

1. ԳՈՐԾԻ ԸՄՆՅՈՒԹԵՐ

	Եջ
ԳՈՐԾԻ ԸՄՇԻՆՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ ԿԻՐԱՈՎՈՂ ՆՅՈՒԹԵՐԸ	1
1.1. Արագահատ պողպատներ	3
1.2. Լեզիրված պողպատներ	6
1.3. Ածխածնային պողպատներ	6
1.4. Կարծր համաձուլվածքներ	7
1.5. Միներալ կերամիկա	10
1.6 Գերկարծր գործիքանյութեր	11

ԳՈՐԾԻ ԸՄՇԻՆՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ ԿԻՐԱՈՎՈՂ ՆՅՈՒԹԵՐԸ

Մետաղամշակման զարգացման պատմությունը ցույց է տալիս, որ մեքենաշինության մեջ արտադրողականության բարձրացման կարևոր ուղիներից մեկը նոր գործիքանյութերի օգտագործումն է: Հաշվի առնելով այն, որ նախապատրաստվածքները սարքվում են տարբեր նյութերից, որոնք տարբերվում են իրենց ֆիզիկա-մեխանիկական հատկություններով, մշակվող մակերևույթների մաքրությանը և որակին ներկայացվում են տարբեր պահանջներ, անհրաժեշտություն է առաջանում գործիքային արտադրության մեջ օգտագործել տարբեր հատկություններով բազմաթիվ մակնիշների գործիքանյութեր:

Գործիքաշինության մեջ ներկայումս օգտագործվում են հետևյալ հիմնական գործիքային նյութերը՝

ա) գործիքային պողպատներ (արագահատ, լեզիրված, ածխածնային), բ) կարծր համաձուլվածքներ, գ) միներալակերամիկական նյութեր, դ) գերկարծր նյութեր:

Գործիքանյութի ընտրության վրա ազդող պայմաններն են.

ա) գործիքի տիպը, նշանակությունը, չափերը և աշխատանքային պայմանները, բ) գործիքի պատրաստման տեխնոլոգիան:

Գործիքանյութերին ներկայացվում են մի շարք պահանջներ, որոնցից հատուկ դեր ունեն հետևյալները՝

ա) **կտրող հատկությունը**, բ) **կարմրակայունությունը** (ջերմակայունությունը), գ) **մաշակայունությունը սառը վիճակում**, դ) **մեխանիկական հատ-**

կությունները, ամրությունը, ե) մշակելիությունը սառը և տաք վիճակում, գ) գինը:

Գործիքանյութի կտրող հատկությունը բացառապես որոշվում է նրա կարմրակայունությամբ: Տաքացման բարձր ջերմաստիճանում գործիքանյութի՝ իր կարծրությունը պահպանելու հատկությամբ որոշվում է նրա կարմրակայունությունը: **Կարմրակայունությունը** բնութագրվում է գործիքանյութի որոշակի ջերմաստիճանով, որի դեպքում նրա կարծրությունը չի իջնում ընդունված սահմանից (օրինակ մինչև HRC60): Այդ ջերմաստիճանն էլ տվյալ գործիքանյութի համար կարմրակայունության սահմանն է:

Սառը վիճակում մաշակայունության դերը մեծ է այն գործիքների համար, որոնք աշխատում են կտրման ցածր արագություններով (ձգիչներ, ներպարուրակիչներ, անցքակոկիչներ և այլն):

Աղյուսակ 1.1

Գործիքանյութ	Կարմրակայունություն (ջերմակայունություն), °C	Ամրության սահմանն ըստ ծոման, ՄՊա	Միկրոկարծրություն, HV
Արագահատ պողպատ	610...700	2050...3400	700...750
Լեգիրված պողպատ	250...300	2000...2500	-
Ածխածնային պողպատ	200...250	1900...2200	-
Կարծր համաձուլվածք	800...900	880...2350	1600...1700
Միներալ-կերամիկա	1100...1500	325...700	1500
Ալմաստ	700...900	210...480	10000...10600
Բորի խորանարդաձև նիտրիդ	1300...1500	700...1500	8500...9400

Կտրող գործիքի մեխանիկական հատկությունները կախված են բազմաթիվ գործոններից՝ նյութի քիմիական բաղադրությունից, միկրոկարծրությունից, կարբիդային անհամասեռությունից և այլն: Պետք է նշել, որ գործիքանյութերի մեխանիկական հատկությունները դեռևս բավականին ուսումնասիրված չեն:

Պողպատից պատրաստված գործիքները ենթարկվում են մեխանիկական մշակման, որի պատճառով մշակելիությունը ավելի խորն ուսումնասիրման կարիք ունի: Նյութի **մշակելիությունը** պետք է ուսումնասիրել ոչ միայն արտադրողականության և բարձր կտրման արագության ապահովման, այլև մշակված մակերևույթի որակն ապահովելու համար, որն ուղղակիորեն ազդում է գործիքի շահագործողական հատկանիշների վրա:

Մշակվող նյութի ջերմահաղորդականությունը մեծ ազդեցություն է թողնում գործիքի մաշակայունության վրա: Ցածր ջերմահաղորդականության դեպքում ջերմությունը չի անցնում մշակվող նախապատրաստվածքին և մնում է գործիքի մեջ, կտրման գոտում ջերմաստիճանը չափից ավելի է բարձրանում, ինչը և հանգեցնում է գործիքի կտրող հատկության անկմանը:

Գործիքանյութերի հիմնական հատկությունները բերված են աղյուսակ 1.1-ում:

Կախված գործիքի կառուցվածքից, ձևից, տեսակից՝ գործիքանյութն ընտրելիս հաշվի է առնվում նրա **գինը**, որը գործիքի ինքարժեքի վրա ունենում է զգալի ազդեցություն:

1.1 Արագահատ պողպատներ

Ըստ կտրման հատկությունների և քիմիական բաղադրության՝ արագահատ պողպատները բաժանվում են երկու խմբի.

- 1) **նորմալ կարմրակայունության** արագահատ պողպատներ,
- 2) **բարձր կարմրակայունության** արագահատ պողպատներ:

Առաջին խմբի պողպատների հատկություններն ավելի համապիտանի են: Երկրորդ խմբի պողպատներն ունեն ավելի մեղ նշանակություն: Առաջին խմբի պողպատների մակնիշներից են՝ P18, P9, P6M5, P12, որոնցից մի քանիսի քիմիական բաղադրությունը բերված է աղյուսակ 1.2-ում:

Աղյուսակ 1.2

Պողպատի մակնիշը	C	W	V
P18	0,70 ...0,80	17,5 ...19,0	1,0...1,4
P9	0,85 ...0,80	8,5 ...10,0	2,0...2,6
P18Փ2	0,85 ... 0,95	17,5 ... 19,0	1,8 ... 2,4

Բացի նշված տարրերից, արագահատ պողպատների մեջ պարունակվում են նաև այլ լեգիրող տարրեր՝ Mn, Si, Cr, Ni, S, P, Mo:

Յուրաքանչյուր մակնիշ ունի իր տարատեսակը՝ P18M, P9M (մոլիբդենի ավելացում մինչև 1%):

Արագահատ պողպատների կարմրակայունությունը բարձր է ածխածնային պողպատների կարմրակայունությունից, որը բացատրվում է նրանց քիմիական բաղադրության տարբերությամբ, և որն ազդում է պողպատի մարտենսիտի կառուցվածքի վրա: Կարբիդային անհամասեռությունը, որն առաջանում է ձուլված պողպատի սառեցման ժամանակ, արագահատ պողպատի թերություններից է: Կարբիդային անհամասեռություն ունեցող պողպատներն ստեղծում են լրացուցիչ դժվարություններ. ջերմամշակման ժամանակ առաջանում են ճաքեր: P18M և P9M պողպատներն ունեն համեմատաբար փոքր կարբիդային անհամասեռություն, սակայն դրանք ենթարկվում են ածխածնագրկման, որի պատճառով տվյալ պողպատների ջերմամշակումը կատարվում է հատուկ վառարաններում: Մեքենաշինության մեջ դժվար մշակելի պողպատների առկայությունը առաջ է բերում նոր՝ բարձր կարմրակայունության արագահատ պողպատների անհրաժեշտություն, որոնց բնորոշ է կոբալտի և վանադիումի մեծ քանակի առկայությունը (երկրորդ խումբ): Դրանցից են՝ P18Փ2K5, P9Փ2K5, P9Փ2K10, P10Փ5K5, P9Փ5, P14Փ4:

Քիմիական բաղադրությունը բերված է աղյուսակ 1.3-ում:

Աղյուսակ 1.3

Պողպատի մակնիշը	C	W	V	Co
P18Փ2K5	0,85...0,95	17,5...19,0	1,8...2,4	5,0...6,0
P10Փ5K5	1,45...1,55	10,0...11,5	4,4...5,5	5,0...6,0
P9Փ5	1,4...1,5	9,0...10,5	4,3...5,1	-
P14Փ4	1,2...1,3	13,0...14,5	3,4...4,1	-

Կոբալտի ավելացմամբ արագահատ պողպատի կարմրակայունությունը բարձրանում է մինչև 670°C, որի շնորհիվ մեծանում են պողպատի կտրող հատկությունները: Սակայն կոբալտի բարձր տոկոս պարունակող պողպատները հակված են ջերմամշակման ժամանակ ճաքերի առաջացման, որը թերություն է համարվում: Վանադիումի մեծ տոկոս պարունակող պողպատների կարծրությունը և, հատկապես, մաշակայունությունն ավելի

բարձր են, քան մյուս բոլոր պողպատներինը: Սակայն կռելիությունը և հղկելիությունը այս դեպքում բավականին վատանում է:

Արագահատ պողպատների էական թերությունն այն է, որ դրանք ունեն անհամասեռ բաշխված կարբիդային շղթա: Այն նվազեցնելու նպատակով ներկայումս արագահատ պողպատների ստացումը կատարվում է փոշեմետալուրգիական եղանակով, որի կտրող հատկությունն ավելի բարձր է: Պողպատի մակնիշավորմանն այս դեպքում ավելանում է ՄՊ (փոշենյութ) հապավումը, այսպես օրինակ՝ P6M5K5-MIT:

Փոշեմետալուրգիական եղանակը թույլ է տալիս ստանալ մեծ քանակությամբ լեգիրող տարրեր պարունակող այնպիսի արագահատ պողպատներ, որոնց պատրաստումը սովորական տեխնոլոգիայով անհնար է:

Փոշեմետալուրգիական եղանակով ստացված արագահատ պողպատների հիմնական առավելությունն այն է, որ դրանցից պատրաստված գործիքների ամրությունը և մածուցիկությունը 30...40%-ով բարձր է, լավ են ենթարկվում հղկման, գործիքի կայունությունը 1,5...3,5 անգամ բարձր է, քան սովորական մետաղագործական եղանակով ստացված պողպատներինը:

Գործիքաշինության մեջ կիրառվող մի քանի մակնիշների ձուլածո արագահատ պողպատների քիմիական բաղադրությունը բերված է աղյուսակ 1.4-ում:

Աղյուսակ 1.4

Պողպատի մակնիշը	C, %	W, %	Cr, %	V, %	Mo, %	Mn, %
P-Պ1	0,85...0,95	5...7	3...4	2...2,6	3...4	0,4...0,7
P-Պ2	0,9...1	8...10	2...3	2...2,6	1...1,5	0,9...1,3
P-Պ3	0,95...1,05	5,5...6,5	3,8...4,4	1,8...2,2	4,5...5,5	0,5...0,8
P-Պ4	1...1,1	5...6	2,8...3,5	2,8...3,2	4...5,5	0,5...0,8

Ձուլածո և կռելի արագահատ պողպատներն ունեն նույն կարմրակալունությունը: Ձուլածո գործիքի մածուցիկությունն ավելի ցածր է, քան կռելի պողպատից պատրաստված գործիքինը: Այդ պատճառով ձուլածո

պողպատներից չեն պատրաստվում ինչպես փոքր հատույթ ունեցող, այնպես էլ այնպիսի գործիքներ, որոնք աշխատում են հարվածային բեռնվածությունների տակ (ռանդման կտրիչներ և այլն):

Չուլածո պողպատները հիմնականում կիրառվում են պարզ կառուցվածք ունեցող գործիքների պատրաստման համար:

1.2 Լեգիրված պողպատներ

Գործիքաշինության մեջ հիմնականում օգտագործվում են հետևյալ լեգիրված պողպատները՝ **9XC**, **XBF**, **XFCBΦ**, որոնցում հիմնական լեգիրող տարրերն են՝ մանգանը, սիլիցիումի կարբիդը, քրոմը, վոլֆրամը և վանադիումը: Լեգիրված պողպատների կարմրակայունությունը հասնում է մինչև 250...260°C:

Կտրող գործիքների արտադրության մեջ լեգիրված պողպատներից ամենատարածվածը **9XC** մակնիշի պողպատն է. այն լավ մխվում է, հովացվում յուղի մեջ, իսկ մխումից համարյա չի դեֆորմացվում: Այդ պատճառով **9XC** պողպատն օգտագործվում է այնպիսի գործիքների պատրաստման համար, որոնք մխումից հետո չեն հղկվում: Լեգիրված տարրերի առկայությունը և կարբիդների հավասարաչափ բաշխումը նպաստում են կարմրակայունության բարձրացմանը: Սակայն **9XC** պողպատն ունի նաև մի շարք թերություններ՝ ցածր մշակելիություն, ածխածնագրկման հանդեպ բարձր զգայունություն, թողնված վիճակում բարձր կարծրություն:

XBF մակնիշի պողպատը լավ է ջերմամշակվում և հակված է կարբիդային ցանցի ստեղծման: Այդ պողպատի մեջ մանգանի մեծ քանակության առկայությունը փոքրացնում է ջերմամշակման ժամանակ ծավալային դեֆորմացիաները, և մխման ենթարկված գործիքի չափերն այս դեպքում էական փոփոխություններ չեն կրում:

9XC և **XBF** պողպատների փոխարեն կարելի է կիրառել **XFCBΦ** մակնիշի պողպատը: Թրծաթողումից հետո նրա կարծրությունն ավելի փոքր է, իսկ ածխածնագրկումը ավելի քիչ, քան **9XC** պողպատինը:

1.3 Ածխածնային պողպատներ

Ածխածնային պողպատների ցածր կտրող հատկությունների պատճառով գործիքների պատրաստման համար դրանք մեծ տարածում չեն գտել: Հիմնականում օգտագործվում են **Y10A**, **Y11A**, **Y12A**, **Y13A** մակնիշների պողպատները, որոնց կարմրակայունությունը հասնում է մինչև

200°C, սակայն օգտագործել այս գործիքանյութը կտրման ծանր պայմաններում հնարավոր չէ: Այս պողպատների առավելությունն այն է, որ տաք և սառը վիճակում դրանք լավ են մշակվում: Ցածր մխելիության աստիճանը թույլ է տալիս ստանալ մածուցիկ միջուկով գործիք, որը շատ կարևոր է հարվածներով աշխատելու ժամանակ: Ցածր կտրող հատկությունների պատճառով ածխածնային պողպատից պատրաստվում են այնպիսի գործիքներ, որոնք աշխատում են կտրման փոքր արագություններով (ներպարուրակիչներ, արտապարուրակիչներ, անցքակոկիչներ և այլն):

1.4 Կարծր համաձուլվածքներ

Մեքենաշինության մեջ կարծր համաձուլվածքների օգտագործման շնորհիվ արտադրողականությունն ավելացավ 2...3, կտրման արագությունները՝ 2...4 անգամ (100...200 մ/րոպ): Ի տարբերություն արագահատ պողպատի, կարծր համաձուլվածքը պարունակում է ավելի շատ վոլֆրամ, տիտան, տանտալ: Բարձր ջերմակայունությունը և մաշակայունությունը բացատրվում են կարծր համաձուլվածքներում համապատասխան կարբիդների առկայությամբ: Կարծր համաձուլվածքները, ըստ իրենց քիմիական բաղադրության լինում են՝

1) *Վոլֆրամակորալտային* BK3, BK3-M, BK4-B, BK6, BK6-OM, BK8, BK10-M, BK10-OM և այլն: Վոլֆրամային կարծր համաձուլվածքի կարմրակայունությունը կազմում է 800...850°C: K տառից հետո թիվը ցույց է տալիս կորալտի պարունակությունը տոկոսներով, տառային արտահայտությունների նշանակությունը հետևյալն է. O-հատուկ մանրահատիկային կազմություն, M-մանրահատիկային կազմություն, B-խոշորահատիկային կազմություն: Օրինակ՝ BK6-OM տիպի պողպատը պարունակում է 6% կորալտ, 2% տանտալի կարբիդ և 92% հատուկ մանրահատիկային (OM) կազմության վոլֆրամի կարբիդ:

2) *Տիտանավոլֆրամակորալտային (երկկարբիդային)*՝ T5K10, T5K12, T14K8, T15K6, T30K4, որոնք բաղկացած են տիտանի և վոլֆրամի կարբիդներից և կորալտից: Օրինակ՝ T15K6 համաձուլվածքը պարունակում է 6% կորալտ, 15% տիտանի կարբիդ և 79% վոլֆրամի կարբիդ: Այս համաձուլվածքների ջերմակայունությունը կազմում է 850...900°C:

3) *Տիտանատանտալավոլֆրամակորալտային (եռակարբիդային)*՝ TT7K12, TT8K6, TT20K9, որոնք բաղկացած են վոլֆրամի, տիտանի, տանտալի կարբիդներից և կորալտից: Օրինակ՝ TT7K12 համաձուլվածքը պա-

րունակում է 4% տիտանի կարբիդ, 3% տանտալի կարբիդ, 12% կոբալտ և 81% վոլֆրամի կարբիդ: Այս համաձուլվածքների ջերմակայունությունը կազմում է 750°C:

Վոլֆրամային կարծր համաձուլվածքներն օժտված են ադիզային հատկությամբ, որի հետևանքով պողպատների մշակման ժամանակ գործիքի առջևի նիստի վրա առաջանում է փոսիկ, վերջինիս հետևանքով նվազում են նրա կտրող հատկությունները: Հաշվի առնելով նշվածը՝ վոլֆրամային կարծր համաձուլվածքները կիրառվում են հիմնականում թուջե դետալների մշակման ժամանակ: Այդ խմբից ամենատարածվածը BK8 մակնիշի համաձուլվածքն է: BK6M մակնիշի համաձուլվածքը մյուսներից տարբերվում է մանրահատիկայնությամբ, բարձր խտությամբ և կիրառվում է գերկարծր թուջերի, չժանգոտվող պողպատների և այլ նյութերի մշակման համար:

Տիտանավոլֆրամային կարծր համաձուլվածքների ջերմահաղորդականության գործակիցն ավելի փոքր է, քան վոլֆրամային կարծր համաձուլվածքներինը: Այդ պատճառով դրանք կիրառվում են ամխասձնային և լեգիրված պողպատների մշակման ժամանակ:

Տիտանատանտալավոլֆրամային կարծր համաձուլվածքները կիրառվում են պողպատե (այդ թվում նաև դժվար մշակվող) նախապատրաստվածքների սևատաշ և կիսամաքուր մշակումների ժամանակ:

Կարծր համաձուլվածքի լավարկված մակնիշի ընտրության ժամանակ անհրաժեշտ է նկատի ունենալ, որ նրա մեջ կոբալտի (կապակցող նյութ) քանակության ավելացմամբ մեծանում է գործիքանյութի ամրության սահմանն՝ ըստ ծռման, սակայն նվազում են համաձուլվածքի կտրող հատկությունները: Փոքր քանակությամբ կոբալտ պարունակող կարծր համաձուլվածքները կարելի է երաշխավորել կիսամաքուր և մաքրատաշ մշակումների համար:

Կարծր համաձուլվածքների կտրող հատկությունները կախված են նրանց ֆիզիկա-մեխանիկական հատկություններից: Կարծր համաձուլվածքների հիմնական բնութագրերից է տեսակարար կշիռը: Տեսակարար կշռի բարձրացումը հանգեցնում է համաձուլվածքի որակի բարձրացմանը: Կարծր համաձուլվածքների ջերմահաղորդականությունը բավականին ցածր է, և նրա ջերմային առանձնահատկություններն ազդում են գործիքի պատրաստման այնպիսի տեխնոլոգիական գործողությունների վրա, ինչպիսիք են՝ գողումը, հղկումը և սրումը: Կարծր համաձուլվածքները զգայուն

են տաքացման և սառեցման նկատմամբ: Դաքերից խուսափելու համար պետք է խուսափել դրանց արագ տաքացումից և սառեցումից:

Կարծր համաձուլվածքների առավելությունը նաև բարձր մաշակայունությունն է: Կտրման գոտում ջերմաստիճանի բարձրացման հետևանքով կարծր համաձուլվածքը տաքանում է, որի արդյունքում մեծանում է նրա հարվածային մածուցիկությունը: Այս հատկությունը հնարավորություն է տալիս աշխատել կտրման բարձր ռեժիմներով:

Թանկարժեք վոլֆրամի խնայողության նպատակով ստեղծվել են առանց վոլֆրամի կարծր համաձուլվածքներ՝ անցումային մետաղների կարբիդների, ինչպես նաև կարբիդանիտրիդների հիմքով (տիտան, վանադիում, նիեբիա, տանտալ): Որպես կապակցող նյութ՝ այս համաձուլվածքների համար օգտագործվում է նիկելամոլիբդենը: Առանց վոլֆրամի կարծր համաձուլվածքներն իրենց բնութագրերով հավասարազոր են TK խմբի համաձուլվածքներին: Սակայն ամրությամբ, ջերմահաղորդականությամբ և հարվածային մածուցիկությամբ դրանք որոշ չափով զիջում են սովորական կարծր համաձուլվածքներին, իսկ ադիեզիոն փոխազդեցությունը մշակվող նյութի հետ բավականին ցածր է:

Աղյուսակ 1.5

Համա- ձուլվածքի մակնիշը	TiC, %	Ni, %	Mo, %	$\sigma_{\text{ծան}} \cdot$ ՄՊա	$\sigma_{\text{սեղմ}} \cdot$ ՄՊա
TH-20	79	16	5	1080	3430
TH-25	74	20	6	1180	3380
TH-30	70	24	7	1270	3330
TH-50	50	37	13	1225	-
KHT16	74	19,5	6,5	1180	-

Աղյուսակ 1.5-ում բերված են առանց վոլֆրամի կարծր համաձուլվածքի մակնիշների կազմությունը և դրանց ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունները:

BK խմբի կարծր համաձուլվածքի շահագործական բնութագրի բարձրացման ուղիներից մեկը նրա կտրող մասի վրա տիտանի կարբիդի նստեցումն է: Կարծր համաձուլվածքից պատրաստված չարվող քիթեղիկների վրա 5...20 մկմ հաստությամբ տիտանի կարբիդի առկայության դեպքում

մակերևույթն ստացվում է ավելի կարծր և մաշակայուն, որը 3...4 անգամ բարձրացնում է գործիքի կայունությունը:

1.5 Միներալակերամիկա

Միներալակերամիկան այլումինի օքսիդ է (Al_2O_3): Կարծր համաձուլվածքների համեմատ՝ միներալակերամիկան ունի մի շարք առավելություններ.

1) բարձր ջերմակայունություն 1100...1200°C, որն ապահովում է մեծ կարծրության պողպատների մշակում՝ կտրման մեծ արագություններով,

2) բարձր մաշակայունություն, որը հնարավորություն է տալիս պատրաստելու բարձր չափային կայունություն ապահովող գործիք,

3) բարձր շահավետություն, շնորհիվ գործիքանյութի մեջ թանկ նյութերի բացակայության (մասնավորապես՝ վոլֆրամ) և նյութի ցածր արժեքի:

Միներալակերամիկական նյութերը լինում են երկու տեսակի՝ օքսիդային (ՈՒՄ332) և օքսիդակարբիդային (BOK-60, B-3): Վերջին երկու մակնիշների կազմի մեջ մտնում են տիտանի, վոլֆրամի, մոլիբդենի կարբիդներ:

Աղյուսակ 1.6

Կերամիկայի մակնիշը	$\sigma_{\text{ծնն}},$ ՄՊա	$\sigma_{\text{սեղն}},$ ՄՊա	Ջերմակայունությունը, °C
ՈՒՄ-332	325	5000	1400
BO-13	475	2580	1100
BIII-13	550	-	-
B3	600	-	1100
BOK-60	650	2400	1100
BOK-63	675	-	-
OHT-20	700	2250	1200

Աղյուսակ 1.6-ում բերված են գործիքային միներալակերամիկայի ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունները:

Միներալակերամիկայի մեջ տարբեր տարրերի ավելացմամբ բարձրանում է նրա որակը: Այդպիսի նյութերը կոչվում են **կերամետներ**, այսինքն՝ կազմված են միներալակերամիկայից և մետաղներից: Կերամետներն առանձնահատուկ նշանակություն ունեն դժվար մշակելի պողպատների և

համաձուլվածքների մշակման ժամանակ: Միներալակերամիկան ունի մի շարք թերություններ. քայքայման նկատմամբ ցածր դիմադրողականություն, ցածր հարվածային մածուցիկություն, որոնք զգալիորեն կրճատում են մետաղամշակման մեջ դրանց կիրառումը: Այսպես, օրինակ՝ ԼՄ332 մակնիշի ամրության սահմանը, ըստ ծանան, կազմում է մինչև 350 ՄՊա, իսկ BOK-60 մակնիշինը՝ 750 ՄՊա:

Օքսիդային կերամիկայից և կերմետներից բացի, լայնորեն կիրառվում է նաև նիտրիդա-օքսիդային կերամիկան, օրինակ՝ «կորտինիտ» մակնիշի (սուտակի կամ այլումինի օքսիդի և տիտանի նիտրիդի շաղախ):

1.6 Գերկարժր գործիքային նյութեր

Ալմաստը, որպես գործիքանյութ, մեծ տարածում է գտել մեքենաշինության մեջ, և նրա օգտագործման բնագավառը տարեցտարի մեծանում է: Իր բյուրեղային կառուցվածքով ալմաստը ածխածնի մոդիֆիկացիաներից մեկն է: Այն հայտնի միներալներից ամենակարծրն է, սակայն նրա ամրությունը մեծ չէ, որի պատճառով էլ օգտագործվում է կտրման փոքր բեռնվածության դեպքում: Ալմաստն ունի գծային ընդարձակման բավականին ցածր գործակից, որը թույլ է տալիս պատրաստել բարձր ճշտությամբ դետալներ: Ալմաստի ջերմակայունությունը մեծ չէ. բնական ալմաստինը կազմում է 700...750°C, արհեստական ալմաստինը՝ 600...700°C: Ջերմաստիճանային նշված տիրույթում ալմաստը պողպատների հետ հալման ժամանակ քիմիապես շատ ակտիվ է, որը վատացնում է նրա կտրող հատկությունները և հնարավորություն չի տալիս այն արդյունավետ օգտագործել սև մետաղների մշակման ժամանակ: Գործիքների պատրաստման համար օգտագործվում են բնական (A) և արհեստական (AC) ալմաստները: Արհեստական բազմաբյուրեղային ալմաստի (ACB, ACPK, APC3) ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունները մոտ են բնականին: Արհեստական սինթետի միջոցով ստացվում են մեծ չափերի ալմաստի միաբյուրեղներ և բազմաբյուրեղներ: Արդեն արտադրության մեջ օգտագործվում են բալլաս (ACB) և կարբոնադ (ACPK), որոնց չափերը (5...7 մմ) թույլ են տալիս պատրաստել կտրիչներ, ֆրեզներ և ուրիշ սայրավոր գործիքներ:

Գործիքաշինության մեջ լայն կիրառություն են գտել բորի խորանարդաձև նիտրիդի (KHB) հիմքով սինթետիկ (արհեստական) գերկարժր նյութերը, բյուրեղային ցանցը նման է ալմաստի բյուրեղային ցանցին, կարծ-

րությունը բարձր է և մոտ` ավմաստի կարծրությանը, իսկ ջերմակայունությունը գերազանցում է ավմաստի ջերմակայունությանը` կազմելով 1500...1600°C: Բորի խորանարդաձև նիտրիդի ձևափոխություններից ստացված գործիքանյութերը կոչվում են կոմպոզիտներ: Բոլոր տեսակի կոմպոզիտները բաժանվում են երկու խմբի. առաջին խմբի նյութերի մեջ բորի խորանարդաձև նիտրիդի քանակը կազմում է 95% և ավելի, իսկ երկրորդ խմբի նյութերի մեջ` 75%, մնացածը տարբեր հավելանյութեր են (օրինակ Al_2O_3): Առաջին խմբին են պատկանում` էլբոր P (կոմպոզիտ 01), հեքսանիտ (կոմպոզիտ 10), բելբոր P (կոմպոզիտ 02), իսմիտ: Երկրորդ խմբի կոմպոզիտային նյութերի մեջ (կոմպոզիտ 05) բորի խորանարդաձև նիտրիդի քանակը 75% է, մնացածը 25%-ը բաժին է ընկնում ալյումինի օքսիդին:

Բացի նշված գերկարծր նյութերից, օգտագործվում են նաև կայծքարի նիտրիդի հիմքով գերկարծր գործիքանյութեր` սիլինիտ P, որը մնացածից տարբերվում է պողպատների, պղնձի համաձուլվածքների, ալյումինի մշակման ժամանակ ադիեզիոն հակումների բացակայությամբ: Նոր գործիքանյութերից են նաև արհեստական շափյուղայի (սապֆիր), սուտակի և այլ նյութերի միաբյուրեղները:

Ավմաստե և գերկարծր գործիքանյութերից պատրաստված գործիքներն ապահովում են մշակման մինչև 9-րդ կվալիտետի ճշտություն: