

5. ՖՐԵՉՆԵՐ

	էջ
ՖՐԵՉՆԵՐ	1
5.1 Մրատան ֆրեզներ.....	2
5.2 Կարծր համաձուլվածքի սրատան ֆրեզներ	10
5.3 Ծոծրակված առամներով ֆրեզներ.....	13
5.3.1 Ֆրեզի կառուցվածքային տարրերը.....	20
5.3.2 Կրկնակի ծոծրակում	21

ՖՐԵՉՆԵՐ

Ֆրեզերումը մշակման ամենատարածված եղանակներից մեկն է: Մեքենաշինության մեջ օգտագործվող մետաղամշակման սարքավորումների ընդհանուր ծավալի մոտ 20%-ը կազմում են ֆրեզերային հաստոցները, իսկ մեքենաշինության առանձին բնագավառներում դրանց կիրառությունը հասնում է մինչև 60%-ի:

Գործիքներից և ոչ մեկը չունի ձևի և նշանակության այնպիսի տարատեսակներ, ինչպես ֆրեզները: Ֆրեզի ամենամեծ առավելությունն այն է, որ հնարավոր է մշակել ձևավոր մակերևույթներ, որի համար չեն պահանջվում հատուկ, բարդ հարմարանքներ և ոչ էլ բարձր որակավորում ունեցող աշխատողներ: Ֆրեզերումը իր տեխնոլոգիական գործոններով, արտադրողականությանը, շահավետությանը, արժեքով և այլ ցուցանիշներով ավելի շահավետ է, քան ռանդումը, շրջատաշումը և մշակման մյուս ձևերը: Արտադրողականության տեսակետից ֆրեզերումը զիջում է միայն արտաքին ձգմանը:

Ֆրեզերումից հետո ապահովվում է նախապատրաստվածքի չափի ճշտությունը՝ 7...9 կվալիտետի սահմանում, իսկ մակերևույթի մաքրությունը՝ մինչև $R_a = 1,25$ մկմ:

Ֆրեզների դասակարգման ցուցանիշներն են.

1) Ըստ ֆրեզի առանցքի նկատմամբ առամների դասավորության՝

- ա) գլանական՝ առամների դասավորությունը գլանական մակերևույթի վրա,
- բ) ճակատային՝ առամների դասավորությունը ֆրեզի առանցքին ուղղահայաց հարթության վրա,

գ) անկյունային կամ կոնական՝ ատամների դասավորությունը կոնական մակերևույթի վրա,

դ) ձևավոր՝ ատամների դասավորությունը ձևավոր մակերևույթի վրա (ուռուցիկ կամ գոգավոր պրոֆիլով):

2) Ըստ ատամի ուղղության՝

ա) ուղիղ ատամներով, երբ ատամի կտրող եզրն ուղղագիծ է և ուղղահայաց է կտրման գլխավոր շարժմանը,

բ) թեք ատամներով, երբ ատամի կտրող եզրը ուղղագիծ է և թեքված է կտրման գլխավոր շարժման նկատմամբ,

գ) պտուտակային ատամներով, երբ ատամի կտրող եզրը պտուտակային է:

3) Ըստ ֆրեզի կառուցվածքի՝

ա) ամբողջական, երբ ֆրեզն ամբողջապես գործիքանյութից է,

բ) կազմածո, երբ գործիքանյութից պատրաստված ատամները ֆրեզի իրանի վրա ամրացված են մակագողման կամ սոսնձման միջոցով,

գ) հավաքովի՝ կարծր համաձուլվածքից պատրաստված թիթեղիկներով ֆրեզներ,

դ) հավաքածու, որը կազմված է մի քանի ստանդարտ կամ հատուկ ֆրեզներից և նախատեսված է մի քանի մակերևույթների՝ միաժամանակյա մշակման համար:

4) Ըստ ատամի կառուցվածքի՝

ա) սրատամ ֆրեզներ,

բ) ծոծրակված ատամներով ֆրեզներ:

5) Ըստ հաստոցի վրա ամրացման՝

ա) հագցնովի՝ կենտրոնական անցքով հարմարանքի վրա ամրացնելու համար,

բ) պոչավոր՝ կոնական կամ գլանական պոչամասով:

5.1 Սրատամ ֆրեզներ

Չմայած բազմազանությունը՝ թվարկված ֆրեզների տեսակները կառուցվածքային առումով շատ նմանություններ ունեն, որոնցից են. ա) ֆրեզի տրամագիծը, բ) նստեցվածքային չափերը (անցքի տրամագիծ, երիթային ակոս), գ) ատամների թիվը, դ) ատամի և ակոսի անկյունները, ե) ատամի ձևը, զ) ֆրեզի ատամի կտրող մասի անկյունները:

Ֆրեզի տրամագիծն ազդում է ինչպես ֆրեզերման գործընթացի, այնպես էլ կառուցվածքային տարրերի ընտրության վրա: Ֆրեզի տրամագիծը մեծացնելով՝ փոքրանում է կտրման հաստությունը (ավելանում է ատամների թիվը), և յուրաքանչյուր ատամի վրա ընկնող ծանրաբեռնվածությունը, լավանում է ջերմահեռացումը՝ ի հաշիվ գործիքի և նախապատրաստվածքի հպման մակերեսի մեծացման: Այս ամենը դրականորեն է ազդում մշակվող մակերևույթի որակի և գործիքի կայունության վրա:

Ֆրեզի տրամագիծը որոշելիս՝ անհրաժեշտ է հաշվի առնել, որ մեծ տրամագիծը հնարավորություն է տալիս օգտագործել մեծ տրամագծով կալակ, որի վրա ամրացվում է ֆրեզը: Այս դեպքում հարմարանքը լինում է ավելի կոշտ և ամուր, որը թույլ է տալիս ֆրեզին աշխատելու մեծ ծանրաբեռնվածությամբ: Սակայն, մեծացնելով տրամագիծը, մեծանում է նաև գործիքանյութի ծախսը և ֆրեզի արժեքը:

Գործնականում օգտագործվում է տրամագծերի միջև հետևյալ կախվածությունը.

$$D_1 = (1,6 \dots 2,5) D_w, \quad (5.1)$$

որտեղ՝ D_1 -ը ֆրեզի ատամների հիմքում շրջանագծի տրամագիծն է,

D_w -ն՝ անցքի տրամագիծը:

D_1 -ի անբավարար արժեքի դեպքում ֆրեզի իրանը կարող է ճաք ստանալ, հիմնականում՝ երիթային ակոսի տեղամասում:

Ֆրեզների տեսականու կրճատման նպատակով նրա արտաքին տրամագիծը d_a ստանդարտեցված է: Ֆրեզների տրամագծերի համար գործում է հետևյալ երկրաչափական շարքը.

$$d_{a2} = d_{a1} \varphi, \quad d_{a3} = d_{a1} \varphi^2, \quad d_{a4} = d_{a1} \varphi^3, \quad d_{az} = d_{a(z-1)} \varphi = d_{a1} \varphi^{z-1},$$

որտեղ z -ը տրամագծի հերթական համարն է:

Տրամագծային չափերի շարքը երկրաչափական պրոգրեսիա է՝ φ հայտարարով, որը վերցվում է 1,26; 1,41 և 1,58, այսինքն՝ ֆրեզերման հաստոցների պտուտաթվերի շարքի հայտարարին հավասար: Արտաքին տրամագծի չափային շարքի նման ընտրությունն անփոփոխ է պահում կտրման արագությունները, երբ օգտագործվում է ցանկացած տրամագծի ֆրեզ: Որպես տրամագծային շարքի հիմնական հայտարար՝ նպատակահարմար է ընդունել $\varphi=1,26$, քանի որ գործում է հետևյալ կապը՝ $1,58 = 1,26^2$ և $1,26^3 = 1,41^2 \approx 2$:

