, ՈՒԺԻ ՏՐՈՀՈՒՄԸ ԲԱՂԱԴՐԻՉՆԵՐԻ, ՉԱՓՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ ԵՎ ՄԻՋՈՑՆԵՐԸ:ԿՏՐՄԱՆ ՌԵԺԻՄՆԵՐԻ ԵՎ ՈՒԺԵՐԻ ՄԻՋԵՎ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՓՈԽԿԱՊՎԱԾՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ.....	
9.2. ՏԱՇԵՂԱԳՈՅԱՑՄԱՆ ԵՎ ՏԵՍԱԿԱՐԱՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ: ՀԱՆՎՈՂ ՇԵՐՏԻ ԴԵՖՈՐՄԱՅԻԱՅԻ, ԿՏՐԻՉԻ ԱՌՋԵՎԻ ԵՎ ՀԵՏԻՆ ՆԻՍՏԵՐԻ ՎՐԱ ՇՓՄԱՆ ՈՒԺԵՐԻ ԿԱՏԱՐԱԾ ԱՇԽԱՏԱՆՔ.....	
9.3.ԿՏՐՄԱՆ ՈՒԺԻ ԲԱՂԱԴՐԻՉՆԵՐԸ:.....	
10. ՋԵՐՄԱՅԻՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐ ԿՏՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ.....	
10.1. ՋԵՐՄԱՅԻՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ: ԿԱԼՈՄԵՏՐԱԿԱՆ, ԱՐՀԵՍՏԱԿԱՆ ԵՎ ԲՆԱԿԱՆ ՋԵՐՄԱՋՈՒՅԳԵՐ, ՆՐԱՆՑ ԱՍՏԻՃԱՆԱՎՈՐՈՒՄԸ.....	
10.2. ՋԵՐՄՈՒԹՅԱՆ ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԸ և ՆՐԱ ԲԱՇԽՈՒՄԸ ԴԵՏԱԼԻ ԳՈՐԾԻՔԻ ԵՎ ՏԱՇԵՂԻ ՄԻՋԵՎ: ՋԵՐՄԱՅԻՆ ԲԱԼԱՆՍԻ ՀԱՎԱՍԱՐՈՒՄԸ:	
11. ԿՏՐՈՂ ԳՈՐԾԻՔՆԵՐԻ ՄԱՇՈՒՄԸ.....	
11.1. ՄԱՇՄԱՆ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԲՆՈՒՅԹԸ.....	
11.2. ՄԱՇՄԱՆ ՕՋԱԽՆԵՐԸ.....	
11.3. ՄԱՇՄԱՆ ՉԱՓԱՆԻՇՆԵՐԸ.....	
11.4. ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆ-ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆ ԿԱՊԸ.....	
11.5. ԿՏՐՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ.....	
11.6. ՊՈՂՊԱՏՆԵՐԻ ՄՇԱԿԵԼԻՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿՏՐՄԱՄԲ.....	
12. ՔՍՈՒԿԱՀՈՎԱՑՆՈՂ ՀԵՂՈՒԿՆԵՐԻ ԴԵՐԸ ԿՏՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ.....	
12.1 ՔՍՈՒԿԱՀՈՎԱՑՆՈՂ ՀԵՂՈՒԿՆԵՐԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿՏՐՄԱՆ ՊՐՈՑԵՍԻ ՎՐԱ.....	
12.2 ՔՍՈՒԿԱՀՈՎԱՑՆՈՂ ՀԵՂՈՒԿՆԵՐԻ ՄԱՏՈՒՑՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ.....	
12.3. ՔՍՈՒԿԱՀՈՎԱՑՆՈՂ ՀԵՂՈՒԿՆԵՐԻ ԸՆՏՐՈՒԹՅԱՆ ՄԿՋԲՈՒՆՔՆԵՐԸ.....	
13.ԽԱՌԱՏԱՅԻՆ ՄՇԱԿՄԱՆ ՏԱՐԱԾՎԱԾ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ ԵՎ ԿՏՐԻՉՆԵՐԻ ՏԱՐԱՏԵՍԱԿՆԵՐԸ	
14.ԿՏՐՄԱՆ ՌԵԺԻՄՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿԸ ԽԱՌԱՏԱՅԻՆ ՄԻԱԳՈՐԾԻՔ ՄՇԱԿՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ: 14.1.ՆԱԽՆԱԿԱՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐԸ	
14.2. ԿՏՐՄԱՆ ՌԵԺԻՄՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿԻ ՀԱՋՈՐԴԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ.....	
15.ԽԱՌԱՏԱՅԻՆ ՄՇԱԿՄԱՆ ԿՏՐՄԱՆ ՌԵԺԻՄՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿՆԵՐԻ ՕՐԻՆԱԿՆԵՐ.....	
16. ԳԱՅԼԻԿՈՆՈՒՄ.....	
16.1 ԳԱՅԼԻԿՈՆԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ ԵՎ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ.....	
16.2. ՊԱՐՈՒՐԱԿԱՅԻՆ ԳԱՅԼԻԿՈՆԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ ԵՎ ԵՐԿՐԱԶԱՓԱԿԱՆ ՏԱՐՐԵՐԸ.....	
16.2. ՊԱՐՈՒՐԱԿԱՅԻՆ ԳԱՅԼԻԿՈՆԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ ԵՎ ԵՐԿՐԱԶԱՓԱԿԱՆ ՏԱՐՐԵՐԸ.....	
16.3 ԿՏՐՄԱՆ ՏԱՐՐԵՐԸ ԵՎ ՈՒԺԵՐԸ ԳԱՅԼԻԿՈՆՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ.....	

16.4. ԳԱՅԼԻԿՈՆՆԵՐԻ ՄԱՇՈՒՄԸ, ՄԱՇՄԱՆ ՉԱՓԱՆԻՇԸ, ԳԱՅԼԻԿՈՆՆԵՐԻ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆԸ.....	
16.5. ԳԱՅԼԻԿՈՆՄԱՆ ԿՏՐՄԱՆ ՌԵԺԻՄՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿՆԵՐԻ ՄԿԶԲՈՒՆՔՆԵՐԸ ԵՎ ՀԱՇՎԱՐԿԻ ՕՐԻՆԱԿՆԵՐԸ.....	
17. ԱՆՑՔԱԼԱՅՆՈՒՄ.....	
17.1. ԱՆՑՔԱԼԱՅՆՄԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ԳՈՐԾԻՔԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ.....	
17.2 ԱՆՑՔԱԼԱՅՆԻՉՆԵՐԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ, ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԱՅԻՆ ԵՎ ԵՐԿՐԱՉԱՓԱԿԱՆ ՏԱՐԲԵՐԸ.....	
17.3 ԱՆՑՔԱԼԱՅՆՄԱՆ ՏԱՐԲԵՐԸ, ԿՏՐՄԱՆ ՈՒԺԵՐԸ ԱՆՑՔԱԼԱՅՆՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ.....	
17.4 ԱՆՑՔԱԼԱՅՆԻՉԻ ՄԱՇՈՒՄԸ ԵՎ ՆՐԱ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆԸ.....	
18. ԱՆՑՔԱԿՈՎՈՒՄ.....	
18.1 ԱՆՑԱԿՈՎՄԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ՈՐՊԵՍ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՕՊԵՐԱՑԻԱ.....	
18.2 ԱՆՑՔԱԿՈՎԻՉՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ ԵՎ ԵՐԿՐԱՉԱՓՈՒԹՅՈՒՆԸ.....	
18.3 ԱՆՑՔԱԿՈՎՄԱՆ ՏԱՐԲԵՐԸ ԵՎ ԿՏՐՄԱՆ ՈՒԺԵՐԸ ԱՆՑՔԱԿՈՎՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ.....	
18.4 ԱՆՑՔԱԿՈՎԻՉԻ ՄԱՇՈՒՄԸ ԵՎ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆԸ.....	
19. ՖՐԵԶԵՐՈՒՄ.....	
19.1 ՖՐԵԶԵՐՄԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ՈՐՊԵՍ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՕՊԵՐԱՑԻԱ.....	
19.2 ՖՐԵԶԵՐՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ.....	
19.3 ՖՐԵԶԵՐՄԱՆ ՄԿԶԲՈՒՆՔԱՅԻՆ ԿԻՆԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՍԽԵՄԱՆ.....	
19.4 ԿՏՐՄԱՆ ՏԱՐԲԵՐԸ ՖՐԵԶԵՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ: ԿՏՐՄԱՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆԸ, ՄԱՏՈՒՑՈՒՄԸ, ԽՈՐՈՒԹՅՈՒՆԸ, ԿՈՆՏԱԿՏԻ ԱՆԿՅՈՒՆԸ, ՏԱՐԲԵՐ ՍԽԵՄԱՆԵՐՈՎ ՄՇԱԿՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ: ՀԱՆՎՈՂ ՇԵՐՏԻ ՉԱՓԵՐԸ ՏԱՐԲԵՐ ՖՐԵԶԵՐՈՎ ՄՇԱԿՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ.....	
19.5. ՖՐԵԶԻ ԱՏԱՄՆԵՐԻ ԵՐԿՐԱՉԱՓԱԿԱՆ ՏԱՐԲԵՐԸ.....	
19.6 ՀԱԿԱԴԱՐՁ ԵՎ ՀԱՆԴԻՊԱԿԱՑ ՖՐԵԶԵՐՈՒՄ: ԿՏՐՄԱՆ ՈՒԺԵՐԸ ՖՐԵԶԵՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ.....	
19.7 ՖՐԵԶՆԵՐԻ ՄԱՇՈՒՄԸ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆԸ.....	
19.8.ՖՐԵԶԵՐՄԱՆ ՌԵԺԻՄՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿԻ ՕՐԻՆԱԿ.....	
20. ՁԳՈՒՄ.....	
20.1 ՁԳԻՉՆԵՐԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ ԵՎ ՄԿԶԲՈՒՆՔԱՅԻՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ.....	
20.2 ՁԳՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՍԽԵՄԱՆԵՐԸ` ՊՐՈՖԻԼԱՅԻՆ, ԳԵՆԵՐԱՏՈՐԱՅԻՆ ՊՐՈԳՐԵՍԻՎ.....	
20.3 ԿՏՐՄԱՆ ՏԱՐԲԵՐԸ ՁԳՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ.....	
20.4 ՁԳԻՉՆԵՐԻ ԲԱՆՎՈՐԱԿԱՆ ՄԱՍԻ ԵՐԿՐԱՉԱՓՈՒԹՅՈՒՆԸ.....	
20.5 ԿՏՐՄԱՆ ՈՒԺԵՐԸ ՁԳՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ.....	
20.6 ՁԳԻՉՆԵՐԻ ՄԱՇՈՒՄԸ ԵՎ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆԸ.....	
21. ՀՂԿՈՒՄ.....	
21.1 ՀՂԿՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ.....	
21.2 ՀՂԿԱՔԱՐԵՐԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ, ՆՐԱՆՑ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ: ԱԲՐԱՋԻՎԱՅԻՆ ԵՎ ԿԱՊԱԿՅՈՂ ՆՅՈՒԹԵՐԸ: ՀՂԿԱՔԱՐԵՐԻ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ.....	
21.3 ՀՂԿԱՆՅՈՒԹԻ ՀԱՏԻԿԸ ՈՐՊԵՍ ԿՏՐՈՂ ԳՈՐԾԻՔ ԵՎ ՆՐԱ ԵՐԿՐԱՉԱՓՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿԱԶՄՈՂ ՏԱՐԲԵՐԸ.....	
21.4 ՀՂԿՄԱՆ ՈՒԺԵՐԸ ԵՎ ՀԶՈՐՈՒԹՅՈՒՆԸ.....	
21.5.ՀՂԿԱՔԱՐԵՐԻ ՊԱՅՄԱՆԱԿԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒՄՆԵՐ.....	
ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ.....	