Պրոգրեսիայի $\varphi = 1,26$ հայտարար ունեցող ֆրեզների տրամագծերի շարքը հետևյալն է՝ 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125,

160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800, 1000 մմ: Երբ հայտարարը՝ $\varphi = 1,58$, ապա վերցվում է՝ 4, 6, 10, 16 և այդպես՝ մինչև 1000 մմ:

Նստեցվող չափերից են ֆրեզի անցքի տրամագիծը, երիթային ակոսը: Մանր ատամներով ֆրեզների համար անցքի տրամագիծը վերցվում է ավելի փոքր, քան խոշոր ատամներով ֆրեզներինը: Անցքի տրամագիծն ընտրվում է՝ կախված ֆրեզի արտաքին տրամագծից, սակայն ոչ ավել 60 մմ-ից և կտրացվում մինչև ստանդարտ շարքի մոտակա արժեքը՝ 16, 22, 27, 32, 40, 50, 60 մմ: Երիթային ակոսների չափերն ընտրվում են՝ կախված անցքի տրամագծից:

Ֆրեզի ատամների քանակի ընտրությունն ազդում է կտրման գործընթացի վրա: Ատամների թիվը մեծացնելով՝ մեծանում է ֆրեզերման վրա ծախսվող աշխատանքը և անջատված ջերմության քանակը, ընդ որում՝ աշխատանքի զգալի մասը ծախսվում է տաշեղամանրման վրա, որը հանգեցնում է կայունության, հետևաբար նաև՝ կտրման արագության նվազեցման: Բազմատամ ֆրեզների վրա դժվար է ապահովել տաշեղի տեղավորման համար տաշեղային ակոսի բավարար ծավալ, ինչպես նաև նվազում է ատամի սրումների թիվը: Այս ֆրեզները հիմնականում օգտագործվում են մաքրատաշ մշակումների համար:

Ատամների թիվը կախված է ֆրեզի տրամագծից, խոռոչի և ատամի չափերից, ատամի ձևից, մշակման բնույթից: Ֆրեզի ատամների թիվը ստանդարտեցված է և կախված է նրա տրամագծից: Ատամների թիվը ընտրվում է գույգ, որպեսզի ճիշտ և հեշտությամբ կատարվի ֆրեզի տրամագծի չափումը:

Ատամների քանակը հաշվելու ժամանակ անհրաժեշտ է ապահովել սահուն ֆրեզերման պայմանը: Ուղղատամ ֆրեզների մոտ այն ապահովվում է՝ ելնելով այն պայմանից, որ աշխատանքի ընթացքում կտրմանը մասնակցում է առնվազն երկու ատամ, այսինքն՝

$$z = \frac{360^\circ \xi}{\psi}, \quad (5.2)$$

որտեղ $\xi \geq 2$, սահունության գործակիցն է և որոշվում է.

$$\xi = \frac{\psi}{\varepsilon}, \quad (5.3)$$

որտեղ՝ ψ -ն հպման անկյունն է, որը որոշվում է ֆրեզի տրամագծով և կտրման խորությամբ,

ε-ը՝ ատամների շրջանային քայլը, այսինքն՝

$$\varepsilon = \frac{360^{\circ}}{z} : \quad (5.4)$$

Ուղղատամ ֆրեզների հպման ψ անկյունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով (5.5).

$$\cos \psi = 1 - \frac{2t}{d_a} : \quad (5.5)$$

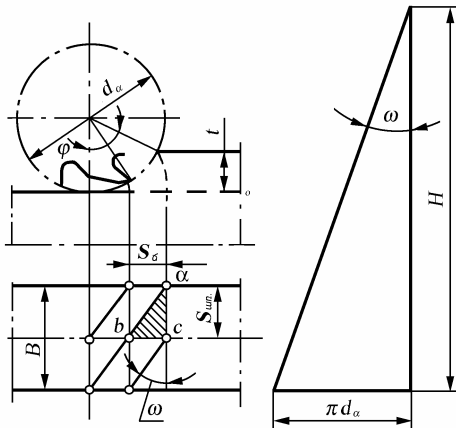
Հարկ է նշել, որ փոքր կտրման խորությունների դեպքում ոչ միշտ է հնարավոր ապահովել սահուն ֆրեզերում, հասկապես՝ փոքրատամ ֆրեզներով աշխատելիս: Սահուն ֆրեզերումն ապահովվում է, հիմնականում, պտուտակային ատամներով ֆրեզերման ժամանակ: Այս դեպքում պետք է ապահովել հետևյալ պայմանը. ֆրեզերման լայնությունը պետք է բազմապատիկ լինի ֆրեզի առանցքային քայլին (5.6), այսինքն՝

$$B = \xi S_{umz}, \quad (5.6)$$

որտեղ՝ ξ -ն ամբողջական թիվ է (սովորաբար $\xi=2\dots 3$),

S_{umz} -ն՝ ֆրեզի առանցքային քայլը:

Δabc -ից որոշվում է՝ $S_{umz} = S_{\omega} \text{ctg} \omega$, որտեղ՝ S_{ω} -ը ճակատային (շրջանային) քայլն է (նկ. 5.1): Սակայն, քանի որ $S_{\omega} = \pi d_a / z$, հետևաբար կստանանք՝ $S_{umz} = [\pi d_a / z] \text{ctg} \omega$:



Նկ. 5.1. Սահուն ֆրեզերման պայմանի հաշվարկման սխեման

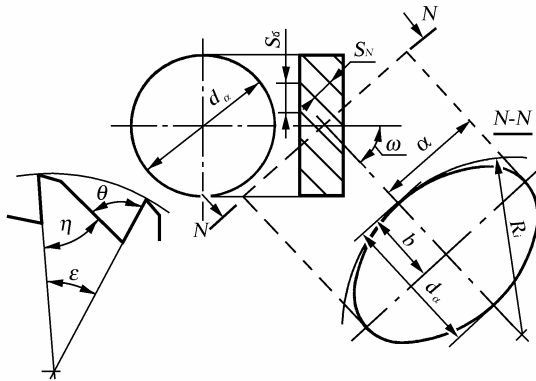
Ֆրեզի պտուտակային ակոսի քայլը կլինի.

$$H = \pi d_a \operatorname{ctg} \omega \quad (5.7)$$

Ստացվում է՝ $S_{տն} = H/z$ և $B = \xi H/z$: Սահուն ֆրեզերման վերջնական պայմանը կլինի $Bz/H = \xi$, կամ՝

$$\xi = \frac{Bz}{\pi d_a \operatorname{ctg} \omega} \quad (5.8)$$

Ատամի և ակոսի անկյունները, որոնք ապահովում են ատամի ամրությունը և տաշելի տեղավորումը, բնութագրվում են η և θ անկյուններով (նկ. 5.2):



Նկ. 5.2. Ատամի և ակոսի անկյունները

Մրատամ ֆրեզների համար η անկյունը վերցվում է $47...52^\circ$ սահմանում և, միայն բացառիկ դեպքերում $\eta = 30...40^\circ$: θ անկյան ընտրությունը կախված է ֆրեզի տրամագծից, ատամների թվից, ձևից և չափերից: Նրանց միջև կապը հետևյալն է՝ $\eta = \theta - \varepsilon$, որտեղ՝ $\varepsilon = 360^\circ/z$:

Հեշտ է նկատել, որ այս կապը գործում է մաս այն դեպքում, երբ ֆրեզի ատամն ունի առջևի անկյուն: Ֆրեզների տարատեսակների կրճատման նպատակով հաստատված է θ անկյան չափերի շարք՝ $45...100^\circ$ սահմանում՝ 5° քայլով: Պարուրակային ատամներով ֆրեզների վրա η անկյունը վերցվում է նորմալ հարթությունում:

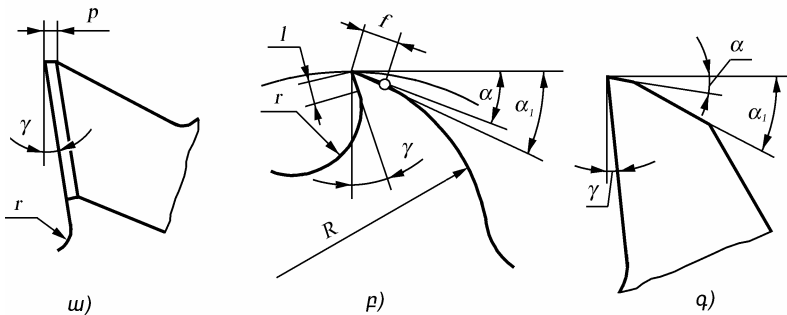
Այդ դեպքում $\eta = \theta - \varepsilon_i$, որտեղ ε_i -ն ատամների բերված քանակի դեպքում դրանց քայլին համապատասխանող անկյունն է, այսինքն՝ $\varepsilon_i = 360^\circ/z_i$: Ատամների բերված քանակը՝ z_i -ն, այն ատամնաքանակն է, որն ունի R_i շա-

ռավորվում ֆրեզը, իսկ R_i -ն էլիպսի կորության շառավիղն է փոքր տրամագծի ուղղությամբ:

Հայտնի է, որ $R_i = a^2/b = r_a / \cos^2 \omega$: Քանի որ $z_i = 2\pi R_i / S_N$, որտեղ $S_N = S_{\text{նսկ}} \cos \omega = (2\pi r_a / z) \cos \omega$ ՝ նորմալ կտրվածքում ատամների քայլն է: z_i -ն՝

$$z_i = \frac{z}{\cos^3 \omega} \quad (5.9)$$

Ատամի ձևի և չափերի վրա մեծ ազդեցություն ունի ատամների քանակի ընտրությունը: Փոսիկի ծավալը և պրոֆիլը, լծորդման սահունությունը և այլն պետք է ընտրվեն այնպիսին, որ կտրման գործընթացում առաջացած տաշեղը չհավաքվի և չսեղմվի տաշեղային ակոսի մեջ, այլ հեշտությամբ դուրս գա փոսիկից (ինքնուրույն կերպով կամ հովացնող հեղուկի ազդեցությամբ): Դրան նպաստում է ոչ միայն տաշեղային ակոսի ճիշտ ձևը, այլ նաև մաքրությունը, որի համար ակոսները փայլեցվում են: Գործիքի նախագծման ժամանակ մեծ ուշադրություն պետք է դարձնել այն տարրերի վրա, որոնք ազդում են տաշեղային ակոսի չափերի վրա: Դրանցից են՝ ատամի բարձրությունը և միջատամային գոգավորության շառավիղը, ինչպես նաև ատամի թիկունքի չափերը: Դրա համար փոսիկի և ատամի ձևը պետք է ապահովեն՝ ա) ատամի ամրությունը, բ) տաշեղի տեղավորման համար ամենամեծ տարածությունը, գ) լավ տաշեղագոյացումը, դ) սրումների քանակի ավելացումը, ե) ջերմամշակման ժամանակ ճաքերի



Նկ. 5.3. Սրատամ ատամների ձևը

բացակայությունը:

Սրատամ ատամների համար լայնորեն տարածված է առաջին ձևը՝ սեղանաձև տեսքով (նկ. 5.3ա), որը հիմնականում օգտագործվում է մաքրա-

տաշ մշակման ֆրեզների համար: Այդ տիպի ֆրեզների սրումը կատարվում է հետին մակերևույթներով, որի հետևանքով փոքրանում է ատամի բարձրությունը, մեծանում p լայնությունը: Սրումների թիվն ավելացնելու նպատակով կարելի է մեծացնել ատամի բարձրությունը, սակայն այս դեպքում նվազում է ատամի ամրությունը: Ատամի բարձրությունը վերցվում է շրջանային քայլի (0,5...0,65) սահմանում: Ջերմամշակման ժամանակ միկրոճաքերից խուսափելու նպատակով ատամի հիմքը կլորացվում է $r = 0,5...2,0$ մմ շառավղով:

Խոշոր ատամներով ֆրեզների համար կիրառվում են երկրորդ կամ երրորդ ձևերը (նկ. 5.3բ, գ): Ատամի բարձրությունը վերցվում է շրջանային քայլի (0,3...0,45) սահմանում:

Տաշեղի լավագույն տեղավորման և հեռացման համար անհրաժեշտ է կլորացման r շառավղի վերցնել ամենամեծ թույլատրելի չափով:

Սակայն նրա ընտրությունը սահմանափակվում է ատամի բարձրությամբ և առջևի նիստի l երկարությամբ: Վերջինս բնութագրում է ատամի սրումների հնարավոր քանակը և ապահովում հաստատուն առջևի γ անկյուն (առանց առջևի մակերևույթի լրացուցիչ սրման):

Ատամի թիկունքի մասը՝ $R=(0,3...0,45)D_{\phi}$ շառավղով շրջանային աղեղ է (R -ը կախված է ֆրեզի ատամների թվից): Այն ընտրվում է, ելնելով հետևյալ հանգամանքից. f լայնությամբ հետին նիստի հետ շրջանային աղեղի լծորդման դեպքում α_1 անկյունը պետք է $10...15^\circ$ -ով մեծ լինի հետին α անկյունից (նկ. 5.3բ): Երրորդ ատամի ձևն ստացվում է կրկնակի ֆրեզերման միջոցով (նկ. 5.3գ): Ատամի թիկունքի մասը ֆրեզերվում է $\alpha_1=20...30^\circ$ և α անկյունների տակ: Պատրաստման հեշտության պատճառով այդպիսի ատամները լայն տարածում են գտել:

Ֆրեզի ատամի կտրող մասի անկյունները բնութագրվում են հետևյալ անկյուններով՝ α' ՝ հետին անկյուն, γ' ՝ առջևի անկյուն, ϕ' ՝ հատակագծի գլխավոր անկյուն, ϕ_1' ՝ հատակագծի օժանդակ անկյուն, ω' ՝ կտրող եզրի թեքման անկյուն: Նշված բոլոր անկյուններն ազդում են մշակման տեխնոլոգիական պայմանների վրա:

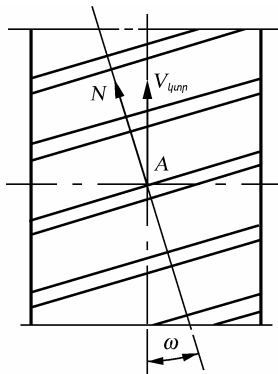
Հետին անկյան հիմնական նպատակն այն է, որ կտրման ընթացքում ֆրեզի ատամի հետին մակերևույթը չշփվի մշակվող մակերևույթի հետ: Հետին անկյան ընտրության վրա ազդում են մշակման բնույթը և ֆրեզի օգտագործման նշանակությունը: Մանր ատամներով ֆրեզների համար

հետին անկյունը վերցվում է 16° , խոշոր ատամներով ֆրեզների համար՝ 12° : Մեծ α -ի ընտրությունը ցանկալի չէ, քանի որ այն ուղղակիորեն ազդում է ատամի ամրության վրա: Այս տեսակետից կարծր համաձուլվածքով ֆրեզի ատամի հետին անկյունը խիստ կարգավորված է և ընտրվում է որոշակի սահմաններում: Որոշ տիպի ֆրեզներ ունեն նաև օժանդակ կտրող եզր, այսինքն՝ նաև հետին α_1 օժանդակ անկյուն, որն ընտրվում է $4...8^\circ$ սահմանում:

Առջևի անկյան հիմնական նպատակն այն է, որ փոքրացվի տաշելի դեֆորմացիայի վրա ծախսվող աշխատանքը: Այն ընտրվում է՝ կախված մշակվող նյութի ֆիզիկա-մեխանիկական հատկություններից, $5...20^\circ$ սահմանում, ինչպես նաև գործիքանյութի ամրության և կտրող բնութագրերից:

Հատակագծի գլխավոր անկյունը որոշվում է մետաղի հանվող շերտի հաստության և լայնության հարաբերությամբ՝ կախված մատուցումից և կտրման խորությունից: Սովորաբար φ անկյունն ընդունվում է $45...60^\circ$: Եթե ֆրեզները նախատեսված են երկու փոխուղղահայաց մակերևույթների մշակման համար, ապա φ -ն վերցվում է 90° : Այդպիսի ֆրեզներից են ճակատային, գլանական, ծայրային ֆրեզները, որոնց ատամները դասավորված են ինչպես գլանական մակերևույթի, այնպես էլ ճակատային հարթություններից որևէ մեկի վրա: Ատամի գագաթի ամրացման նպատակով առաջարկվում է 45° թեքությամբ և $0,5...1,5$ մմ երկարության վրա կատարել երեսակի մշակում:

φ_1 անկյան փոքրացմամբ մշակված մակերևույթի մաքրությունը բարձրանում է, սակայն միաժամանակ առաջանում են թրթռումներ (վիբրացիա), որոնք կարող են առաջ բերել կտրող եզրերի փշրում: Կոպտատաշ աշխատանքի



Նկ. 5.4. Կտրող եզրի թեքման անկյունը

տանքների համար φ_1 անկյունը վերցվում է 2...3° սահմանում:

Կտրող եզրի թեքման ω անկյունը (նկ. 5.4) տվյալ կետում արագության V_y վեկտորի և նույն կետում կտրող եզրին տարած N նորմալի միջև կազմված անկյունն է: Այն ֆրեզին հնարավորություն է տալիս աշխատել սահուն կերպով, ինչպես նաև բարձրացնում է կտրող սեպի ամրությունը, որն արդյունավետ է, հատկապես, կարծր համաձուլվածքից պատրաստված ֆրեզների համար, որոնց ω -ի արժեքը խորհուրդ է տրվում վերցնել 12...15° սահմանում: Արագահատ պողպատից պատրաստված ճակատային ֆրեզների համար ω -ի արժեքը կարելի է փոքրացնել մինչև 10°:

5.2 Կարծր համաձուլվածքի սրատամ ֆրեզներ

Կարծր համաձուլվածքից պատրաստված ֆրեզները մեծ կիրառություն ունեն մեքենաշինության մեջ:

Դրանք ապահովում են մշակման բարձր արտադրողականություն և հնարավորություն ունեն մշակել ժամանակակից կառուցվածքային այնպիսի նյութեր, որոնք արագահատ պողպատից պատրաստված ֆրեզներով հնարավոր չէ: Ըստ կառուցվածքի կարծր համաձուլվածքի ֆրեզները լինում են՝ ամբողջական, կազմածո և հավաքովի ատամներով:

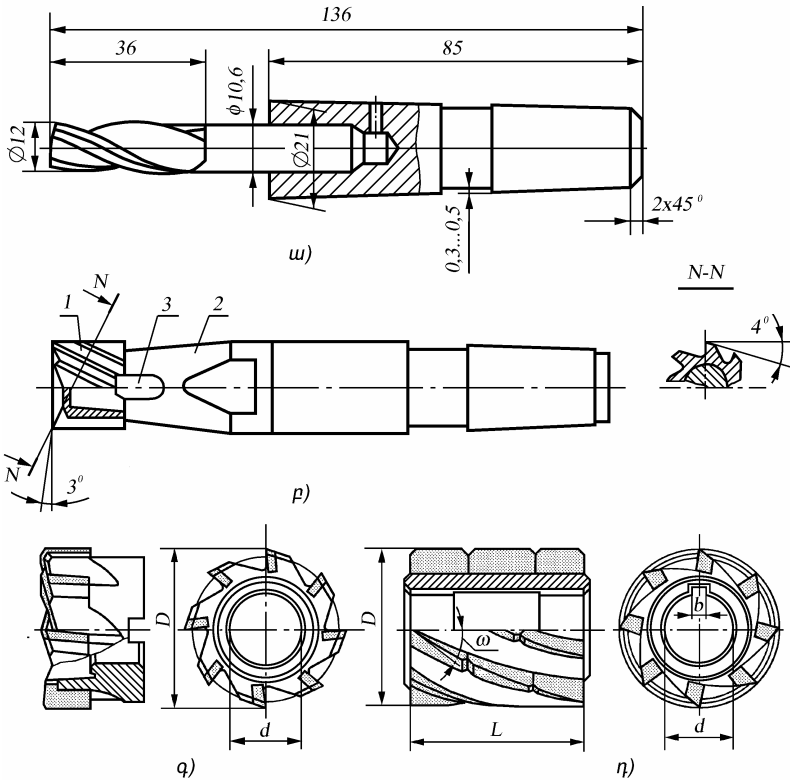
Ամբողջական և կազմածո կարծր համաձուլվածքի ֆրեզները պատրաստվում են մամլման միջոցով՝ հատուկ մամլակաղապարի մեջ, կամ պլաստիկացված նախապատրաստվածքից, որից հետո կատարվում է նախնական թրծում և մշակում կտրման եղանակով: Վերջնական թրծումից հետո ֆրեզը ենթարկվում է հղկման (հղկվում են նստեցվող բազային մակերևութները), այնուհետև կատարվում է ֆրեզի սրումը:

Ամբողջապես կարծր համաձուլվածքից պատրաստված ծայրային ֆրեզն ունի նույն հիմնական կառուցվածքային տարրերը, ինչ որ արագահատ պողպատից պատրաստված ֆրեզները: Սրանք հիմնականում փոքր չափերի են (նկ. 5.5ա):

Կազմածո կառուցվածքով գլանական ֆրեզները պատրաստվում են 20...50 մմ տրամագծով:

Ըստ կառուցվածքի լինում են՝ թագազլխիկավոր (նկ. 5.5 բ), պրիզմաձև և պտուտակային թիթեղիկներով ֆրեզներ (նկ. 5.5գ, դ):

Թագազլխիկավոր ֆրեզները պատրաստվում են T5K10, T15K6 և այլ մակնիշների կարծր համաձուլվածքներից: Ֆրեզի համար ամրացնող մաս է ծառայում 2 հարմարանքը (նկ. 5.5բ), որի վրա նստեցվում է 1 ֆրեզը:



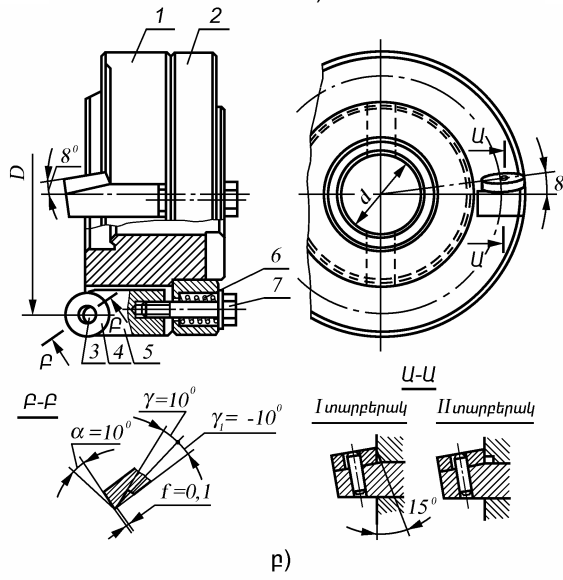
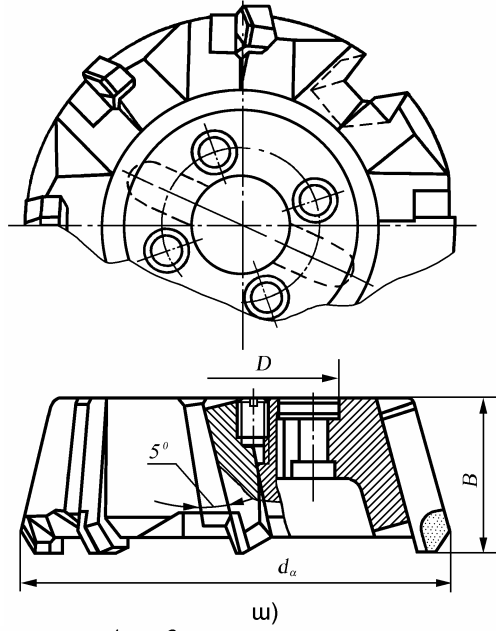
Նկ. 5.5. Ամբողջական և կազմածո ֆրեզեր

Լավ և հուսալի ամրացման համար նստեցվող մասը պատրաստվում է կոնաձև, բացի այդ նախատեսված է նաև 3 երիթը:

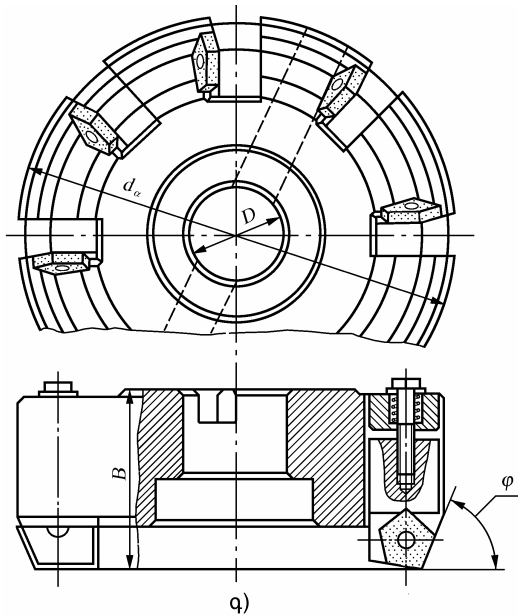
Պրիզմաձև և պտուտակային թիթեղիկներով ֆրեզների իրանի վրա բացված ակոսների մեջ տեղադրվում են պրիզմաձև (նկ. 5.5գ) կամ, եթե անհրաժեշտ է ստանալ երկար ֆրեզ, պտուտակային (նկ. 5.5դ) թիթեղիկներ, որոնք ամրացվում են իրանին մակագողման միջոցով:

Այս ֆրեզների սրման գործընթացը բավականին աշխատատար է, որը պայմանավորված է կարծր համաձուլվածքի վատ հղկելիությամբ:

Մեքենաշինության մեջ լայն կիրառություն ունեն դնովի դանակներով (դանակների վրա մակագողված են կարծր համաձուլվածքի թիթեղիկներ) (նկ.5.6ա), ինչպես նաև կլոր և բազմանիստ չարվող թիթեղիկներով ֆրեզները (նկ. 5.6 բ, գ): Սրանք շահագործման տեսակետից բավականին պարզ են, ապահովում են բարձր կայունություն և գործիքանյութի խնայողություն:



Նկ. 5.6. Հավաքովի ատամներով ֆրեզներ.
 ա) դանակների մեխանիկական ամրացմամբ,
 բ) կտր թիթեղիկներով,
 գ) բազմանիստ թիթեղիկներով



Նկ. 5.6-ի շարունակությունը

Թիթեղիկները կարող են պատրաստվել, հիմնականում, կարծր համաձուլվածքներից՝ T5K10, T15K6, BK4, BK6, BK8 կամ կոմպոզիցիոն նյութերից: Վերջինս հնարավորություն է տալիս մշակել ջերմամշակված, կարծր պողպատներ (կտրման արագությունը՝ 80...120 մ/րոպ) և թուջեր (մինչև 600 մ/րոպ), ապահովելով մշակվող մակերևույթի բարձր մաքրություն:

5.3 Ծոծրակված ատամներով ֆրեզներ

Ծոծրակված ատամներով ֆրեզները, հիմնականում, օգտագործվում են ձևավոր պրոֆիլով նախապատրաստվածքների մշակման համար: Ծոծրակված ֆրեզի հիմնական առավելությունն այն է, որ ապահովում է մշակված նախապատրաստվածքի անփոփոխ պրոֆիլ՝ շահագործման ողջ ընթացքում: Այդ պատճառով էլ դրանք լայն տարածում են գտել ձևավոր մակերևույթների մշակման համար: Ծոծրակված ատամներով ֆրեզների որոշ տեսակներ ստանդարտեցված են. կիսակլոր՝ ուռուցիկ և գոգավոր պրոֆիլով, ակոսային, ատամնամշակման սկավառակային, որդնակային ատամնամշակման և բազմաերիթ լիսեռների մշակման ֆրեզները, պարուրակամշակման սանրերը և այլն: Բացի այդ, արդյունաբերության մեջ հիմնականում օգտագործվում են հատուկ նշանակության ֆրեզներ, որոնք

նախագծվում են հատուկ նշանակության նախապատրաստվածքների մշակման համար:

Ծոծրակված ֆրեզների ատամները հիմնականում պատրաստվում են հետևյալ երկրաչափությամբ. առջևի անկյունը՝ $\gamma = 0^\circ$, կտրող եզրի թեքման անկյունը՝ $\lambda = 0^\circ$: Այդպիսի ֆրեզների ատամի առջևի հարթությունն անցնում է ֆրեզի առանցքով: Նման ընտրությունը բացատրվում է նրանով, որ եթե γ և λ անկյունները տարբերվում են 0-ից, ապա դժվարանում է ֆրեզի նախագծումը, պատրաստումն ու ստուգումը, ինչպես նաև վերասրումներից հետո հնարավոր չէ պահպանել ատամի պրոֆիլի ճշտությունը:

Պետք է ընտրվի ատամի հետին մակերևույթի այնպիսի ձև, որ ապահովվի առջևի նիստով բազմակի սրումներից հետո նրա հաստատուն պրոֆիլը և ամբողջ կտրող եզրով պահանջվող հետին դրական անկյունը:

Ֆրեզի պատրաստման ընթացքում ատամի հետին մակերևույթի ձևավորվումը կատարվում է ծոծրակման միջոցով: Որպես ծոծրակման կոր կարելի է օգտագործել Արքիմեդի գալարը, լոգարիթմական կորը, ուղիղ գիծը, շրջանագիծը և այլն: Հիմնականում կիրառվում է Արքիմեդի գալարը: Դա առաջին հերթին պայմանավորված է ծոծրակման համար անհրաժեշտ բռնցքի պատրաստման պարզությամբ, միաժամանակ միայն Արքիմեդի գալարն է, որն ապահովում է վերը թվարկված պայմանները:

Ծոծրակման ժամանակ, որպես կտրող գործիք, օգտագործվում է ծոծրակող կտրիչը կամ հղկաքարը:

Գործնականում կիրառվում է ծոծրակման երեք եղանակ՝

ա) շառավղային ծոծրակում, երբ ծոծրակող կտրիչը տեղաշարժվում է ֆրեզի առանցքին ուղղահայաց,

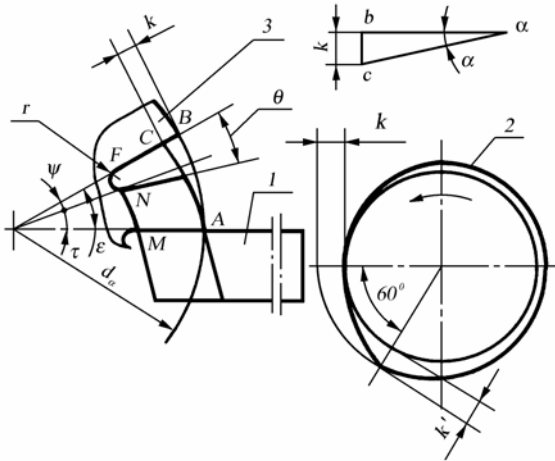
բ) շեղ ծոծրակում, երբ ծոծրակող կտրիչը տեղաշարժվում է ֆրեզի առանցքի նկատմամբ որոշակի անկյան տակ,

գ) առանցքային ծոծրակում, երբ ծոծրակող կտրիչը տեղաշարժվում է ֆրեզի առանցքին գուգահեռ:

Գործնականում ավելի մեծ կիրառություն են ստացել շառավղային և շեղ ծոծրակումները:

Շառավղային ծոծրակման ժամանակ (նկ. 5.7) 2 բռունցքը կատարում է պտտական շարժում, և ծոծրակող 1 կտրիչը, որը հաված է բռնցքին, տեղափոխվում է ֆրեզի շառավղի ուղղությամբ: Բռնցքի մեկ պտույտի ընթացքում նախապատրաստվածքը կատարում է $1/z$ պտույտ:

Բռնցքի բարձրացման մեծագույն չափը որոշվում է հետևյալ ձևով:



Նկ. 5.7. Շառավղային ծոծրակման սխեման

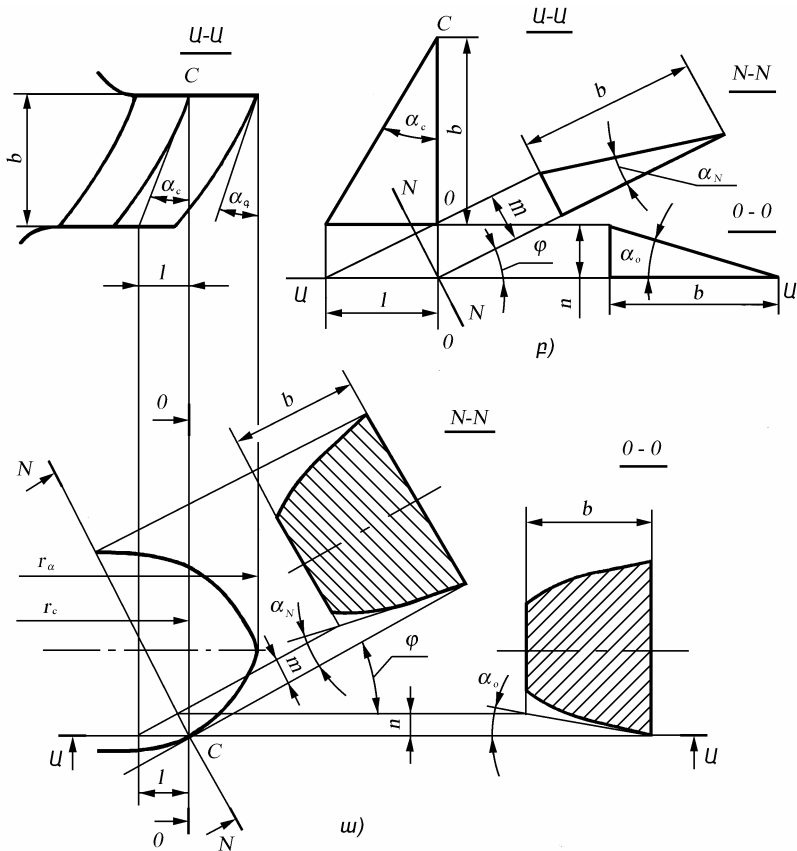
ABC պատկերի փոքր չափերի դեպքում այն կարելի է դիտել որպես abc ուղղանկյուն եռանկյուն, որտեղից հետևում է՝ $ab = \pi d_w / z$, իսկ bac անկյունը հավասար է ֆրեզի ատամի հետին անկյանը:

Ծոծրակման չափը որոշվում է.

$$k = \frac{\pi d_w}{z} \operatorname{tg} \alpha : \quad (5.10)$$

Ստացված ծոծրակման չափը կլորացվում է ստանդարտ շարքի արժեքին համապատասխան:

Պարուրակագծի բարձրացման չափը բռնցքի վրա սովորաբար արվում է 300° -ի վրա (աշխատանքային ընթացք), իսկ իջեցումը՝ 60° -ի վրա (օժանդակ ընթացք): Երբ բռնցքը պտտվում է 300° -ով, կատարվում է ֆրեզի ատամի MN տեղամասի մշակում: 60° -ով պտտվելիս կտրիչն անցնում է NF տեղամասը, այսինքն՝ վերադառնում է ելման դիրք՝ հաջորդ ատամի առջևի նիստին հանդիպակաց: Այդ ընթացքում ֆրեզը կատարում է $1/z$ պտույտ: Բռնցքի օժանդակ ընթացքի ժամանակ ֆրեզը պտտվում է ψ , իսկ աշխատանքային ընթացքի ժամանակ՝ $\tau = \varepsilon - \psi$ անկյան տակ, որտեղ $\varepsilon = 360^\circ / z$: Բռնցքի օժանդակ և աշխատանքային ընթացքների հարաբերությունը տվյալ դեպքում կազմում է $60/300$, այսինքն՝ $1/5$: Ստանդարտ բռնցքների օժանդակ անկյունները արվում են $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$:



Նկ. 5.8. Ֆրեզի ատամի կամայական կետի տարբեր հատույթներում հետին անկյունների որոշումը

Շառավղային ծոծրակման դեպքում ծոծրակման անկման k չափը, որը հաշվարկված է ֆրեզի ամենամեծ տրամագծային կետի (գագաթի) համար (r_a), տեղադրվում է նաև ֆրեզի ատամի պրոֆիլի բոլոր այն կտրվածքներում, որոնք ուղղահայաց են ֆրեզի առանցքին: Պրոֆիլի վրա գտնվող կամայական r_c շառավղով C կետում (նկ. 5.8), շառավղային հետին α_c անկյունը հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով.

$$\operatorname{tg} \alpha_c = \frac{r_a}{r_c} \operatorname{tg} \alpha_q \quad (5.11)$$

Բանաձևից երևում է, որ պրոֆիլի բոլոր կետերում շառավղային α_c անկյունը մեծ է գագաթի α_q հետին անկյունից:

Ֆրեզի նախագծման ժամանակ անհրաժեշտ է հաշվել ատամի պրոֆիլի հետին անկյան արժեքները ոչ միայն առանցքային, այլ նաև ուրիշ հարթություններում:

Որոշվում են ծոծրակված ատամի պրոֆիլի C կետում հետին անկյունները ֆրեզի առանցքին ուղղահայաց ($U-U$), առանցքին զուգահեռ ($O-O$) և այդ կետում կտրող եզրի հատակագծի պրոյեկցիային տարած նորմալ ($N-N$) հարթությունների մեջ (նկ. 5.8): Նշված հարթությունների մեջ հետին անկյունները, համապատասխանաբար, նշանակվում են. ($U-U$) հարթության մեջ՝ α_c , $O-O$ հարթության մեջ՝ α_o , $N-N$ հարթության մեջ՝ α_N , իսկ գագաթի հետին անկյունը α_q :

α_o անկյունը որոշվում է հետևյալ կերպ (նկ. 5.8բ).

$$\operatorname{tg} \alpha_o = \frac{n}{b}, \quad n = l \operatorname{tg} \varphi, \quad b = \frac{l}{\operatorname{tg} \alpha_c} \quad (5.12)$$

Տեղադրումներից հետո ստացվում է.

$$\operatorname{tg} \alpha_o = \operatorname{tg} \alpha_c \operatorname{tg} \varphi = \frac{r_a}{r_c} \operatorname{tg} \alpha_q \operatorname{tg} \varphi, \quad (5.13)$$

որտեղ՝ φ -ն ատամի պրոֆիլին տարված շոշափողի և պրոֆիլի առանցքի միջև կազմած անկյունն է:

Նորմալ հատություն հետին α_N անկյունը որոշվում է.

$$\operatorname{tg} \alpha_N = \frac{m}{b}, \quad m = l \sin \varphi, \quad b = \frac{l}{\operatorname{tg} \alpha_c} : \quad (5.14)$$

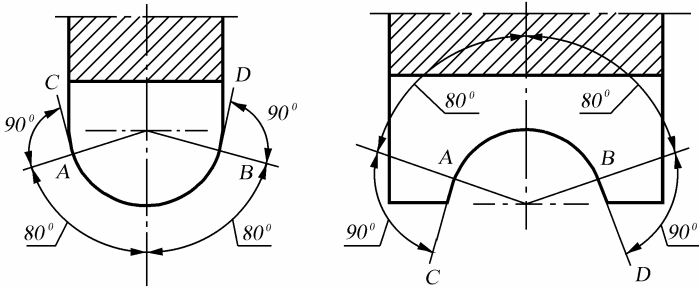
Տեղադրումներից հետո ստացվում է.

$$\operatorname{tg} \alpha_N = \operatorname{tg} \alpha_c \sin \varphi = \frac{r_a}{r_c} \operatorname{tg} \alpha_q \sin \varphi : \quad (5.15)$$

Բանաձևից երևում է, որ մյուս հարթություններում հետին անկյունների համեմատ՝ α_N անկյան արժեքը նվազագույնն է: Նկատելի է, որ α_N և α_o անկյունների տարբերությունը գործնականում բավականին փոքր է:

Երբ φ անկյունը փոքրացվում է, α_N անկյունը նվազում է, և, պրոֆիլի այն տեղամասերում, որտեղ $\varphi = 0$, $\alpha_N = 0$: Հաշվարկման ժամանակ ընտրվում է հետին α_N կողային անկյան փոքրագույն թույլատրելի արժեքը՝ $2...3^\circ$, որից հետո հաշվվում կամ գրաֆիկորեն որոշվում է φ անկյան փոքրագույն

արժեքը պրոֆիլի կողային մասերում: Եթե այն ստացվում է 5° -ից փոքր, ապա անհրաժեշտ է փնտրել մեծացման ուղիներ: Օրինակ՝ ատամնամշակման սկավառակային ֆրեզների էվոլվենտային պրոֆիլի որոշակի տեղամաս փոխարինվում է ուղիղ մասով՝ $\varphi = 5^\circ$ անկյան տակ: Ուռուցիկ կամ գոգավոր կիսաշրջանաձև պրոֆիլների որոշակի տեղամաս փոխարինվում է ուղիղ մասով՝ 10° թեքությամբ (նկ. 5.9) և այլն:



Նկ. 5.9. Կիսակլոր պրոֆիլով ատամներ

Իմանալով φ և α_N անկյունները՝ որոշվում է ատամի գագաթի հետին α_q անկյունը (5.16).

$$\operatorname{tg} \alpha_q = \frac{r_c \operatorname{tg} \alpha_N}{r_a \sin \varphi} : \quad (5.16)$$

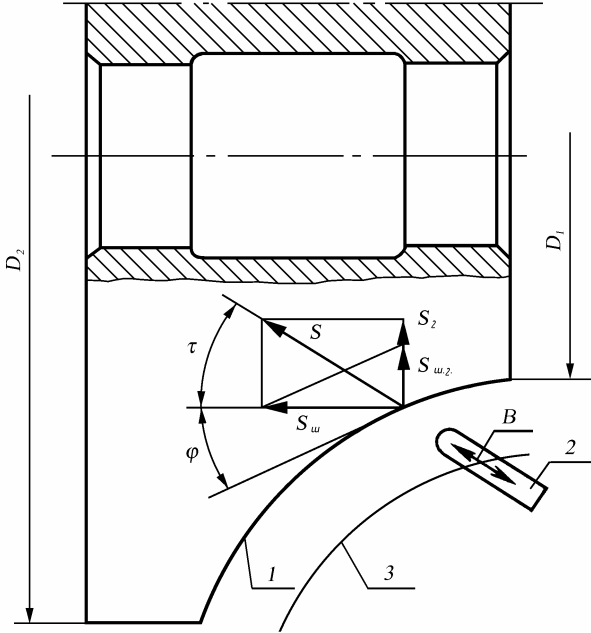
Գործնականում ատամի գագաթի հետին անկյունը վերցվում է $10 \dots 12^\circ$ սահմաններում: Այն փոքրացնելու դեպքում կտրուկ նվազում է կողային հետին α_N անկյունը, որն անցանկալի է:

Գործնականում շատ հաճախ հանդիպում են այնպիսի ֆրեզներ, որոնց պրոֆիլներն ունեն տեղամասեր, որտեղ պլանի անկյունը՝ φ -ն, 5° -ից փոքր է, և բավական տարբերություն կա մեծագույն և փոքրագույն տրամագծերի միջև (նկ. 5.10): Ատամի շառավղային ծոծրակման դեպքում պրոֆիլի այն տեղամասերում, որտեղ φ անկյունն ունի փոքր արժեքներ, նորմալ հատույթում հետին անկյունը ստացվում է փոքր, որը բավարար չէ կտրման գործընթաց իրականացնելու համար: Այս հանգամանքը բացասաբար է անդրադառնում ֆրեզի կայունության վրա, իսկ պրոֆիլի տարբեր կետերում հետին անկյունների տարբերության առկայությունը ատամի սրումից հետո բերում է պրոֆիլի շեղման: Շառավղային ծոծրակման դեպքում D_1 և D_2 տրամագծերի վրա հետին անկյուններն իրարից տարբերվում են.

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{k z \sin \varphi_1}{\pi D_1}, \quad \operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{k z \sin \varphi_2}{\pi D_2} \quad (5.17)$$

Պրոֆիլի վրա փոքրագույն հետին անկյունների մեծացման և այդ անկյունների միջև տարբերության փոքրացման նպատակով կիրառվում է անկյունային (շեղ) ծոծրակումը:

Նկ. 5.10-ում ցույց է տված աստամի շեղ ծոծրակումը:



Նկ. 5.10. Շեղ ծոծրակման դեպքում տվյալների որոշումը

Անկյունային ծոծրակման ժամանակ հաստոցի 3 ենթակիրը շարժվում է հաստոցի առանցքի երկարությամբ՝ պատճենի վրայով, իսկ 2 կտրիչը՝ 1 ֆրեզի առանցքի նկատմամբ τ անկյան թեքությամբ կատարում է հետընթաց-առաջընթաց շարժում՝ B սլաքի ուղղությամբ: Բռնցքի գալարի բարձրացման S չափը համապատասխանում է անկյունային ծոծրակման մեծությանը: Անկյունային ծոծրակման առանցքային բաղադրիչը կազմում է՝ $S_w = S \cos \tau$, իսկ շառավղային բաղադրիչը՝ $S_2 = S \sin \tau$: Անկյունային ծոծրակման դեպքում շառավղային ծոծրակման իրական մեծությունը հավասար է S -ի և S_w -ի

շառավղային բաղադրիչների գումարին: S_w -ի շառավղային բաղադրիչը կազմում է՝ $S_{w2}=S_w \operatorname{tg}\varphi$: Շառավղային ծոծրակման իրական մեծությունը կկազմի՝ $k = S_2 + S_{w2} = S (\sin\tau + \operatorname{tg}\varphi\cos\tau)$ և, իմանալով k -ն, կարելի է որոշել հետին անկյունները՝ D_1 և D_2 տրամագծերի վրա.

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{zS(\cos\tau \operatorname{tg}\varphi_1 + \sin\tau)}{\pi D_1} \sin\varphi_1, \quad (5.18)$$

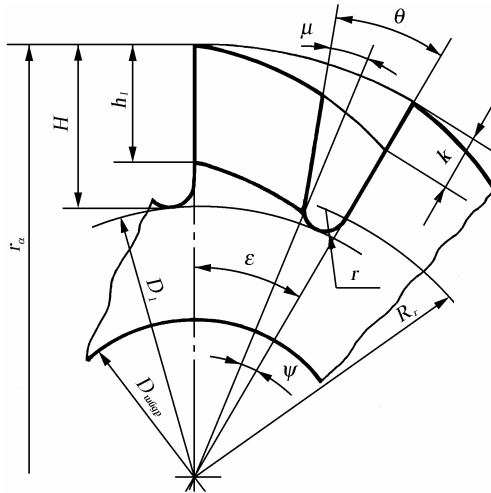
$$\operatorname{tg}\alpha_2 = \frac{zS(\cos\tau \operatorname{tg}\varphi_2 + \sin\tau)}{\pi D_2} \sin\varphi_2:$$

3.1.Ֆրեզի կառուցվածքային տարրերը

Ծոծրակված ատամներով ֆրեզները հիմնականում պատրաստվում են հազցնովի:

Նախագծման ժամանակ անհրաժեշտ է հաշվարկել կառուցվածքային հետևյալ տարրերը՝ արտաքին տրամագիծը (d_a), անցքի տրամագիծը ($D_{անցք}$), լայնությունը (B), ատամների թիվը (z), ատամի բարձրությունը (H), ակոսի անկյունը (θ), ծոծրակման մեծությունը (k) (նկ. 5.11):

Սովորաբար, ֆրեզի ատամի առջևի անկյունը վերցվում է 0-ին հավասար, որպեսզի պրոֆիլի ճշգրտված հաշվարկի անհրաժեշտություն չառա-



Նկ. 5.11. Ծոծրակված ֆրեզի կառուցվածքային տարրերը

ջանա: Ծոծրակման անկման մեծությունը որոշելիս հետին α անկյունը վերցվում է $10...12^\circ$ սահմաններում:

Ֆրեզի անցքի տրամագիծը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$D_{անցք} = 5,28h^{0,48} B^{0,15}, \quad (5.19)$$

որտեղ h -ը ֆրեզերման խորությունն է, B -ն՝ ֆրեզերման լայնությունը:

Անցքի հաշվարկային արժեքը կլորացվում է մոտակա ստանդարտ շարքին համապատասխան:

Ֆրեզի արտաքին տրամագիծը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝ $d_a = D_1 + 2H$, որտեղ D_1 -ը՝ ֆրեզի ատամի հիմքում տրամագծի չափն է և ընդունվում է հավասար. $D_1 = (1,6 + 2)D_{անցք}$, իսկ H -ը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$H = h_1 + k + r : \quad (5.20)$$

Ֆրեզի արտաքին տրամագծի հաշվարկային արժեքը կլորացվում է մինչև 100 մմ տրամագծի դեպքում՝ 0 կամ 5 վերջավորությամբ, 100 մմ-ից մեծ տրամագծի դեպքում՝ 0 վերջավորությամբ: Ատամի պրոֆիլի h_1 բարձրությունը պետք է 1...2 մմ-ով մեծ լինի մշակվող պրոֆիլի բարձրությունից՝ պրոֆիլի լրիվ մշակումն իրագործելու համար: Ատամի հիմքում կլորացման շառավիղը որոշվում է.

$$r = (0,5d_a - h_1 - k) \sin\psi/2 : \quad (5.21)$$

Ֆրեզի ատամների թիվը հաշվվում է.

$$z = \frac{\pi d_a}{Ah_1}, \quad (5.22)$$

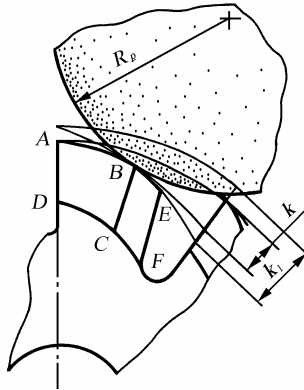
որտեղ A -ն գործակից է. $A = 1,8...2,5$ ՝ սևատաշ ֆրեզների և $A = 1,3...1,8$ ՝ մաքրատաշ ֆրեզների համար: Ստացված արժեքը կլորացվում է, ցանկալի է մինչև գույգ թիվը:

Ակոսի անկյունը կազմում է՝ $\theta = \psi + \mu$, որտեղ $\mu = 15...20^\circ$, և պետք է ապահովի ատամի ամրության պայմանը՝ նրա բազմակի սրումների դեպքում: Ատամի ամրությանը որոշակիորեն նպաստում է նաև ատամի լայնությունը (B), որը վերցվում է $(0,8...1,0)H$ սահմաններում:

5.3.2 Կրկնակի ծոծրակում

Ֆրեզների՝ հետին մակերևույթով հղկման ենթարկվող ատամների քանակը փոքր է վերցվում, որպեսզի հղկման ընթացքում հղկաքարը չկտրի հաջորդ ատամին: Մակայն ոչ միշտ է հնարավոր ապահովել այդ պայման:

նը: Այն դեպքում, երբ ֆրեզի ատամների թիվը մեծ է, հղկման կարելի է ենթարկել ատամի հետին մակերևույթի որոշակի տեղամասը միայն, իսկ ատամի մնացած մասը չհղկված է մնում (նկ. 5.12): Հետևաբար ատամի չհղկված մասը բարձր է մնում հղկված մասից:



Նկ.5.12. Ատամի կրկնակի ծոծրակումը

Ատամն առջևի նիստով որոշակի անգամներ սրելուց հետո նրա հետին մակերևույթի չհղկված մասը կարող է հավելյալ մշակված մակերևույթին: Այդ պատճառով անհրաժեշտություն է առաջանում հեռացնել ատամի չհղկված մասը, որը կատարվում է կրկնակի ծոծրակման միջոցով:

Ծոծրակումը կատարվում է կամ ատամի տարբեր տեղամասերը առանձին տարբեր բռնցքներով՝ k և k_1 ծոծրակման անկման մեծություններով, կամ միաժամանակ մեկ բռնցքով: Ատամի հղկման չենթարկվող մասի ծոծրակման անկման մեծությունը վերցվում է $k_1 = (1,5...1,75)k$:

Ջերմամշակումից առաջ ատամը ծոծրակվում է կտրիչով՝ k_1 ծոծրակման անկման չափով, իսկ ջերմամշակումից հետո հղկվում k չափով: