

ԽՄԽՍՀՄԻ ԱՊՐԵԼ ԿՈՄԻՏԵ

ԵՏԱԼԱԴՆՈՒԹՅԱՆ
ԼԱՐՈՐԱՏՈՐ
ԴՐԱԿՏԻԿՈՒԾ

ԵՐԵՎԱՆ

Ա. Ա. ԽԱՂԱԹՅԱՆ

ՄԵՏԱՂԱԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ՊՐԱԿՏԻԿՈՒՄ

Քույրատրված է Հայկական ՄՍՀ բարձրագույն և միջնակարգ
մասնագիտական կրթության մեթոդաբույսին կողմից որպես
ուսումնական ձեռնարկ՝ գյուղատնտեսական էխնադարների
գյուղատնտեսության ֆակուլտետի ուսանողներին համար:

Մետաղագիտության դասընթացի լաբորատոր աշխատանքները այս ուսումնական ձեռնարկը կազմված է գյուղատնտեսական ինստիտուտի գյուղամեքենայացման ֆակուլտետի ուսանողների համար: Այն կարող է օգտակար լինել նաև այլ տեխնիկական բուհերի ու տեխնիկումների ուսանողների, ինչպես նաև համադասարան ձեռնարկության հոդվածների մետաղարանության լաբորատորիաներում և ջերմամշակման արտադրամասերում աշխատողներին համար:

Գրքում դետեղված 19 լաբորատոր աշխատանքներն ընդգրկում են մետաղագիտության հիմնական բաժինները: Այնտեղ շարադրված են յուրաքանչյուր աշխատանքի նպատակը, տրված են տվյալ թեմային վերաբերող տեսական տեղեկություններ, հարցերի լուծման մեթոդիկան, անհրաժեշտ կախնալի կամ սարքի սխեմաներն ու նկարագրող թյուրերը, ինչպես և աշխատանքներին հաջվեալով լաբորատոր աշխատանքները:

Ա Ռ Ա Ջ Ա Բ Ա Ն

Տեխնիկական բուհերում համարյա բոլոր մասնագիտությունների դժույ մետաղագիտությունն ավանդվում է ոչ լրիվ ծավալով, ուսումնական պլանի ու ծրագրերի համաձայն ուսանողները ծանոթանում են տվյալ առարկայի սրուշ բաժիններին, սրտեղ տարբեր տեղեկություններ են տրվում մետաղանյութերի մեխանիկական և ֆիզիկական փորձարկման մեթոդներին, մետաղարանություն, ջերմամշակման և այլ թեմաների վերաբերյալ: Ծվյալ ձեռնարկը նախատեսված է նման ծրագրով մետաղագիտության դասընթացն ուսումնասիրող ուսանողների համար:

Ձեռնարկում շարադրված լաբորատոր աշխատանքներում տեղեկություններ են բերվում մետաղների մեխանիկական փորձարկման մեթոդների մասին, սահմանված են ձգման փորձարկման միջոցով սրուշված մետաղանյութերի ամրությունն ու պլաստիկությունը բնութագրող ցուցանիշները, տրված են մետաղների կտրծրությունն ու հարվածային ճշվածության սրուշման մեթոդները (I, II և III աշխատանքներ):

IV աշխատանքն ուսանողին ծանոթացնում է միահալվածքների վիճակի դիագրամի կառուցման մեթոդիկային: V, VI և VII աշխատանքները նվիրված են մետաղների ստրուկտուրային աճալիզի մեթոդներին: VIII աշխատանքում կատարված է երկաթ-ածխածնային միահալվածքների վիճակի դիագրամի համաստ վերլուծությունը: IX և X աշխատանքները ուսանողին ծանոթացնում են հալոտարակշռության վիճակում գտնվող անխառնված պոպպատների և չուգունների ստրուկտուրային ու հատկություններին:

Ջերմամշակման են նվիրված XI—XII աշխատանքները: XIII աշխատանքը կոմման ու վերաբյուրեղացման թրծաթոյման ընթացքում տեղի առեցող երևույթների և դրանց արդյունքների մասին է: XIV աշխատանքը պոպպատի ջերմա-քիմիական մշակման մեթոդներից մեկի՝ ցեմենտացման մասին է: XV-ը դետալների արտաքին շերտի ամրություն մեծացման մեթոդներից մեկն է (մակամիտում բարձր հաճախություն հոսանքների միջոցով): XVI-ը պարզարանում է միսկիաթվան սրուշման մեթոդիկան: XVII և XVIII-ը ծանոթացնում են լեգիր-

АРТАВАЗД АРМЕНАКОВИЧ ХАЛЯТЯН
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
ПО МЕТАЛЛОВЕДЕНИЮ

Учебное пособие

3-11-1

(на армянском языке)
Издательство „ԼՄԻՏ“
Ереван 1968

ված և գործիքային պոլիպատենիի ստրուկտուրային ու հասկումը լուսնահարկին և, վերջապես, XIX աշխատանքը նվիրված է որոշ գոնավոր միահալվածքների ստրուկտուրայի ուսումնասիրմանը:

Դասակարգման լուսնահարկի ընթացքում համառոտ կերպով լուսաբանվող հարցերը՝ մետաղների մեխանիկական հասկումը լուսնահարկի որոշման մեթոդները, միկրոստրուկտուրայի և մակրոստրուկտուրայի մեթոդները և այլն, ձեռնարկում շարադրված են համեմատաբար ավելի մանրամասնորեն: Ընդհանրապես, դասակարգման լուսնահարկի հիմնական հարցերը՝ մետաղների բյուրեղային կառուցվածքը, ֆազային փոխարկումների կինետիկան (մեխանիկական և ջերմային մշակման ընթացքում), միահալվածքների և ջերմամշակման տեսություններն ընդհանրապես, ինչպես և մյուս հարցերը, շոշափված են համեմատաբար համառոտակի: Սակայն նկատի առնելով, որ մետաղագիտության վերաբերյալ հայերեն բավականաչափ գրականություն չկա, ձեռնարկում շարադրված լուսնահարկային աշխատանքում, բացի գործնականից, բերված են նաև միջառն թեման ըմբռնելու և այն գիտական ունիվերսալ մակարդակով կատարելու համար պահանջվող տեսական տեղեկություններ:

Ձեռնարկում հաճախ չի արվում կատարվող աշխատանքների հաշվետվության ձևը՝ ենթադրյալ ուսուցման նպատակայնությունից, նկատի առնելով, որ ուսանողը պետք է կարողանա ինքնուրույն կերպով ձևակերպել փորձերի արդյունքները պարզ աղյուսակների, գիտագրքային կամ համառոտ գրավոր եզրակացությունների ձևով:

ՑՈՒՑՈՒՄՆԵՐ ՈՒՍԱՆՈՂԻՆ

Ցուրաբանչյուր աշխատանքի կատարման համար նախատեսված է 2 ակադեմիական ժամ: Աշխատանքը կատարելուց հետո պետք է ներկայացնել համադրատախանի հաշվետվություն:

Տվյալ աշխատանքը հաջողությամբ կատարելու, նրա էությունը ըմբռնելու և յուրացնելու համար անհրաժեշտ է նախօրոք մանրամասն ծանոթանալ այդ աշխատանքի բովանդակությանը, հաշվետվությունը նախապատրաստել աշխատանքի առաջադրանքում տրված հարցերի համաձայն և այն վերջնականապես լրացնել լաբորատորիայում աշխատանքը կատարելու ընթացքում:

Հաշվետվության մեջ, որը կարելի է տեղափոխել 3—5 էջում, հիմնականում պետք է նշվեն աշխատանքի նպատակը, կիրառված մեթոդի էությունը, նկարագրությունը, օգտագործված գործիքների կամ սարքերի աշխատանքի սկզբունքը, տրված զրանց սխեմաները, գրանցված չափված կամ որոշված արդյունքները՝ աղյուսակների կամ գրաֆիկների ձևով, ելրակացությունները, բերված հետադրված մեթոդները, տեղեկանքի սխեմայի պատկերները, դրանց բնույթի սահմանումը, հասկումը լուսնահարկի և այլն:

Անհրաժեշտ ենք համարում ուսանողներին զուլաջանել, որ ավանդող ստարիկան ընդգրկում է նրանց համար լազմաթիվ նոր մետաղագիտական կատեգորիաներ՝ դրուլթներ, հասկացողություններ, պայմանականություններ, տերմիններ և մակդերներ, որոնց յուլաջումը նրանցից պահանջում է սխտեմատիկ աշխատանք:

Ն Ե Ր Ա Ծ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Վամանակակից տեխնիկայում օգտագործվող հիմնական նյութերը մետաղներն են, որոնց արտադրությունը տարեցտարի ավելի մեծ տեմպերով է աճում: Մետաղների արտադրության տեմպի մասին գաղափար կազմելու համար բավական է նշել, որ, համաձայն հետազոտարված պլանի, ՄՍՀՄ-ում 1980 թվականին միայն պողպատի տարեկան արտադրությունը կհասնի 250 միլիոն տոննայի, մինչդեռ 1955 թվականին ՄՍՀՄ-ի ամբողջ մետաղաֆոնդը կազմում էր 270 միլիոն տոննա:

Վողովրդական տնտեսության համար բացառիկ կարևոր նշանակություն ունեցող մետաղանյութերը խոստումնալի ծախսելու, մեքենաների դետալների և գործիքների համար համապատասխան նյութ ընտրելու, պատրաստի մեքենայի կամ գործիքի ծառայության ժամկետը երկարացնելու, հուսալիությանը տարահովելու և, վերջապես, արտադրվող մետաղանյութերի որակը բարձրացնելու համար անհրաժեշտ է լաբորանել գիտելիքների այն ամբողջ կամպլեքսը, որ տալիս է մետաղագիտության տարական:

Մետաղագիտությանն ուսումնասիրում է մետաղանյութերի հատկությունների փոփոխման ստորհանը՝ նրանց լազադրության և վիճակի փոփոխմանը համեմատ:

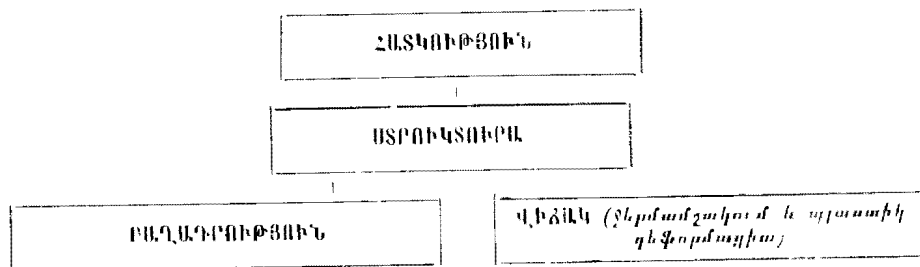
Երբ փոփոխվում է մետաղանյութի լազադրությունը, երբ նա ենթարկվում է ջերմամշակման կամ տարբեր ստորհանի ստոր պլաստիկ դեֆորմացիայի, այն ձևը է բերում որոշակի ստրուկտուրա, որոշակի ֆիզիկական, քիմիական, մեխանիկական և տեխնոլոգիական հատկություններ:

Վեկավարվելով մետաղագիտության տեսություններով (վիճակի և Քրադադրություն—հատկություն գիտագրքային, հատվածների կանոնով, տոտոնների իզոթերմիկ փոխարկման կորերով, չազունի ստրուկտուրային դեֆորմաներով և այլ դրուլթներով), մեզ հաջողվում է նախապես որոշել միջառն մետաղանյութի ստրուկտուրան և, հետևապես, դադարի կազմել նրա հատկությունների փոփոխման չափի մասին:

Մետաղագիտության ստարկայի ուսուցման հիմնական՝

պարզաբանել տեխնիկայում օգտագործվող մետաղանյութերի հատկությունները:

Առումնասիրելով մետաղական միահալվածքների ստրուկտուրային փոփոխությունները, որոնք տեղի են տանում արտաքին (ջերմաստիճանի, ճնշման) և ներքին (կոնցենտրացիայի) գործոնների փոփոխման ազդեցության տակ, պարզաբանել և կազմում միահալվածքի հատկությունների մասին, նախօրոք գիտենալով տվյալ միահալվածքի տաճին ստրուկտուրային բաղադրիչների հատկությունները: Սա է մետաղագիտության առումնասիրությունը հիմնական մեթոդը, որը կարելի է պատկերել հետևյալ սխեմայով՝



Մետաղական միահալվածքի վիճակի փոփոխման վրա ազդող հիմնական գործոններն են ջերմային մշակումը և պլաստիկ դեֆորմացիան:

Այսպիսով, միահալվածքի բաղադրություն, նրա ջերմամշակման տեսակի, ինչպես նաև սեփմի կամ պլաստիկ դեֆորմացիայի աստիճանի փոփոխման հետևանքով փոփոխվում է նրա ստրուկտուրան, ալն ձևով է բերում որոշակի հատկություններ: Հետևապես, միահալվածքների հատկությունները չորացնելու համար կենտրոնական տեղ է գրավում նրանց ստրուկտուրային առումնասիրությունը:

Տվյալ սխեմայի միահալվածքների ստրուկտուրային բաղադրիչների բնույթը և, հետևապես, նրանց հատկությունները պարզաբանելու համար կազմում և ուսումնասիրում են, ալնպես կոչված, վիճակի դիագրամներ, որոնք թույլ են տալիս գրաֆիկորեն պատկերել տվյալ սխեմայի համապատասխան վիճակում գտնվող միահալվածքների ստրուկտուրային բաղադրիչները՝ բաղադրություն և ջերմաստիճանի փոփոխման ընթացքում: Օրինակ, երբ մեկ հետաքրքրում են պողպատի և չադանի ստրուկտուրային բաղադրիչները (նրանց հատկությունների մասին գաղափար կազմելու համար), մենք օգտվում ենք երկրորդ անվանական միահալվածքների վիճակի դիագրամից: Ընդ որում այդ սխեմայի անունին ստրուկտուրային բաղադրիչների հատկությունները մեկ նախօրոք հալանի են:

Հատվածների կանոնը հնարավորություն է տալիս որոշել այդ սխեմայի ալնյալ միահալվածքի ֆազային կամ ստրուկտուրային բաղադրիչների քանակական հարաբերությունը և, օգտվելով Կոուենսկոյի-Մասիսենի «բաղադրություն-հատկություն» դիագրամներից, գաղափար կազմելու համապատասխան վիճակում գտնվող պողպատի կամ չադանի հատկությունների մասին:

Ահա ստրուկտուրային (արագ ստեղծված) վիճակում գտնվող պողպատի (կամ ալն միահալվածքի) հատկությունների մասին գաղափար կազմելու համար կառուցում և ուսումնասիրում են տվյալ պողպատի առաջնային լիզոնի միջոցով փոխարինման դիագրամը, որը նախապես գրաֆիկորեն, ավանդաբան կերպով, ցույց է տալիս ալն կամ ալն արագությունը ստեղծման պայմաններում պողպատի մեջ առաջացող ստրուկտուրային բաղադրիչները: Տվյալ դեպքում ևս անհրաժեշտ է նախօրոք պատկերել առանձին ստրուկտուրային բաղադրիչների բնույթն ու հատկությունները:

Այդ բոլորը, ինչպես նաև մետաղանյութերի հատկությունների որոշման, նրանց ստանձին ստրուկտուրային կամ ֆազային բաղադրիչների հալանագրման (ստրուկտուրային անալիզի) մեթոդներն էլ կազմում են մետաղագիտության հիմքը: Դրանք թույլ են տալիս ոչ միայն հալանագրել և ստուգել արտադրվող մետաղանյութերի հատկությունները, այլև ստանալ նոր, ավելի բարձր հատկություններով օժտված մետաղական միահալվածքներ:

Մետաղանյութերի հատկությունները գիտենալն անհրաժեշտ է արտադրողներին (մեքանիկներին), օգտագործողներին (կոնստրուկտորներին), մեխանիկական և ջերմային մշակում կատարողներին (տեխնոլոգներին), ինչպես նաև պատրաստի մեքենան կամ կալանքը շահագործողներին և նորոգողներին:

Արդի տեխնիկայի զարգացման էտապում մետաղանյութերը հիմնականում ստացվում են, նախ, հնդուկ վիճակում, ապա լցվում կաղապարների մեջ, որտեղ և լցվողանում են: Արտադրված ձուլվածքները դրանում են և մեքենաների դետալների պատրաստելու համար դրանք մշակում կտրման կամ ճնշման միջոցով: Հաճախ դետալները պատրաստվում են ձուլված, իսկ երբեմն նաև եռակցելու միջոցով: Պատասխանատու դետալները վերջում ենթարկվում են ջերմային մշակման: Հետևապես, մետաղանյութերի ստրուկտուրային և հատկություններին անհրաժեշտ է ծանոթանալ նրանց հեղուկ վիճակում, ուսումնասիրել նրանց լցվողանման պրոցեսը, հետևել նրանց հետագա ստեղծման ընթացքում տեղի տանցող ստրուկտուրային փոփոխություններին (եթե մետաղական հիմք ծառայող կոմպոնենտը պոլիմորֆ է) և նկատի տանալ ալն բոլոր ֆազային և ստրուկտուրային փոփոխությունները,

որոնք տեղի են ունենում մեխանիկական և ջերմային մշակման օպերացիաների կատարման ընթացքում:

Հետևաբար, ուսանողը պետք է լրացնի մետաղագիտության հիմնական գիտական դրույթները, մետաղների փորձարկման և հետազոտման մեթոդները, այն բոլոր չափանիշներն ու պարամետրերը, որոնցով բնութագրվում, գնահատվում են մետաղանյութերի հատկությունները և որակը, պետք է ըմբռնի այն բոլոր երևույթների ֆիզիկական իմաստը, որոնք տեղի են ունենում մետաղների արտադրման, մշակման և կիրառման ընթացքում:

Մետաղագիտության լաբորատոր աշխատանքների կատարումը հնարավորություն է տալիս ուսանողին ամրապնդելու տեսական նյութը, դործնականորեն ծանոթանալու մետաղագիտության մեջ կիրառվող հիմնական մեթոդների բնույթին, կիրառվող սարքերի և կաշանքների աշխատանքի սկզբունքին, ինչպես նաև ըմբռնելու մետաղների այս կամ այն հատկության ֆիզիկական իմաստը:

ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՓՈՐՁԱՐԿՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Մեքենաների և այլ կոնստրուկցիաների դետալների գերակշռող մասը պատրաստվում է մետաղանյութերից: Կոնստրուկցիաների աշխատանքի ընթացքում դրանք ենթարկվում են արտաքին ուժերի ազդեցությանը: Դետալներում ալի ուժերն ստեղծում են լարումներ, որոնց հետևանքով դրանք գեֆորմացիայի (ձևափոխության) են ենթարկվում:

Կոնստրուկցիաների անխափան և հարստե աշխատանքն սպառնալիցա համար անհրաժեշտ է, որ ալի լարումները արագորեն չքայքայեն դետալը և նրա գեֆորմացիան լինի թուլատրելի սահմաններում: Այդ սահմանալին լարումները, համապատասխան գեֆորմացիաները և այլ հարցեր պարզելու համար մետաղանյութերը ենթարկվում են մեխանիկական փորձարկումներին: Համեմատելով համապատասխան փորձարկումների միջոցով ստացված մեխանիկական հատկությունների ցուցանիշները (օրինակ՝ ամրություն, պլաստիկություն, ճլւթչան, մաշագիմացկունություն և այլն), հնարավոր է գտնել այս կամ այն պայմաններում աշխատող դետալի համար ավելի մետաղանյութի պիտանիություն:

Կոնստրուկցիաների նախագծման ընթացքում, երբ հաշվարկում, նյութ են ընտրում, որոշում են ավելի դետալի չափերը, անհրաժեշտ է լինում նախապես ծանոթ լինել ավելի նյութի այս կամ այն մեխանիկական հատկության ցուցանիշի մեծությունը, հակառակ դեպքում անհնարին կլինի նախագծումը: Հետևապես, մեխանիկական հատկությունների բնութագրերն իմանալն անհրաժեշտ է կոնստրուկցիաների նախագծման համար:

Մետաղանյութեր արտադրելու և հանձնելու ժամանակ նրանց տեխնիկական պայմանների պարամետրերի մեծությունների նշանակման հիմք են հանդիսանում մեխանիկական փորձարկումների միջոցով ստացված ցուցանիշները: Այդ ցուցանիշներով են գնահատում մետաղանյութի որակը և, վերջապես, ալի ցուցանիշների միջոցով են ստացում մետաղների ջերմային մշակման ճշտությունը:

Մետաղանյութերի հիմնական մեխանիկական հատկություններից մեկը նրանց ամրությունն է, այսինքն՝ լարումներին դիմադրելու նրանց ունակությունը տառց քայքայվելու:

Բեռնավորման եղանակին համեմատ, գետալի մեջ տառցացած ճիգը կամ լարումը կարող է լինել՝

1. Ստատիկական, երբ ճիգը կամ լարումը աճում է սահուն կերպով, հասնում իր առավելագույն արժեքին և ապա մնում անփոփոխ:

2. Դինամիկական, երբ ճիգը աճում է մեծ արագությունով՝ հարվածի ձևով:

3. Կրկնօղ-փոփոխական, երբ ճիգը փոխում է ինչպես իր մեծությունը, աչնպես էլ ուղղությունը (ստատիկորեն կամ դինամիկորեն) և կրկնվում ցիկլերով:

Թվարկած բևեռավորման եղանակին համեմատ մետաղանյութը տարբեր չափով է դիմադրում լարումներին, համապատասխանաբար էլ դատում են նրա ստատիկական, դինամիկական և ցիկլային (կամ հոգնածածկան) ամրություն մասին: Հետևապես, նույն նյութի հատկությունների ցուցանիշները ոչ թե հաստատուն մեծություններ են, այլ փոփոխական, կախված են փորձարկման պայմաններից: Այդ ցուցանիշների մեծություն վրա, բացի բևեռավորման արագությունից և եղանակից, ուղղում են նաև ջերմաստիճանային, մասշտաբային և այլ գործոններ: Այդ պատճառով մետաղների մեխանիկական հատկությունները որոշվում են ինչպես նորմալ, աչնպես էլ բարձր և ցածր ջերմաստիճանների պայմաններում, օգտագործելով ստանդարտ ձևի ու չափերի նմուշներ՝ մասշտաբային գործոնի պահպանման և փորձարկման ավելաները համեմատելի դրսևնելու համար:

Մետաղները ենթարկվում են հիմնական մեխանիկական փորձարկումների՝

1. Ստատիկական կամ դինամիկական ձգման, սեղմման, ծռման, ուղղման և կտրման.

2. Կտրծրություն.

3. Հարվածային ճլուխ.

4. Հոգնածություն.

5. Ս ռ զ ք ի.

6. Մաշման փորձարկման.

7. Տարբեր տեխնոլոգիական փորձարկումների՝ հեղուկահոսունություն, եռակցման ունակություն, մշակելիություն (կարող գործիքով կամ ճնշմամբ), միեկիություն, կռաձգման ունակություն և այլն:

Թված փորձարկումներից ամենատարածվածներն են ստատիկական ձգման, (ինչպես նաև ծռման), կտրծրություն և հարվածային ճլուխ

փորձարկումները, որոնք, համեմատած մնացածների հետ, ավելի պարզ են, մշակված և այդ պատճառով ավելի կիրառելի:

Առանձին փորձարկման մեթոդը չի կարող բնութագրել գետալի նյութի իրական ուղիսատանքի պայմանները մեքենայի մեջ, որոնք տնհամեմատ ավելի բարդ են: Մեքենաների գետալները ենթարկվում են վերջնական փորձարկման կամ հատուկ պատրաստված ստենդներում, որտեղ արհեստականորեն ստեղծում են գետալի ուղիսատանքի պայմաններ, կամ աշխատեցնում են մեքենայի ավելի հանգույցը, կամ էլ հենց մեքենայի մեջ՝ նրա շահագործման ընթացքում: Սակայն փորձարկման մի մեթոդը չի բացառում մշտին, ընդհակառակը, դրանք լրացնում են միմյանց: Ամեն մի փորձարկման մեթոդ բնութագրում է մետաղանյութի հատկությունը աշխատանքի որոշակի պայմաններում:

Ծրագրի պահանջների համաձայն մենք կծանոթանանք միայն վերը թվարկված, ամենատարածված, փորձարկման մեթոդներին:

Ա Շ Խ Ա Տ Ա Ն Ք I

ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ՍՏԱՏԻՎԱԿԱՆ ԶԳՄԱՆ ՓՈՐՁԱՐԿՈՒՄԸ

1. ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Աշխատանքի նպատակն է՝ ծանոթանալ փորձարկման մեթոդիկային (որը հիմնականում չուրացվում է նյութերի դիմադրությունն ուսումնասիրելու ընթացքում) և հատկապես ուշադրություն դարձնել հետևյալ երկու հարցի վրա:

1. Ինչպե՞ս են փոփոխվում այս փորձարկումից ստացվող ցուցանիշները՝ պողպատի քիմիական բաղադրությանը և վիճակի փոփոխմանը համեմատ (գրականությունում տվյալների հիման վրա):

2. Ինչպե՞ս է սառը պլաստիկ դեֆորմացիան ազդում պողպատի ամրության և պլաստիկության ցուցանիշների մեծություններին:

Զգման փորձարկման միջոցով որոշվում են մետաղի մեխանիկական հատկությունները բնութագրող հետևյալ ցուցանիշները.

σ_b — ամրության սահմանը,

σ_s — հոսունության սահմանը,

σ_c — առաձգականության սահմանը,

σ_p — համեմատականության սահմանը,

δ — հարաբերական երկարացումը,

Ψ — նյութի լայնական հասվածքի հարաբերական նեղացումը,

E — նորմալ առաձգականության մոդուլը:

Առաջին չորս ցուցանիշները բնութագրում են նյութի ամրության մեծությունը, իսկ Ψ -ն՝ պլաստիկությունը, E -ն՝ կոշտությունը:

Տարբեր բաղադրության ունեցող պողպատներն ունեն մեխանիկական հատկությունների ցուցանիշների տարբեր մեծություններ: Օրինակ, համեմատական համար աղյուսակ 1-ում բերված են թրծաթողված երկու ածխածնային պողպատների ամրության, պլաստիկության և կարծրության ցուցանիշների միջին մեծությունները:

Պողպատի տեսակները	Ամրության սահմանը՝ σ_b կգ/մմ ²	Հարաբերական երկարացումը՝ δ %	Կարծրության ըստ Բրինելի՝ HB կգ/մմ ²
05	25	45	80
85	130	10	260

Պողպատի մեխանիկական հատկությունների ցուցանիշների մեծությունները վրա մեծ ազդեցություն է թողնում նաև նրա վիճակը: Աղյուսակ 2-ում բերված թվերը ցույց են տալիս, թե ի՞նչ չափով են փոփոխվում պողպատ 40-ի մի քանի մեխանիկական հատկությունների ցուցանիշները նրա տարբեր վիճակներում (աղյուսակում բերված են միջին, կլորացված, տվյալներ):

Աղյուսակ 2

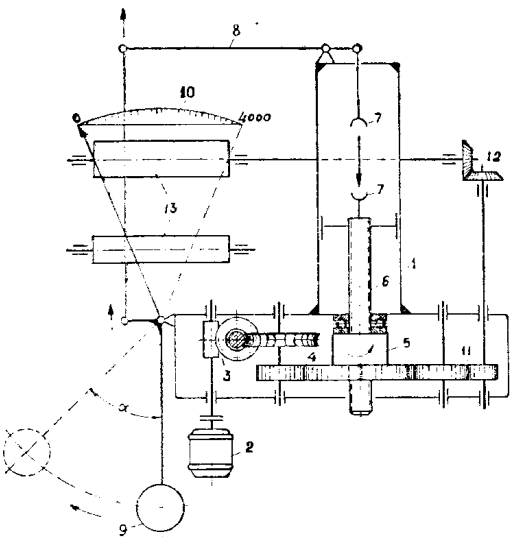
Պողպատ 40-ի վիճակը	Ամրության սահմանը՝ σ_b կգ/մմ ²	Հարաբերական երկարացումը՝ δ %	Կարծրության ըստ Բրինելի՝ HB կգ/մմ ²
Թրծաթողված	50	18	140
Բ ի վ ա ծ	220	0	620
Բարելավված	100	7	270

Ինչպես երևում է աղյուսակներում բերված տվյալներից, պողպատի բաղադրության և նյութի բաղադրությունն ունեցող մեկ այլ պողպատի վիճակի փոփոխման հետ միասին, զգալիորեն փոփոխվում են նաև նրա հատկությունները: Պողպատի ինչպես բաղադրության, այնպես էլ վիճակի փոփոխմանը զուգընթաց փոփոխվում է նաև նրա ստրուկտուրան, որով բացատրվում է պողպատի հատկությունների փոփոխումը:

Զգման փորձարկման համար տվյալ մետաղի որոշակի տեղից կտրվում են մի կտոր, պատրաստում սառնդարձ ձևի ու չափի նմուշ, ապա հատուկ մեքենայի միջոցով այդ նմուշը ձգում այնքան, մինչև որ այն խզվի: Դրանից հետո որոշում են տվյալ մետաղի ստատիկական ձգման դիմադրության հատկությունները ընտրվող ցուցանիշների մեծությունները:

2. ՁԳՄԱՆ ՓՈՐՁԱՐԿՄԱՆ ՄԵՔԵՆԱՆԵՐԸ ԵՎ ՄԵԹՈԴԻԿԱՆ

Այս մեքենաները հաճախ ուղղակի կոչվում են խզող մեքենաներ: Դրանք բավականին բազմազան են ինչպես իրենց կոնստրուկցիայով, այնպես էլ հզորությունը: Յուրաքանչյուր խզող մեքենա հիմնականում ունի երկու կարևոր մեխանիզմ՝ ճիգ առաջացնող և ճիգ չափող:



Նկ. 1. IM—4P խզող մեքենայի կինեմատիկական սխեմա:

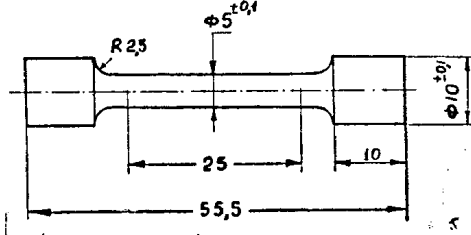
Իսկ ճիգ չափող մեխանիզմը լծակա-ճոճանակային է:

Այդ մեքենայի աշխատանքին ծանոթանալու համար նկ. 1-ում բերված է նրա կինեմատիկական սխեման:

Նկ. 2-ում ցույց են տրված (ըստ ГОСТ 1497—42) ձգման փորձարկման համար կիրառվող փոքր, կլոր նմուշի ձևն ու չափերը: Օգտագործվում են նաև ավելի մեծ չափի և տափակ նմուշներ:

IM—4P խզող մեքենան բաղկացած է հետևյալ հիմնական մասերից՝ հենցից (1):

Հաղորդակից, որը բաղկացած է էլեկտրաշարժիչից (2), երկու որդնակային զույգերից (3), գլանային ատամնանիվներից (4), մանեկից (5) և պտտատակից (6):



Նկ. 2. Ձգման փորձարկման համար կիրառվող կլոր, փոքր նմուշի էսքիզ:

Ձգման ճիգը չափող մեխանիզմները լինում են լծակավոր, լծակա-ճոճանակային, հիդրավլիկական կամ զսպանակավոր: Դրանցից ամենատարածված, պարզ կոնստրուկցիա ունեցող և ձգման ճիգը ճշգրիտ չափող մեխանիզմը լծակա-ճոճանակայինն է:

Ձգման ճիգը չափող մեխանիզմները լինում են լծակավոր, լծակա-ճոճանակային, հիդրավլիկական կամ զսպանակավոր: Դրանցից ամենատարածված, պարզ կոնստրուկցիա ունեցող և ձգման ճիգը ճշգրիտ չափող մեխանիզմը լծակա-ճոճանակայինն է:

Որպես ձգման փորձարկման մեքենայի օրինակ կարող է լինել ЦНИИТМАШ-ում նախագծված ИМ—4Р տիպի խզող մեքենան, որի ձգման ճիգ առաջացնող մեխանիզմն ունի մեխանիկական հաղորդիչ,

ձիգ չափող մեխանիզմից, որն իր հերթին բաղկացած է կալիչներից (7), լծակից (8), ճոճանակից (9), սալակից (զրիչի հետ) և թվաշույցից (10):

Դիագրամային ապարատից, որի մեջ մտնում են գլանային զույգը (11), կոնական ատամնանիվները (12) և թմբակները (13):

Փորձարկման սկզբում չափում են պատրաստված նմուշի տրամագիծը (d_0 -ն) 0,05 մմ ճշտությամբ և որոշում նրա լայնական հատվածքը (F մմ²): Հաշվարկային երկարությունը՝ $l_0 = 5d_0$ (կարճ նմուշի համար) տեղադրում են նմուշի երկարությունը, բարակ խողովակ՝ բաժանիչ հարմարանքի միջոցով: Հետո այն ամրացնում են կալիչներում և ձգում մինչև խզվելը: Փծված դիագրամը վերլուծում են և որոշում վերը նշված ձգման փորձարկումը բնութագրող բոլոր ցուցանիշները:

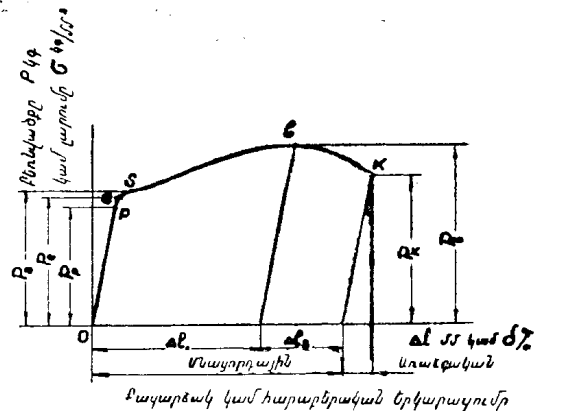
3. ՁԳՄԱՆ ԴԻԱԳՐԱՄԸ ԵՎ ՆՐԱ ՀԱՄԱՌՈՏ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ինչպես նշվեց, խզող մեքենաներն ունենում են նաև դիագրամային սպարատ, որի միջոցով փորձարկման ընթացքում գրանցվում է «բեռնվածք-բացարձակ երկարացում» կորը, որը կոչվում է սկզբնական ձգման դիագրամ: Բեռնվածքը և երկարացումը նմուշի չափերից անկախ դարձնելու նպատակով սկզբնական դիագրամից անցնում են պայմանական ձգման դիագրամին, P -ի (բեռնվածքի) փոխարեն վերցնելով $\sigma = \frac{P}{F}$

լարումը և Δl -ի (բացարձակ երկարացման) փոխարեն՝ $\delta = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\%$ հարաբերական երկարացումը, որտեղ՝

F -ը նմուշի լայնական հատվածքն է մմ²-ով, l_0 -ն՝ նմուշի հաշվարկային երկարությունը*, նշված հարաբերությունը բաղմամպատկում են հարյուրով՝ առկոսներով արտահայտելու համար:

Նկ. 3-ում բերված է փափուկ պողպատին բնորոշ ձգման դիագրամը:



Նկ. 3. Փափուկ պողպատի ձգման դիագրամ:

* P -ն և Δl -ը F -ի և l_0 վրա բաժանելով ձգման դիագրամի բնույթի փոփոխություն, որովհետև F -ը և l_0 -ն հաստատուն են:

Իրագրամի վրա նշում են բնորոշ կետեր, որոնք կորը բաժանում են մի քանի մասերի:

Կորի ՕՐ մասը ցույց է տալիս, որ բեռնվածքի և երկարացման վախճանություններն արտահայտվում է ուղիղ գծով և ենթարկվում է համեմատականության օրենքին, այսինքն՝ բեռնվածքի մեծացման հետ միասին համաչափորեն մեծանում է նաև դեֆորմացիան (երկարացումը): Հիշյալ վախճանությունն անալիտիկորեն արտահայտվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\sigma = E\delta \text{ կգ/մմ}^2:$$

Այս բանաձևը Հուկի հանրահայտ օրենքն է, որտեղ σ -ն նորմալ լարումն է,

δ -ն՝ հարաբերական երկարացումը $0/0$ -ով,

E -ն՝ համեմատականության գործակիցը կամ նորմալ առաձգականություն (չափը) կգ/մմ²-ով:

Նորմալ առաձգականության մոդուլը բնորոշում է նյութի կոշտությունը: Այն հավասար է ՕՐ գծի վերելքի անկյան տանգենտին: Այդ ցուցանիշը տարբեր բաղադրություն ունեցող մետաղական միահալվածքների համար տարբեր է, որը, ի տարբերություն մյուս մեխանիկական հատկությունները բնութագրող ցուցանիշների, նույն միահալվածքի համար (անկախ նրա վիճակից) մնում է համարյա հաստատուն: Հետևապես, նորմալ առաձգականության մոդուլը որոշ չափով որպես ֆիզիկական կոնստանտ է ծառայում միահալվածքների համար:

Համեմատականության առնձանը (σ_p -ն) այն պայմանական լարումն է, որի ժամանակ լարման և դեֆորմացիայի դժային հարաբերության շեղումը հասնում է որոշակի մեծության՝ ըստ սահմանված տեխնիկական պահանջների (օրինակ, 0,001 կամ 0,002%-ում) նմուշի հաշվարկային երկարությունից):

$$\sigma_p = \frac{P_p}{F_0} \text{ կգ/մմ}^2, \text{ որտեղ}$$

P_p -ն p կետի օրդինատն է կգ-ով,

F_0 -ն՝ նմուշի սկզբնական լայնական հասվածքի մակերեսը մմ²-ով:

Առաձգականության առնձանը (σ_e -ն) պայմանական լարում է, որի դեպքում մնայուն դեֆորմացիան հասնում է որևէ փոքր մեծության (օրինակ, 0,005%-ում) նմուշի հաշվարկային երկարությունից):

$$\sigma_e = \frac{P_e}{F_0} \text{ կգ/մմ}^2, \text{ որտեղ}$$

P_e -ն e կետի օրդինատն է կգ-ով:

Փորձարկման ժամանակ դժվար է չափել և տարբերել հիշյալ փոքր դեֆորմացիաները, որի պատճառով գործնականում որպես համեմատականության սահման բնորոշում են առաձգականության սահմանը (քանի որ դրանց տարբերությունն աննշան է):

Բեռնվածքի հետագա մեծացման հետ միասին նմուշն զգալիորեն երկարում է, ընդ որում այդ երկարումը տեղի է ունենում նույն (կամ համարյա նույն) բեռնվածքի ստի: Այդ դեպքում ընդունված է ենթադրել, որ նմուշի նյութը հոսում է, որտեղից և առաջացել է «հոսունություն» մակերևույթ:

Անհրաժեշտ է նշել, որ տարբերում են նյութերի առաձգական և պլաստիկ (մնայուն) դեֆորմացիաներ: Դեֆորմացիան համարվում է առաձգական, երբ բեռը վերացնելուց հետո նմուշի ձևափոխությունը (դեֆորմացիան) լիովին անհետանում է, իսկ պլաստիկ դեֆորմացիայի դեպքում այն մնում է նույնիսկ պատճառը (լարումը) վերացնելուց հետո:

Մետաղանյութերի հոսունության սահմանից ցածր լարումների պայմաններում դեֆորմացիան կրում է, հիմնականում, առաձգական բնույթ, այսինքն՝ բեռը վերացնելուց հետո այն գրեթե լիովին վերանում է: Այդ պայմաններում պլաստիկ դեֆորմացիան չնչին է: Սակայն սկսած հոսունության սահմանից և ավելի բարձր լարումների պայմաններում դեֆորմացիան գրեթե լիովին մնայուն է, այսինքն՝ առաձգական դեֆորմացիան համեմատաբար աննշան է:

Հոսունության առնձանը (σ_s -ը) այն ամենափոքր պայմանական լարումն է, որի ժամանակ հաստատուն (կամ գրեթե հաստատուն) բեռնվածքի ազդեցության տակ փորձարկվող նմուշն սկսում է ենթարկվել զգալի չափի պլաստիկ դեֆորմացիայի:

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F_0} \text{ կգ/մմ}^2, \text{ որտեղ}$$

P_s -ը s կետի օրդինատն է կգ-ով:

Քանի որ ոչ բոլոր մետաղների ձգման դիագրամն է ունենում հոսունության հարթակ, քանի որ այդ ցուցանիշը շատ կարևոր է, մասըրված է պայմանական հոսունության սահման» հատկացությունը:

Մետաղները ճնշման միջոցով մշակելիս նախապատրաստվածքի լարումը պետք է լինի հոսունության սահմանից ավելի, իսկ կոնստրուկցիաներում աշխատող դետալի լարումը ոչ մի դեպքում չի կարելի հասցնել այդ սահմանին, այն պետք է լինի համեմատականության սահմանից պակաս:

Պայմանական հոսունության առնձանը ($\sigma_{0.2}$ -ը) այնպիսի լարումն է, որը փորձարկվող նմուշում առաջացնում է 0,2%-ում մնայուն դեֆորմացիա (հաշվարկային երկարություն):

$$\sigma_{0.2} = \frac{P_{0.2}}{F_0} \text{ կգ/մմ}^2, \text{ որտեղ}$$

$P_{0,2}$ -ը նմուշում $0,2\%$ մնացած գեֆորմացիա առաջացնող բևեռվածքն է կզ-ով:

Նմուշի հետագա գեֆորմացիան համար, չնայած լուրջ միճակում նրա հատվածքը փոքրացել է, անհրաժեշտ է լինում բևեռվածքը մեծացնել մինչև b կետը: Այս հանգամանքն ապացուցում է, որ պլաստիկ գեֆորմացիան մեծացնում է պողպատի ամրությունը (պողպատի կոմիան շնորհիվ):

ձգման ժամանակ, հասնելով զրոյից մինչև b կետին համապատասխան բևեռվածքի աճի ընթացքում, գեֆորմացիան հավասարաչափ է բաշխվում նմուշի ամբողջ երկարությամբ:

Ամբողջական սահմանը (a_0 -ն) այն առավելագույն պայմանական լարման է, որին նմուշը կարող է դիմադրել առանց քայքայվելու, տալով հավասարաչափ գեֆորմացիա:

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0} \text{ կգ/մմ}^2, \text{ որակի}$$

P_0 -ն b կետի օրգինատն է:

Դիագրամի b կետից հետո նմուշն սկսում է սրեք տեղում զգալիորեն բարակել (գեֆորմացիան կենտրոնանում է դիմադրական ամենաթույլ տեղում), միլի է առաջանում և, որոշ չափով երկարացնելով հետո, k կետում խզվում է:

Պայմանական ձգման գիտյրամը խարտիկի ապափորմված է սակզծում պողպատի ամրության վերաբերյալ: Դիագրամի b կետից հետո, որը ձգման կորի ամենամեծ օրգինատն է, ճիզը, թվում է, թե նաև լարումը, նմուշի մեջ փոքրանում է: Կարծես փորձարկող նյութին իր ամրությունը

կորցնում և թուլանում է: Սակայն կորի ամենամեծ պատճառը նմուշում վզիկի առաջացումն է, որի ազդեցությունը գերազանցում է նյութի ամրության աճին: Իրականում լարումը, գեֆորմացիան առաջանալի մեծացմանը զուգընթաց, մինչև նմուշի վերջնական քայքայվածը (խզումը) աճում է:

Պողպատի ամրության փոփոխման մասին ավելի ճիշտ պատկերացում կարելի է կազմել խոնկան ձգման գիտյրամի առաջնային լարման (նկ. 4), որի կառուցման համար նկատի են առնում նմուշի հատվածքի փոքր

կարգի է կազմել խոնկան ձգման գիտյրամի առաջնային լարման (նկ. 4), որի կառուցման համար նկատի են առնում նմուշի հատվածքի փոքր

կարգում ձգման ընթացքում: Այդ կապակցությամբ գոյություն ունի ժիսկական ամրության սահմանի հասկացությունը:

Խսկական ամրության սահմանը (S -ը) խզման մոմենտում նմուշի վրա ազդող ուժի (P_k) և նրա վզիկի լայնական հատվածքի (F_1) հարաբերությունն է:

$$S = \frac{P_k}{F_1} \text{ կգ/մմ}^2,$$

Խսկական ձգման դիագրամը ցույց է տալիս, որ լարումը նմուշի գեֆորմացիան ընթացքում, մինչև նրա խզվելը, անընդհատ աճում է: Այստեղից, ինչպես արդեն նշվեց, բխում է մի կարևոր հետևություն, որ սառը վիճակում պլաստիկ գեֆորմացիան մեծացնում է պողպատի ամրությունը և փոքրացնում պլաստիկությունը:

Պլաստիկ գեֆորմացիան փոփոխում է մետաղյա միահալվածքների ոչ միայն միկանիկական, այլև մնացած բոլոր հատկությունները: Այդ հատկությունների փոփոխումը, որը պայմանավորվում է նրանց տարակուսարան առկա ունեցող փոփոխություններով, ինչպես նշվեց, կոչվում է կոմիածք (անս աշխ. XIII):

ձգման փորձարկման ժամանակ որոշում են նաև նմուշի հարաբերական երկարացումը (δ) և նրա լայնական հատվածքի հարաբերական նեղացումը (ψ), որոնք բնութագրում են նյութի պլաստիկությունը:

Հարաբերական երկարացումը (δ -ն) նմուշի բացարձակ մնացած երկարացման (Δl) և նրա հաշվարկային երկարություն (l_0) հարաբերությունն է՝ արտահայտված տոկոսներով.

$$\delta = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\%,$$

$\Delta l = l_1 - l_0$, որակի՝ l_1 -ը նմուշի երկարությունն է խզումից հետո:

Լայնական հատվածքի հարաբերական նեղացումը (ψ -ն) նմուշի սկզբնական հատվածքի (F_0) և վզիկի հատվածքի (F_1) տարբերության հարաբերությունն է նրա սկզբնական հատվածքին, որ նախապես արտահայտվում է տոկոսներով.

$$\psi = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \cdot 100\%:$$

* Երբեմն տեղ հարաբերությունը (S) անվանում են խոնկան խզման գիտյրություն, իսկ խոնկան ամրությունն առանձին համարվում է S_b -ն:

$$S_b = \frac{P_b}{F_b} \text{ կգ/մմ}^2, \text{ որակի}$$

P_b -ն b կետի օրգինատն է (նկ. 3) կզ-ով:

F_b -ն նմուշի լայնական հատվածքն է, b կետին համապատասխան լարման պայմաններում:

ՊՈՂՊԱՏԻ ՀԱՐԿԱԾԱՅԻՆ ՃԼՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

1. ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Անխառնաձևի նպատակն է՝ հարվածալին ճլաթյան որոշման մեթոդի լայնացման հետ միասին, որը համեմատաբար պարզ է, աշակերտության դարձնել ունի հիմնական գործոնների վրա, որոնք փոխադրվում են պողպատի հարվածալին ճլաթյան մեծությունը:

Պողպատի զինամիկական փորձարկումներից (ձգման, սեղմման, ծամման, ոլորման և կտրման) գործնականում ամենատարածվածը կտրվածքով նմուշի ծամման փորձարկումն է (Շարպիի մեթոդ), որը հաճախ անվանում են հարվածալին ճլաթյան փորձարկում:

Այս փորձարկման էությունը հետևյալն է: Որոշակի ձևի և չափերի նմուշը (Նկ. 7) կտրվում են ճոճանակալին ցցահարի միջոցով (Նկ. 6), որը թույլ է տալիս որոշել նմուշը կտրելու համար ծախսված աշխատանքը: Այդ աշխատանքը (ԿԳՄ-ով) ծառայում է որպես մետաղանյութի հարվածալին ճլաթյան ցուցանիշ:

Որքան փորձարկվող նյութը կարծր է, այնքան նրա ալի ցուցանիշը փոքր է, այնքան նա բեկուն է, որքան պլաստիկ է, այնքան մեծ է: Մեծ պլաստիկություն ունեցող և շատ կարծր նյութերի հարվածալին ճլաթյանը չեն որոշում՝ նկատի առնելով, որ պլաստիկ նյութի նմուշը ավելի փորձարկման պայմաններում չի կտրվում (հարվածալին ճլաթյանը մեծ է), իսկ կարծրների համար ալի մեթոդը շատ կոպիտ է՝ նրանք հեշտաթվամբ կտրվում են, առնեն շատ փոքր հարվածալին ճլաթյան, այսինքն բեկուն են:

Պողպատի հարվածալին ճլաթյան մեծությունը կախված է հետևյալ հիմնական գործոններից.

1. Նրա քիմիական բաղադրությունից, հիմնականում ածխածնի պարունակությունից, որի աճին համեմատ նվազում է հարվածալին ճլաթյանը:

2. Նրա միճակից՝ հիմնականում ջերմամշակման տեսակից: Օրինակ, թրծաթնուլված և նորմալացված պողպատն առնում է համեմատաբար ավելի մեծ հարվածալին ճլաթյան, միայն ապոպատը՝ ամենափոքրը: Միամեկվման ջերմաստիճանի բարձրացման հետ միասին աճում է նրա հարվածալին ճլաթյանը: Հնացման երկաթի նվազեցում է հարվածալին ճլաթյանը: Սառը միճակում պլաստիկ զեֆորմացիայի առաջնի մեծացումը նույնպես նվազեցնում է նրա հարվածալին ճլաթյանը:

Տարբեր մետաղանյութերի մեխանիկական հատկությունները ցուցանիշների համեմատումը միմյանց հետ թույլ կտա գաղափար կազմել, թե ո՞րն է համարվում մեծ, ո՞րը՝ փոքր (օրինակ, առաջ 1 և 2):

Մետաղների զեֆորմացիան, որը տեղի է առնում ինչպես արտաքին, այնպես էլ ներքին լարումների ազդեցություն տակ, բավականին բարդ երևույթների հետևանք է, որն ըմբռնելու համար անհրաժեշտ է պատկերացնել նրա մեխանիկային (նմուշի մասերի կամ նյութի ատրոսկոպիկ մասնիկների փոխադարձ շարժման ձևը, ազդեցությունը, մեծությունը և ուղին), այդ հարցը կապել մետաղանյութերի ատրոսկոպիկ հետ: Ընդունում են, որ առաձգական զեֆորմացիան մետաղի բյուրեղային վանդակի պարամետրերի վերականգնման հետևանք է, առաջին և անհնամ իոնների և էլեկտրոնների փոխադրման շարժիչ: Իսկ պլաստիկ զեֆորմացիան է՝ ալի բարդ երևույթների հետևանք է, ինչպես և մի ամբողջ շարք ալի երևույթների պատճառ: Մետաղների պլաստիկ զեֆորմացիայի և քաղցրաման մեխանիզմի հարցերը շատ բարդ հարցեր են (առաջին, XIII):

Չնայած մեքենաների զետալները հաշվարկվում են և աշխատանքի ընթացքում լարվում իրենց նյութի առաձգականությունը սահմաններում, նկատված է, որ մետաղանյութերը, ցանկացած փոքր լարումների ազդեցություն տակ, ենթարկվում են նաև պլաստիկ զեֆորմացիայի, այսինքն՝ ժամանակի ընթացքում մեքենաների զետալների չափերը փոփոխվում են: Սակայն նորմալ ջերմաստիճանների պայմաններում, առաձգականությունը սահմաններում լարումների ազդեցություն տակ, մետաղանյութերի մնացած զեֆորմացիան բավականին երկար ժամանակ աչքից անտեսվում է լինում, որ կարելի է անտեսել: Իսկ պլաստիկառեն զետալների համար այդ զեֆորմացիան հաշվի են առնում՝ որոշելով զետալի նյութի սուղի սահմանը և տեսական ամբողջությունը:

1. ԱՆՆԱՏԱՆԻԲԻ ԱՌԱՋԱԿՐԱՆԲԸ

1. Նշել մետաղների մեխանիկական հատկությունների որոշման նպատակը:
2. Համեմատելի նկարագրել ձգման փորձարկման մեթոդիկան, տալով $11M-4P$ խոզի մեքենայի էլեկտրոնային սխեման և ստանդարտ նմուշների էությունը:
3. Համարվելով գաղափար փոխադրող պողպատյան նմուշը ենթարկել ձգման փորձարկման, որոշել այդ պողպատի ամրությունը սահմանը և մասալոր հարաբերական երկարացումը:
4. Չեղարկել ձգման փորձարկման միջոցով որոշվող մետաղների մեխանիկական հատկությունները բնութագրող ցուցանիշները՝ տալով նրանց անալիտիկ առաձգականությունները (σ_0 , σ_s , σ_b , S_0 , S_s և U):
5. Թվարկել այն հիմնական գործոնները, որոնք ազդում են պողպատի մեխանիկական հատկությունների ցուցանիշների մեծությունը փոխադրման վրա՝ նշելով նրանց ազդեցությունը մոտավոր չափեր:

Հետևաբար, կաշի է ասել, որ այն լոլոր գործոնները, որոնք բարձրացնում են պոլիպատի կարծրությունը, նվազեցնում են նրա հարվածային ճլաթվունը:

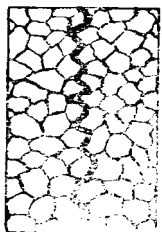
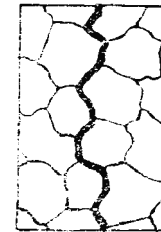
3. Պոլիպատի ստրուկտուրային արտաների ստրուկտուրային (օրինակ, ոչ մետաղական մասնիկների քանակից, նրանց ձևից և բաշխվածությունից՝ դեռավի հատվածքում, միամեղմման բեկումնային երևույթից և այլ արտաներից): Այս արտաների առկայությունը զգալիորեն նվազեցնում է պոլիպատի հարվածային ճլաթվունը:

4. Պոլիպատի այս ցուցանիշի մեծությունը վրա մեծ ազդեցություն է թողնում նաև նրա հատիկների մեծությունը: Մեծահատիկ պոլիպատի հարվածային ճլաթվունն անհամեմատ փոքր է:

Այսպես, անհրաժեշտ էր նշել նաև փորձարկման պայմանների՝ նմաշի և նշա կտրվածքի ձևի, կտրվածքի շառավղի մեծություն, նրա լոլորվածք, հարվածող դանակի ձևի մասին, թևեղերը բոլոր փորձարկումների ժամանակ հաստատուն են, հակառակ դեպքում անհնարին կլինեին փորձարկման ավելիների համեմատումը:

Թևեղ հարվածային ճլաթվունն սրտչման մեթոդը շատ կոպիտ է (նմաշի ճլաթվունը սրտչվում է հարվածով այն կտրելու միջոցով), այնուամենայնիվ, այդ մեթոդով է սրտչվում նյութի այն հատկությունը, որն անհնարին է պարզել սովորական ստատիկական մեթոդներով: Մետաղանյութի բեկումնային պարզելու համար այս մեթոդը միակն է և բավականին ընդլայն: Հաճախ նույն բաղադրությունն անհեղուկ երկու փոխակ պոլիպատների նմաշների ստատիկական ընդլայնողից ցուցանիշները (օրինակ, ամրություն սահմանը, հարաբերական երկարացումը, կարծրությունը և այլն) համարյա նույնն են լինում, իսկ նրանցից մեկի հարվածային ճլաթվունը մյուսից կարող է տարբերվել 4—5 անգամ: Դա բնորոշվում է նրանց հատիկների մեծությունն տարբերությամբ: Ուղղորդաձևի պոլիպատը (որն ստացվում է գերտաքացման դեպքում) ունի անհամեմատ ավելի ցածր հարվածային ճլաթվուն: Վերջինս բացատրվում է կարծր ստրուկտուրային բաղադրիչների (կարբիդներ, նիտրիդներ, ֆոսֆիդներ և այլն)՝ հատիկի շուրջը կուտակվելով, այսպես կոչվող սահմանային նյութի առկայությամբ: Այդ պատճառով նորմալ միջնախորային ջերմաստիճանների պայմաններում մետաղական նմաշը կոտրվում է հատիկների սահմաններում: Ուղղորդաձևի մետաղի հատիկների սահմանների երկարությունը, հետևաբար հատիկների տեսակարար մակերեսովը, ավելի փոքր է, քան մանրահատիկները (նկ. 5), և միանշանակությամբ, նույն քանակի ոչ մետաղական մասնիկների առկայության դեպքում, լողորդաձևի մետաղի սահմանային նյութը կլինի ավելի հաստ, նմաշը կկոտրվի ավելի հեշտ:

Մեքենաների դետալները, որոնք աշխատանքի ընթացքում են լծարկվում են հարվածների, ցնցումների և այլ դինամիկական տատանումների (օրինակ, մեքենաների շարժվելիքը, նրանց հեղույնները, ցցահարի ճոճանակի դանակը և այլն), պետք է պատրաստվեն այնպիսի պոլիպատից և լինեն այնպիսի վիճակում, որ, բացի բարձր ամրություն ցուցանիշներից, ունենան նաև բավարար բարձր հարվածային ճլաթվուն ցուցանիշ, հակառակ դեպքում, նման պայմաններում աշխատող դետալը շատ հեշտ կկոտրվի և մեքենան վաղուժամ դուրս կգա շարքից:

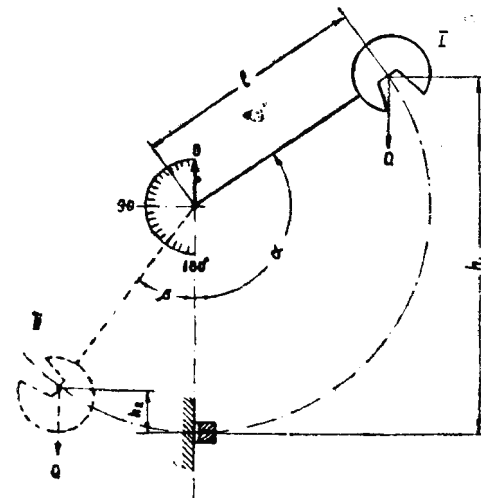


Նկ. 5. Ուղղորդաձևի և մանրահատիկ մետաղի թերթերային դանակի սահմանների երկարությունը սխեմա:

2. ՀԱՐՎԱԾԱՅԻՆ ՃԼՈՒԹՅԱՆ ՓՈՐՁԱՐԿՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻԿԱՆ

Ճոճանակային ցցահարները պատրաստվում են 3, 5, 10 և 30 կգ մ հզորությամբ: Նրանց աշխատանքի սկզբունքը նույնն է:

Նմաշը, 0.1 մմ ճշտությամբ չափելուց և չափերը գրանցելուց հետո, շարժումների օդնությունը տեղադրում են ցցահարի նիստերի կենտրոնում այնպես, որ հարվածը հասցվի կտրված տեղի հակառակ կողմից: Ճոճանակի զղուշությամբ թողնում են ուղղաձիգ դիրքում (նա շուշափում է նմաշը):

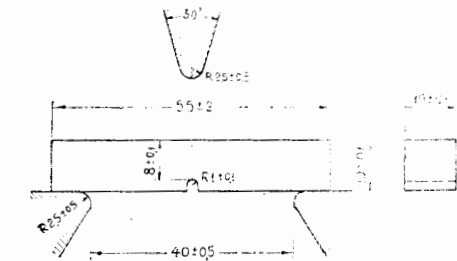


Նկ. 6. Ճոճանակային ցցահարի աշխատանքի սխեմա:

Թվացույցի սլաքը, որը ազդատու են հագցված է ճոճանակի լիսեռին, դնում են զրոյի վրա: Ճոճանակը ուղղաձիգ դիրքից բարձրացնում և լեզվակի միջոցով պահում են I դիրքում: Սլաքը ցույց կառարման անկյունը (γ): Դրանցում են ալդ անկյունը և սլաքը կտ վերադարձնում ժամացույցի սլաքի շարժման ուղ-

զտիցամբ՝ մինչև բալթը, և կանգնեցնում թվացույցի գրույն գիմաց։ Այս (1) գիրքում ճոճանակն տնկնում է որոշ պոտենցիալ էներգիա։

Բռնակի միջոցով լեզվակն անջատում են, և ճոճանակն ընկնում է։ Հասնելով ուղղաձիգ գիրքին, ճոճանակը ձեռք է բերում առավելագույն կինետիկ էներգիա։ Եթե ճոճանակի էներգիան բավարար է, նա կոտրվում է նմուշը և իր իներցիայով բարձրանում II գիրքը՝ չանկան տակ, որը կարգում են թվացույցի վրա, երբ ճոճանակը (արգելուկի միջոցով) ընդունում է ադ-զաձիգ գիրքը։



Նկ. 7. Մետաղների հարվածային ճլության փորձարկման համար կիրառվող (Շարլիի) նմուշի և ցցահարի նիստերի վրա նրա տեղադրման սխեմա։

կարելի է որոշել հետևյալ բանաձևով.

$$A = Qh_1 - Qh_2 \text{ կգմ, որանկ}$$

h_1 և h_2 -ը ճոճանակի բարձրություններն են՝ համապատասխանաբար I և II գիրքերում, մ-ով,

Q-ն՝ ճոճանակի կշիռը կգ-ով,

Qh_1 -ը՝ ճոճանակի պոտենցիալ էներգիան I գիրքում,

Qh_2 -ը՝ այն աշխատանքը, որն անհրաժեշտ է կատարել ճոճանակը մինչև II գիրքը բարձրացնելու համար։

Արտահայտելով ճոճանակի լարման ու թռիչքի բարձրությունների տարբերությունը α և β անկյուններով, նրա երկարությունը (1), կտացվի՝

$$A = Ql (\cos \beta - \cos \alpha) \text{ կգմ:}$$

Այս բանաձևում անհայտ է միայն թռիչքի անկյունը (β), իսկ Q, l և α -ն ավելի ճոճանակի և ավելի փորձարկման պայմանների համար հաստատուն են։ Թռիչքի անկյունը (β -ն), ինչպես արդեն նշեցինք, կարգում են թվացույցի վրա, երբ ճոճանակը կանգ է առնում և գրավում ուղղաձիգ գիրքը։

Ամեն անգամ հաշվարկներ չկատարելու համար կազմված է (վերջին բանաձևով) բոլոր հնարավոր թռիչքի անկյունների համար աղյուսակ, որտեղից գտնում են նմուշը կոտրելու համար ծախսված աշխատանքի քանակը։

Նոր, ավելի կատարելագործված ճոճանակային ցցահարներում այդ աշխատանքի քանակը անմիջապես կարգացվում է նրա թվացույցի վրա։

A-ն բացարձակ հարվածային ճլությունն է։ Այդ մեծությունը նմուշի չափերից անկախ պարձնելու համար որոշում են հարաբերական կամ տեսակարար հարվածային ճլությունը (a_k), որն ստացվում է, եթե բացարձակ հարվածային ճլությունը բաժանենք նմուշի կոտրված տեղի հատվածքի (F) վրա։

$$a_k = \frac{A}{F} \text{ կգմ/սմ}^2:$$

Այսպիսով, հարվածային ճլությունը դինամիկական ժաման միջոցով նմուշը կոտրելու աշխատանքն է՝ վերագրված նրա կոտրված տեղի լայնական հատվածքին։

II ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԱՌԱՋԱԳՐԱՆՔԸ

1. Նկարագրել հարվածային ճլության փորձարկման մեթոդիկան, ցույց տալով ճոճանակային ցցահարի սխեման և ստանդարտ նմուշի էսքիզը։

2. Փորձարկման ավյալները հավաքել հետևյալ աղյուսակում և, աշխատանքը կատարելուց հետո, լրացնել այն։

Աղյուսակ 3

Պողպատի տեսակայինը	Պողպատի վիճակը	Հատվածքի չափերը՝ մմ		Հատվածքը՝ F սմ ²	Թռիչքի անկյունը՝ β°	A կգմ	a_k կգմ/սմ ²	Կոտրվածքի բնութագրերը
		a	b					

ճոճանակի կշիռը՝ Q=

ճոճանակի երկարությունը՝ l=

Լարման անկյունը՝ α =

3. Ոգտագործելով գրականության ավյալները, կատուցել «հարվածային ճլություն—միամեղման ձևաբանություն» կախվածության կորը պողպատ 40-ի համար և անել համապատասխան հետևություններ։

4. Տալ հարվածային ճլության սահմանումը և թվել այն հիմնական գործոնները, որոնք ազդում են պողպատի այդ ցուցանիշի մեծության վրա։

ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ԿԱՐԺՐՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

1. ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Մետաղների կարծրությունը, ինչպես հաճախ նշվում է, նրանց մեխանիկական հատկությունների ամենակարևոր բնութագրերից մեկն է:

Գործնականում մետաղների կարծրության փորձարկումը, մյուս մեխանիկական փորձարկումների համեմատությամբ, ավելի է տարածված: Պատճառը հետևյալն է.

1) Մետաղների կարծրության և մյուս մեխանիկական ու տեխնոլոգիական հատկությունների միջև գոյություն ունի ինչպես սրական, այնպես էլ որոշ աստիճանի ճշտություն քանակական կապ:

Օրինակ, իմանալով մետաղների կարծրությունները և համեմատելով միմյանց հետ, կարելի է դատել նրանց ամրություն, պլաստիկություն, ճկվածք, բեկունեություն, մաշման դիմադրություն աստիճանի, կաման հնարավորություն, կարծրացման ճշտություն և այլ հատկությունների չափի մասին:

Մետաղների կարծրության (ըստ Բրինելի՝ HB) և ամրության առհմանի միջև գոյություն ունի հետևյալ էմպիրիկ քանակական կապը.

Պոպպառի համար, որի $HB = 125 : 175$ կգ/մմ² . . . $\sigma_b \cong 0,364$ HB

» » » $HB > 175$ կգ/մմ² . . . $\sigma_b \cong 0,362$ HB,

Սլյուսինի ձուլվածքների համար . . . $\sigma_b \cong 0,26$ HB,

Թրծաթնոցված բրնձի ու ալյուրի համար . . . $\sigma_b \cong 0,55$ HB,

Կոբալտ » » » » . . . $\sigma_b \cong 0,40$ HB,

Գորշ չափանի համար . . . $\sigma_b \cong 0,1$ HB:

2) Կարծրության փորձարկման մեթոդները պարզ են և պահանջում են կարճ ժամանակամիջոց: Սա է այն մեթոդի ստրածվածություն հիմնական պատճառը: Օրինակ, կարծրության չափման ընթացքը, ըստ Բրինելի, տևում է մոտ երեք րոպե, իսկ ըստ Ռոկվելի՝ մոտ 30 վայրկյան:

3) Կարծրությունը որոշելու համար հատուկ նմուշի պատրաստման կարիք չի պահանջում: Այն չափվում է անմիջապես դետալի չաշխատող մակերևույթի վրա՝ առանց այն քայքայելու: Դետալի կարծրությունը չափելուց հետո նրա վրա մնացած հետքը աննշան է, դետալը չի փչանում: Սա հնարավորություն է ստեղծում անհրաժեշտության դեպքում ստուգելու բոլոր դետալները ($100^0/0$):

4) Հնարավոր է չափել մանր և բարակ դետալների, ինչպես և նրանց մակերևութային բարակ, ամրացված շերտի կարծրությունը, որոնցից անհնարին է ստանդարտ չափերի նմուշներ պատրաստել (օրինակ, ձգման փորձարկման համար) և որոշել նրանց նյութի ամրության առհմանը, հարաբերական երկարացումը կամ մյուս հատկությունները:

Հիշյալ հանգամանքները կարծրության չափման մեթոդը դարձնում են չափազանց արժեքավոր՝ մետաղանյութերի մեխանիկական հատկությունների որոշման և ստուգման համար, անփոխարինելի՝ մեքենաների մատուցական արտադրության մեջ:

Կարծրության փորձարկումն առավելապես կիրառվում է մետաղների ջերմային մշակման օպերացիաների կատարման ճշտությունն ստուգելու նպատակով:

Գործնականում մշակված են կարծրության չափման բաժանմունի մեծ թվով միջոցներ, որոնք իրագործվում են հետևյալ, սկզբունքորեն իրարից տարբերվող, չորս մեթոդով.

1) կարծր ծայրապանակի ներճնման մեթոդ,

2) քերժման մեթոդ,

3) առաձգական հաճարման մեթոդ,

4) ճոճանակի մեթոդ:

Մետաղների կարծրությունը որոշելու համար առավել մեծ թվով գործիքներ են պատրաստված կարծր ծայրապանակի ներճնման մեթոդի հիման վրա, որոնցից են Բրինելի մամլիչը, Ռոկվելի գործիքը, սոպերսոնովի գործիքը, Պոլլիի գործիքը, Վիկերսի գործիքը և միկրոմասնիկի կարծրությունը չափող գործիքը:

Թված գործիքներից ամենատարածվածներն են Ռոկվելի գործիքը և Բրինելի մամլիչը, որոնց հետ մենք կծանոթանանք ստորև:

Նախքան այդ գործիքների միջոցով կարծրության որոշման մեթոդի հետ ծանոթանալը, փորձենք սաղ մետաղի կարծրության առհմանում: Բաժանմունի գծվար է ձևակերպել կարծրության առհմանում: Մետաղների կարծրությունը ֆիզիկական կոնստանտ չէ: Կարծրության ձևակերպումը կախված է այն մեթոդից, որը կիրառվում է կարծրությունը որոշելու համար:

Կարծրությունը (չափված կարծր ծայրապանակի ներճնման մեթոդով) մետաղի և կարծր ծայրապանակի հպման տեղի պլաստիկ դեֆորմացիայի դիմադրության չափն է:

Նույն պայմաններում մետաղի հպման տեղը (կարծր ծայրապանակի հետ) որքան շատ է ենթարկվում պլաստիկ դեֆորմացիայի, այնքան նրա կարծրությունը փոքր է, որքան քիչ է ենթարկվում, այնքան մեծ է:

Մետաղաշերտի պլաստիկ դեֆորմացիայի մեծությունը կամ հեշտությունը նույն պայմաններում կախված է նրա միջատմային քիմիական կապի բնույթից, որը տարբեր է տարբեր բաղադրություն ունեցող և տարբեր վիճակում գտնվող միահալվածքներում:

Քիմիական բաղադրություն փոփոխման հետ միասին, փոփոխվում է միահալվածք կազմող կոմպոնենտների փոխադարձ հարաբերության բնույթը՝ նրանց փոխադրման ձևը, նրանց դիրքը միմյանց նկատմամբ, հեռավորությունը: Միահալվածք կազմող կոմպոնենտների փոխադրման բնույթին համեմատ կարող են առաջանալ պինդ լուծույթներ, քիմիական միացություններ կամ մեխանիկական խառնուրդներ, որոնցից յուրաքանչյուրն ունի իր յուրահատուկ կառուցվածքը և հատկությունները, այդ թվում և կարծրությունը:

Միահալվածքի վիճակը փոփոխող հիմնական գործոնները՝ ջերմային մշակման տեսակը և պլաստիկ դեֆորմացիայի աստիճանը (ջերմաստիճանը և ճնշումը), նույնպես տարբեր դիրք են սալիս մետաղական միահալվածքի մասնիկներին (իոններին և այլ միկրոմասնիկներին), այդ պատճառով էլ փոփոխվում են նրանց հատկությունները:

Ինչպես ջերմաստիճանի փոփոխումը առաջ է բերում մետաղի իոնների և նրա էլեկտրոնային դազի մասնիկների դիրքի փոփոխում, փոխում նրանց փոխադրման ձևը և ստեղծում տարբեր ալոտրոպիկ կամ ագրեգատային վիճակներ (պինդ, հեղուկ, գազային), որոնք, ունենալով տարբեր կառուցվածք ունենում են խիստ տարբեր հատկություններ, այնպես էլ ընդհանրված նմուշի որոշ ծավալում անհավասարաչափ բաշխված ճնշումը կարող է փոփոխել մետաղի, միջոցառված պայմաններում մեկ հալանի, կառուցվածքը (բյուրեղային ստրուկտուրան) և նրա համար ստեղծել նոր ստրուկտուրային վիճակ: Այդ նոր, ակնթարթային անտարբեր վիճակը աննշան կողմնակի լարման ազդեցության տակ ենթարկվում է ձևափոխության՝ տեղի է ունենում պլաստիկ դեֆորմացիայի տարրական ակտ (գործողություն), նմուշի մասերը (կամ մասնիկները)՝ այդ ծավալով տեղաշարժվում են միմյանց նկատմամբ, որի ընթացքում նմուշը մի պահ բեռնաթափվում է (կարծես թե սխտեմը զրկվում է իր հենարանից), հետևապես, ճնշումն աչնդող նվազում է, այդ ծավալի մետաղը նորից բյուրեղանում է, անջատելով ծախսված մեխանիկական աշխատանքը բյուրեղացման ջերմության ձևով:

Հասկանալի է, որ նմուշի պլաստիկ դեֆորմացիայի ենթարկված ծավալը, ունենալով այլ կառուցվածք (մանրացված կարծր ֆազային բաղադրիչ և վերաբյուրեղացման հետևանքով հիմքային ֆազի ավելի նորբ մոլալ-կական բյուրեղներ), կունենա այլ հատկություններ, կլինի կոմպակտ վիճակում (տես աշխ. XIII):

Այսպիսով, մետաղական միահալվածքների ինչպես բաղադրություն, այնպես էլ վիճակի փոփոխման հետ միասին փոփոխվում է նաև դրանց ստրուկտուրան, որը և հանդիսանում է զրանց բոլոր հատկությունների փոփոխման պատճառը:

2. ԿԱՐԾՐՈՒԹՅՈՒՆՆ ԸՍՏ ԲԻՆԵԼԻ

Այս մեթոդը 1900 թվականին ստեղծվել է շվեդական ինժեներ Բրինելը: Մեթոդի էությունը կայանում է նրանում, որ Բրինելի մամլիչի միջոցով փորձարկվող նմուշի մակերևույթին P կգ բեռնվածքի տակ ներճնշվում է մկված և կոմված (հետևապես բարձր կարծրություն ունեցող և քիչ դեֆորմացվող) պողպատյա գնդիկ D մմ տրամագծով: Այս օպերացիայի հետևանքով նմուշի մակերևույթին մնում է գնդակին սեղմենալի զրոշմահեռք (նկ. 8):

Բեռնվածքի հարաբերությունը գնդակին սեղմենալի մակերևույթին (F)՝ կարծրության չափանիշ է ըստ Բրինելի, այն է՝

$$HB = \frac{P}{F} \text{ կգ/մմ}^2$$

Գնդակին սեղմենալի մակերեսը՝

$$F = \pi D h \text{ մմ}^2, \text{ որտեղ}$$

D -ն գնդակի տրամագիծն է մմ-ով,

h -ը՝ նրա ներճնշման խորությունը մմ-ով:

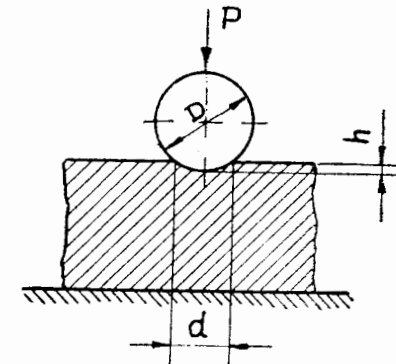
Գործնականորեն ավելի հարմար է ներճնշման խորության փոխարեն չափել հեռքի տրամագիծը՝ d -ն (սխալն ավելի փոքր է լինում): Այդ պատճառով ներճնշման խորությունն արտահայտվում են սեղմենալի և գնդակի տրամագծերով:

$$F = \pi D \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2} \text{ մմ}^2$$

Տեղադրելով F -ի արժեքը վերոհիշյալ բանաձևի մեջ, կստանանք՝

$$HB = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \text{ կգ/մմ}^2$$

Այս բանաձևում P -ն և D -ն (ավելի պայմաններում փորձարկման համար) հաստատուն են: Մեղմեղաց հետո Բրինելի խոշորացույցի օգնու-



Նկ. 8. Կարծրության փորձարկման սխեման ըստ Բրինելի:

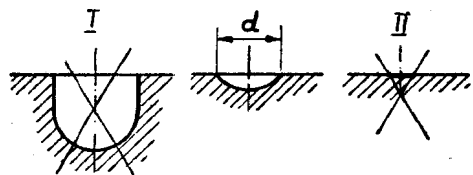
թվամբ 0,05 մմ ճշտությամբ չափում են հետքի տրամագիծը՝ d -ն, տեղադրում բանաձևի մեջ և որոշում կարծրության մեծությունը:

Կարծրության չափումն արագացնելու և հաշվարկման ընթացքում սխալներ թույլ չտալու նպատակով այս բանաձևի հիման վրա կազմված է աղյուսակ (աղ. 4): Գնդիկի հետքի տրամագիծը չափելուց հետո կարծրության թիվը գտնում են այդ աղյուսակից:

Որպեսզի որոշված կարծրության միավորները լինեն համեմատելի, անհրաժեշտ է ամեն մի փորձարկման ժամանակ ստեղծել միանման պայմաններ: Բրինջի մեթոդով կարծրության չափման հիմնական պայմաններն են.

1) Ըստ Բրինջի մոտ 450 միավորից ավելի կարծրություն ունեցող միահալվածքները (մխված և ցածր մխամեղմված պողպատները, սպիտակ չուգունները, կարծր միահալվածքները և այլն) չի կարելի չափել այս մեթոդով: Հակառակ դեպքում փորձարկման ժամանակ գնդիկն ինքը մեծ չափով կենթարկվի դեֆորմացիայի, զգալիորեն կփոխի իր ձևը, փորձարկման պայմանները կխախտվեն և տվյալները համեմատելի չեն լինի:

2) Անհրաժեշտ է ստեղծել փորձարկման ալնպիսի պայմաններ, որ սեղմման հետևանքով նմուշի վրա ստացված հետքը ամեն անգամ ունենա գնդալիկի սեղմմանտի ձև: Հակառակ դեպքում փորձարկման ընթացքում գնդիկի սեղմման աշխատանքը կընթանա տարբեր պայմաններում:



Նկ. 9. Գնդիկի հետքի սխեման տարբեր կարծրության ունեցող նյութերի դեպքում (համանման պայմաններում փորձարկելիս):

Եթե փորձարկվող նյութը շատ փափուկ է, ապա տվյալ պայմաններում գնդիկը շատ կխորանա նրա մեջ, իսկ շատ կարծրի դեպքում՝ բոլորովին չի խորանա: Այդ դեպքում կոնստանտի տեղի շփման պայմանները տարբեր կլինեն (նկ. 9): I դեպքում գնդիկը փորձարկվող նյութի հետ կշփվի

մեծ մակերեսով, II դեպքում՝ շատ փոքր մակերեսով:

Նման բան թույլ չտալու և փորձարկման մոտավոր նմանությունը պահպանելու համար ընդունված է վերցնել $\frac{P}{D^2} = \text{const}$: Այդ կոնստանտն

ըստ ГОСТ-ի, նայած փորձարկվող նյութի ամրությունը և պլաստիկության մեծությունը, ընդունված է 30, 10 և 2,5: Այս պայմաններում դրոշմահետքի տրամագիծը (d -ն) լինում է 0,2D-ից ոչ պակաս և 0,6 D-ից ոչ ավել ($0,2D < d < 0,6D$), այսինքն՝ սեղմելուց հետո նմուշի վրա դրոշմահետքն ամեն անգամ ունենում է գնդալիկի սեղմմանտի ձև, ստեղծվում են փորձարկման նման պայմաններ:

ԿԱՐԾՐՈՒԹՅԱՆ ԹՎԵՐՆ ԸՍՏ ԲՐԻՆՋԻ, ՏԱՐԲԵՐ ՄԵԾՈՒԹՅԱՆ ԲՈՒՆԱՎՈՐՈՒՄՆԵՐԻ ԵՎ ԴՐՈՇՄԱԼՆՏՔԵՐԻ ԴԵՊՔՈՒՄ

Դրոշմահետքի տրամագիծը մմ-ով d_{10} , կամ $2d_5$, կամ $4d_{2,5}$	Կարծրության թիվը, երբ բևեռ մեծությունը (P կգու) հավասար է՝			Դրոշմահետքի տրամագիծը մմ-ով d_{10} , կամ $2d_5$, կամ $4d_{2,5}$	Կարծրության թիվը, երբ բևեռ մեծությունը (P կգու) հավասար է՝		
	30D ²	10D ²	2,5D ²		30D ²	10D ²	2,5D ²
2,20	782	181	39,5	4,15	212	70,6	17,6
2,25	744	178	39,2	4,20	207	68,8	17,2
2,30	713	175	38,9	4,25	202	67,1	16,8
2,35	683	172	38,7	4,30	196	65,5	16,4
2,40	652	169	38,4	4,35	192	63,9	16,0
2,45	627	166	38	4,40	187	62,4	15,6
2,50	600	164	37,7	4,45	183	60,9	15,2
2,55	578	160	37,4	4,50	179	59,5	14,9
2,60	555	157	37,1	4,55	174	58,1	14,5
2,65	532	155	36,8	4,60	170	56,8	14,2
2,70	512	153	36,4	4,65	166	55,5	13,9
2,75	495	150	36,1	4,70	163	54,3	13,6
2,80	477	147	35,9	4,75	159	53,0	13,3
2,85	460	144	35,5	4,80	156	51,9	13,0
2,90	444	139	35,2	4,85	153	50,7	12,7
2,95	430	136	34,9	4,90	149	49,6	12,4
3,00	418	133	34,6	4,95	146	48,6	12,2
3,05	402	131	33,4	5,00	143	47,5	11,9
3,10	387	129	32,3	5,05	140	46,5	11,6
3,15	375	125	31,3	5,10	137	45,5	11,4
3,20	363	121	30,3	5,15	134	44,6	11,2
3,25	352	117	29,3	5,20	131	43,7	10,9
3,30	340	114	28,3	5,25	128	42,8	10,7
3,35	332	110	27,6	5,30	126	41,9	10,5
3,40	321	107	26,7	5,35	123	41,0	10,3
3,45	311	104	25,9	5,40	121	40,2	10,1
3,50	302	101	25,2	5,45	118	39,4	9,86
3,55	293	97,7	24,5	5,50	116	38,6	9,66
3,60	286	95,0	23,7	5,55	114	37,9	9,46
3,65	277	92,3	23,1	5,60	111	37,1	9,27
3,70	269	89,7	22,4	5,65	109	36,4	9,10
3,75	262	87,2	21,8	5,70	107	35,7	8,93
3,80	255	84,9	21,2	5,75	105	35,0	8,80
3,85	248	82,6	20,7	5,80	103	34,3	8,59
3,90	241	80,4	20,1	5,85	101	33,7	8,43
3,95	235	78,3	19,6	5,90	99,2	33,1	8,26
4,00	229	76,3	19,1	5,95	97,3	32,4	8,11
4,05	223	74,3	18,6	6,00	95,5	31,8	7,96
4,10	217	72,4	18,1				

3) Գնդիկի ներճնշման խորությունը պետք է առնվազն 8 անգամ փոքր լինի նմուշի հաստությունից, հակառակ դեպքում հա կծովի, նրա նյութի հետ միասին մամլիչի սեղանը կս կենթարկվի պլաստիկ դեֆորմացիայի:

4) Փորձարկման տեղը պետք է գնդիկի տրամագծի չափ հետև գտնվի նմուշի եզրից, որպեսզի եզրը չուռչի, նմուշը չսալթաքի, հետքը չստանա էլիպսոիդի հասվածքի ձև, այլ բոլոր կողմերով հավասարա- չափ դիմադրի պլաստիկ դեֆորմացիային:

Նմուշի նույն մակերեսի կարծրությունը կրկին անգամ չափելու դեպքում պետք է սեղմված տեղից հետևալ գնդիկի երկու տրամագծի չափ, որովհետև գնդիկի տրամագծին հավասար շառավղով նյութը կենթարկվում է պլաստիկ դեֆորմացիայի, հետևապես և փոփոխում էր հասկությունները:

5) Նմուշը բեռի տակ պահելու ժամանակը պետք է լինի որոշակի, որը նույնպես որոշ չափով սղլում է պլաստիկ դեֆորմացիայի մեծու- թյան վրա:

Նշված պայմանները հիմնականում նախատեսված են ГОСТ-ով (աղ. 5), որտեղ բերված են գնդիկի տրամագիծը, բեռնվածքի մեծու-

Աղյուսակ 5

ГОСТ 9012—59-ի ՍՈՒՄԱՆՎԱԾ ԿԱՐԾՐՈՒԹՅԱՆ ՓՈՐՁԱՐԿՄԱՆ ՆՈՐՄԱՆԵՐՆ ԸՍՏ ԲՐԻՆԵԼԻ

Նյութը	Կարծրությունը Բրինլի միավորներով	Փորձարկվող նմուշի մի- նիմալ հաս- տությունը՝ մմ	Բեռի (P) և գնդիկի տրամագծի (D) հարաբերակցությունը	Գնդիկի տրամագիծը՝ մմ	Բեռը՝ P կգ-ով	Բեռի տակ պահելու ժամանակը՝ վրկ.
Մեղմացված մետաղներ	140 ÷ 450	6 ÷ 3 4 ÷ 2 2-ից սլակաս	P=30D ²	10,0 2,0 2,5	3000 750 187,5	10
Նույնը	<140	6-ից ավելի 6 ÷ 3 3-ից սլակաս	P=10D ²	10,0 2,0 2,5	1000 250 62,5	10
Փոխարկված մետաղներ	>130	6 ÷ 3 4 ÷ 2 2-ից սլակաս	P=30D ²	10,0 2,0 2,5	3000 750 187,5	30
Նույնը	35 ÷ 130	9 ÷ 3 6 ÷ 3 3-ից սլակաս	P=10D ²	10,0 2,0 2,5	1000 250 62,5	30
»	5 ÷ 35	6-ից ավելի 6 ÷ 3 3-ից սլակաս	P=2,5 D ²	10,0 2,0 2,5	250 62,6 15,6	60

թյունը և բեռի տակ պահելու ժամանակը՝ կախված փորձարկվող նմուշի ապասելի կարծրությունից և նրա հաստությունից: Բրինելի մեթոդով կարծրության չափման ժամանակ պետք է խստորեն դեկավարվել սղլո- տվյալներով:

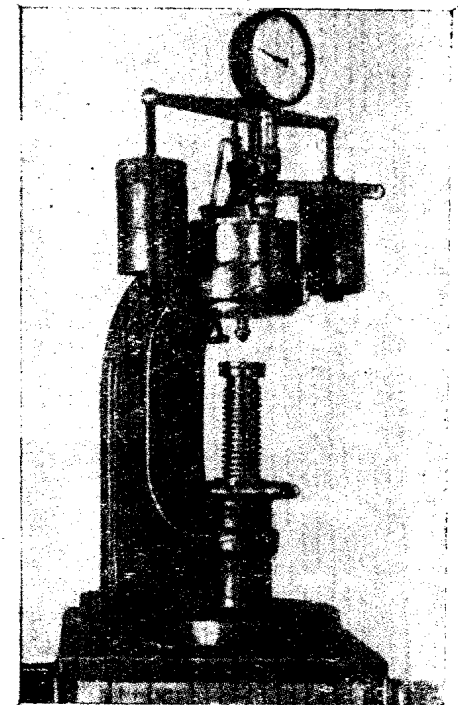
3. ԿԱՐԾՐՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ՝ ԲՐԻՆԵԼԻ ՄԵԹՈԴՈՎ

Կարծրությունը որոշվում է հետևյալ հաջորդականությունով: Հաշվի առնելով փորձարկվող դետալի նյութի տեսակը, բաղադրությունը և վի- ճակը, նախատեսում են նրա մոտավոր կարծրությունը, նախօրոք իմա- նալով տվյալ մետաղանյութի ստորակտուրային բաղադրիչների բնույթը, քանակական հարաբերությունը և կարծրությունները: Այդ թույլ է տալիս նաև ընտրել այն գործիքը, որով հնարավոր է չափել տվյալ կարծրու- թյունը:

Գործիքն ընտրելուց հետո ГОСТ-ի աղյուսակից որոշում են փորձարկման պայմանները: Կա- նոնավորում են գործիքը տվյալ պայմանների համաձայն, նախա- պատրաստում նմուշը և նոր միայն սեղմում:

Գործնականում օգտագոր- ծում են Բրինելի հիդրավլիկական և լծակային (մեխանիկական) մամլիչներ: Վերջերս ավելի լայն տարածում են ստացել լծակային մամլիչները:

Հիդրավլիկական մամլիչը (նկ. 10) բաղկացած է հիմնակա- նում հենոցից, որի վրա ամրաց- ված է գլանը: Գլանում շարժվում է մխոցը, որի կողմի ծալրին ամ- րացված է գնդիկը: Գլանի վերևի մասում որպես կախարիչ դրված է մի սուղամխոց, որի վրա հեն- ված է լծակը՝ ծանրոցների հետ միասին: Հենոցի ներքին մասում տեղադրված է մանեկը՝ դարձանիվի հետ միասին: Մանեկի մեջ գտնու- վում է պտուտակը, իսկ նրա ծալրին՝ սեղանը:



Նկ. 10. Բրինելի հիդրավլիկական մամլիչի լուսանկար:

Փորձարկվող նմուշը դնում են սեղանի վրա: Դարձանիվը ժամացույցի սլաքի ուղղությամբ պտտեցնելիս սեղանը բարձրանում է, և նմուշը սեղմվում գնդիկին: Հետո հատուկ խցանապտտակի միջոցով գլանը մեկուսացնում են մթնոլորտից (փակում են): Ձեռքի պամպով լուղ են մղում գլանի մեջ: Յուղի ճնշումը մեծանում է, դրան հեղուկում են դիտելով մանոմետրի թվացույցը, որն ունի կիլոգրամային բաժաններ:

Ինչպես արդեն նշեցինք, նմուշը սեղմելուց առաջ ГООТ-ի աղյուսակից որոշում են փորձարկման պայմանները, այսինքն՝ ընտրում են գնդիկի արամագիծը, բեռնվածքի մեծությունը և պահելու ժամանակը՝ նախած մետաղի տեսակին, սպասելի կարծրությունը և նմուշի հաստությունը: Ծնշման մեծությունը կարգավորում են բեռիկների միջոցով, ավելացնելով կամ պակասեցնելով դրանք:

Փորձարկվող նմուշը 0,1-1 մմ խորությամբ մաքրում են ժոնգից հղկակալառակի միջոցով, հեռացնելով միաժամանակ այս կտո՝ այն պատճառով կարծրացած արտաքին շերտը, անխառնադրված շերտը և այլն (եթե ուզում են հայտնաբերված կարծրությունը վերադրել դժուար հիմնական նյութին): Սրանով վերացնում են փորձարկման տեղի անհարթությունները: Իսկ դետալի մակերեսային շերտի կարծրությունը որոշելու ժամանակ այն մաքրում են աննշան խորությամբ:

Դետալի ձևին համապատասխան ընտրում են սեղան և դետալը հարմարեցնում այնպես, որ նախապատրաստված հարթակն ուղղահայաց լինի գործիքի միտցակովի առանցքին: Դարձանիվի միջոցով պտտակը պտտեցնում են այնքան, մինչև որ նմուշը հպվի գնդիկին: Խցանապտտակի միջոցով մեկուսացնում են գլանը և մոտ 100 կգ ուժով նախապես բեռնում նմուշը՝ պտտեցնելով նույն դարձանիվը: Նախաբեռնումն անհրաժեշտ է անխուսափելի խորդուբորդությունները վերացնելու և ծալրապանակը դետալի նյութին ընդհուպ մոտեցնելու համար:

Այնուհետև դանդաղ (մոտ 40 ճոճում/րոպեում) լուղ են մղում գլանի մեջ և դրանով իսկ գործի դնում հիմնական բեռնվածքը: Երբ մանոմետրի սլաքը մոտենում է բեռնվածքի սահմանին, պամպի լծակն էլ ավելի դանդաղ են ճոճում՝ սուղամիտցի և դրա հետ միասին լծակի ու ժանրոցների դուրս ընկնելը կանխելու համար:

Նմուշը բեռի տակ պահում են ստանդարտով նախատեսված ժամանակի ընթացքում՝ հետեւելով վալրիկենաչափին:

Ժամանակը լրանալուց հետո դանդաղորեն մի փոքր բացում են խցանապտտակը, ճնշումը գլանում նվազում է, նմուշը բեռնաթափվում: Դարձանիվը դեպի ձախ պտտեցնելով իջեցնում են սեղանը և ազատում նմուշը:

Գնդիկի հետքի (սեղմենաի) արամագիծը չափում են Բրինելի հատուկ խոշորացույցով 0,05 մմ ճշտությամբ: Չափումը կատարում են երկու ուղղահայաց ուղղությամբ և ընդունում նրանց միջին թվաբանականը, իմանալով սեղմենաի արամագիծը, աղյուսակի (4) համապատասխան սլոնակում գտնում են կարծրության մեծությունը:

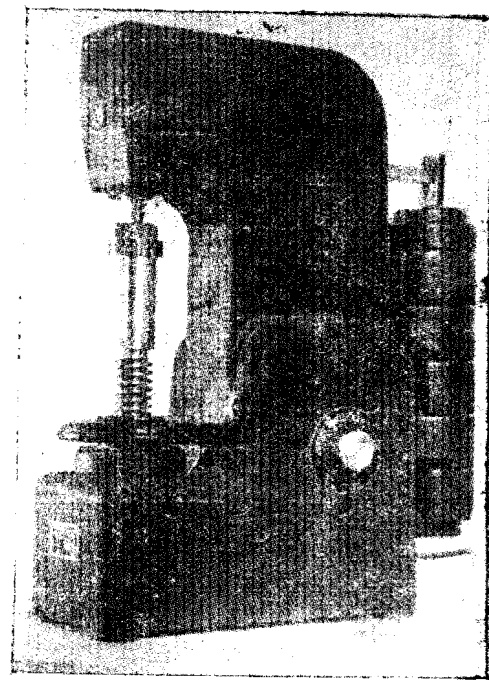
Գործնականում ուղղակի սեղմենաի արամագծի մեծությունը երբեմն շատույն է որպես կարծրության չափանիշ ըստ Բրինելի:

Երբ ուզում են շեշտել փորձարկման պայմանները կամ երբ փորձարկման ընթացքում այս կամ այն պայմանը չի պահպանված, արդյունքը գրանցում են հետևյալ ձևով՝ $HB_{10 \times 1000 \times 10} = 107$: Սա նշանակում է, որ կարծրությունն ըստ Բրինելի հավասար է 107 միավորի, երբ փորձարկման ժամանակ գնդիկի տրամագիծը եղել է 10 մմ, բեռը՝ 1000 կգ, բեռի տակ պահելու ժամանակը՝ 10 վրկ: Իսկ ընդհանրապես պայմանների նշումը բաց են թողնում:

Լծակային մամլիչը (նկ. 11 և 12) ավելի նոր և կատարյալ կիսավտոմատ գործիք է: Այս մամլիչի մեխանիկական հաղորդակը թույլ է տալիս նմուշը բեռնավորել սահուն կերպով, առանց հարվածների, որը բարենպաստ ազդեցություն է թողնում գործիքի ցուցմունքների ճշգրտության վրա:

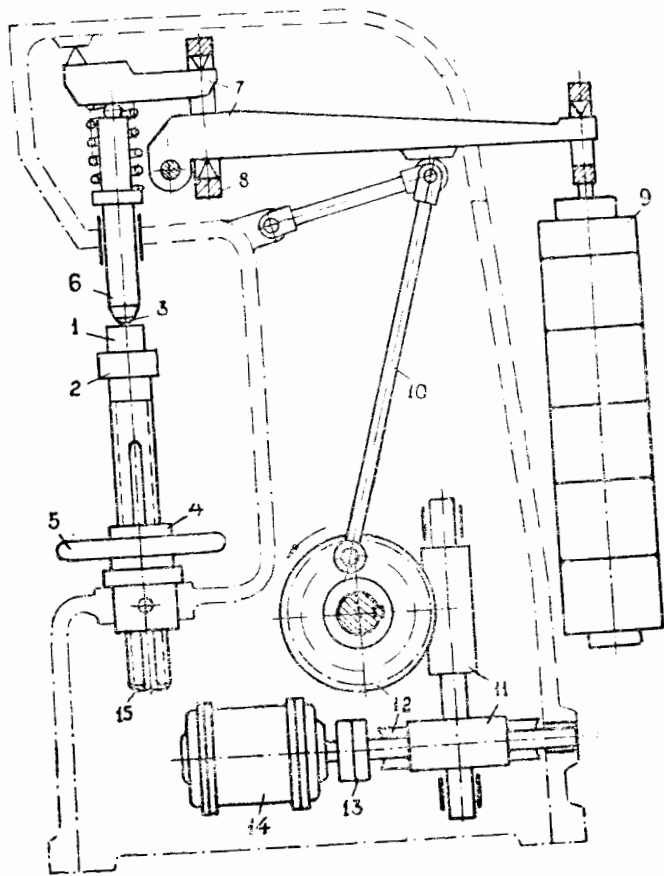
Այս մամլիչի հիմնական մասերից են երկու լծակները,

որոնցից մեկի ծալրից կախված են բեռիկները, իսկ մյուսը հենվում է գործիքի կոթին: Սեղանի վրա դրված նմուշը նախաբեռնվում է 100 կգ ուժով՝ դարձանիվը մինչև վերջ պտտեցնելիս: Երբ մանեկի և պտտակի շփման ուժի հորիզոնական բաղադրիչի մեծությունը գերազանցում է դարձանիվի կոնդում գտնվող զսպանակի ուժին, այդ պահին զսպանակն ու նրա ծալրին գտնվող գնդիկը թաքնվում են իրենց բնում, և դարձանիվը շարժվում է պարապ ընթացքով: Սրանով ապահովվում է 100 կգ նախաբեռնումը:



Նկ. 11. Բրինելի լծակային մամլիչ:

Այնուհետև գործարկման կոճակով միացնում են էլեկտրաշարժիչը, որը ռեգուլյորի օգնությամբ ընտրելի տակից հանում է շարժաթիվը (հենարանը), և հիմնական բեռը լծակների միջոցով ազդում է նմուշի վրա:



Նկ. 12. Բրինելի լծակային մամլիչի սխեմա.

- 1—նմուշ, 2—սեղան, 3—գնդիկ, 4—մանեկ, 5—դարձանիվ, 6—կոբ, 7—լծակ, 8—օղակ, 9—բեռիկներ, 10—շուռտովիկ, 11—որդնակ, 12—որդնակիվ, 13—կցորդիչ, 14—էլեկտրաշարժիչ, 15—պտուտակ:

Բեռի տակ պահելու տեղում լծակները ապահովվում է հատուկ կարգավորիչով և պայմանավորվում է շարժիչի աշխատանքի ժամանակա-միջոցով: Ռեգուլյորի տարվող լիսեռի վրա, որտեղ նստեցված է և արտակենտրոնակը, դնվում է նաև փոխարկիչի եղանակը, որի սեկտորի մատները մոտեցնելով կամ հեռացնելով ապահովվում է 10, 30 կամ 60 վայրկյան բեռի տակ պահելու ժամանակը:

Սկզբում շարժիչը, հետևապես և ռեգուլյորի տարվող լիսեռը, արտակենտրոնակը և եղանակը պատվում են դեպի մի կողմ, ապա պահելու ժամանակի կեսին եղանակի մասը փոխարկում է փոխարկիչը: Այժմ հոսանքը հակառակ ուղղությամբ է ստանում, շարժիչն սկսում է պտտվել դեպի մյուս կողմը: Վերջում եղանակի մյուս մասը անջատում է հոսանքը, և շարժիչը կանգ է առնում (ընդամենը արդեն հանված է): Դարձանիվը դեպի ձախ պտտեցնելով ազատում են նմուշը և կարծրությունը որոշելու համար վարվում ախպես, ինչպես արդեն նշվեց վերևում:

Կարծրության չափման Բրինելի մեթոդի մեծ առավելությունը նրա զգայունությունն է: Այս մեթոդի սահմանափակում է: Հետևապես մեծ է նաև չափման ճշգրտությունը: Որոշվում է մետաղի միջին՝ մակրոկարծրությունը: Վերջինս պայմանավորվում է նրանով, որ օգտագործվող գնդիկների չափերը, համեմատած մետաղների թերաբլուրների (հատիկների) չափերի հետ, անհամեմատ ավելի մեծ են: Սկզբում գնդիկի տակ մնում և նրա ներճնճմանը դիմադրում են մեծ քանակությամբ, սարածության մեջ իրենց յուրերկաբանական հարթություններով տարբեր ուղղությամբ կողմնորոշված, հատիկներ: Կարծրությունը չափելիս ստացվում են միջին, հաստատուն և ստույգ ավելյաներ:

Երբ փորձարկվող դետալի նյութի կարծրությունը ըստ Բրինելի 450 միավորից ավելի է, երբ դետալը կամ նրա ամրացված արտաքին շերտը բարակ է ($\delta \geq 8$ mm) և երբ դետալը կամ նրա վրայի հարթակն ունենում է գնդիկի երկու արամագծից ավելի փոքր չափեր, նրա կարծրությունը չի կարելի չափել այս մեթոդով: Այս թերությունների պատճառով մետաղների կարծրությունը չափում են նաև այլ մեթոդներով: Դրանցից մեկն է պրակտիկայում առավել տարածված Ռոկվելի մեթոդը:

Ռոկվելի գործիքի տարածվածությունը պայմանավորվում է նրանով, որ կարծրության չափման անհրաժեշտությունն ավելի հաճախ զգացվում է պողպատի (կամ այլ միահալվածքի) ջերմամշակման (միման և միսմեղմման) ճշտությունն ստուգելու համար, երբ ստացված կարծրությունը հաճախ 450 միավորից ավելի է լինում ըստ Բրինելի:

4. ԿԱՐԾՐՈՒԹՅՈՒՆՆ ԸՍՏ ՌՈՒՎԵԼԻ

Ըստ Ռոկվելի կարծրությունը չափվում է ալմաստից կամ կարծր միահալվածքից պատրաստված կոնը սեղմելով փորձարկվող դետալի մակերեսին, որի գագաթի անկյունը 120° է, կամ օգտագործում են միաված պողպատից պատրաստված գնդիկ, որի արամագիծը 1,59 մմ ($1/16''$) է: Երբ փորձարկվող նմուշի կարծրությունը, ըստ Բրինելի,

230÷700 միավորի սահմաններում է, օգտագործվում է կոն և 150 կգ բեռնվածք, երբ կարծրությունը 700 միավորից ավելի է, դարձյալ օգտագործվում է կոն և 60 կգ բեռնվածք: 60÷230 միավոր կարծրությունը գեպքում օգտագործվում է գնդիկ և 100 կգ բեռնվածք:

Հատ մոկիկի կարծրությունը չափաչափվում է չունի, այն վերացական թիվ է: Նրա մեծությունը կախված է կոնի կամ գնդիկի ներճնշման խորությունից: Երբեք կարծր է փորձարկվող նյութը, այնքան փոքր է ծալրապանակի ներճնշման խորությունը և մեծ է թիվը (ցուցմունք): Այն կարգացվում է գործիքի ինդիկատորի վրա փորձարկման ընթացքում:

Գործիքի ինդիկատորը (0,002 մմ ճշտությամբ) ունի սև (C) և կարմիր (B) սանդղակ: Սև սանդղակը ծառայում է կարծրությունը ցույց տալու համար, երբ փորձարկման ընթացքում օգտագործվում է կոն, կարմիր սանդղակը՝ երբ օգտագործվում է գնդիկ:

C սանդղակն ունի 10 բաժանում՝ 0-ից մինչև 100: B սանդղակը նույնպես ունի 100 բաժանում՝ 30-ից մինչև 130, այսինքն B սանդղակը C-ի նկատմամբ տեղաշարժված է 30 բաժանումով: Այս տեղաշարժումը կատարված է B սանդղակի ցուցմունքները կարգավորելու համար: Փակ մետաղների համար, ավելի պայմաններում փորձարկելիս, գնդիկի փոկ մետաղների համար, ավելի պայմաններում փորձարկելիս, գնդիկի ներճնշման խորությունը լինում է 0,2 մմ-ից ավելի (մինչև 0,26 մմ), այս դեպքում ինդիկատորի սլաքը կատարում է մեկ պտույտից ավելի: Մյուս կողմից, գնդիկի ներճնշման խորությունը 0,06 մմ-ից պակաս չի լինում, այնպես որ սլաքը 30 բաժանումից պակաս չի պտտվում:

Կարծրության թվերը, ըստ Ռոկվելի, նշանակում են սիմվոլներով՝ HRC, HRB և HRA, կարգում են՝ կարծրությունն ըստ մոկիկի C սանդղակի և այլն: Այս թվերը կապված են կարծր ծալրապանակի ներճնշման խորության հետ հետևյալ բանաձևերով՝

$$HRC=100 - \frac{h}{0.002}, \text{ երբ փորձարկումը կատարում են կոնով}$$

150 կգ բեռնվածքի տակ:

$$HRB=130 - \frac{h}{0.002}, \text{ երբ փորձարկումը կատարում են գնդիկով}$$

100 կգ բեռնվածքի տակ և

$$HRA=100 - \frac{h}{0.002}, \text{ երբ փորձարկումը կատարում են կոնով՝ 60 կգ}$$

բեռնվածքի տակ: Այստեղ 100-ը և 130-ը ինդիկատորի թվացույցերի բաժանումների քանակներն են, իսկ՝ կարծր ծալրապանակի ներճնշման խորությունը մմ-ով, 0,002-ը՝ ինդիկատորի թվացույցի բաժանումների

արժեքը մմ-ով, այսինքն՝ կարծր ծալրապանակի ներճնշման խորությունը, երբ սլաքը տեղաշարժվում է մեկ բաժանում:

A սանդղակը լրացուցիչ մտցված է 700 միավորից (ըստ Ռոկվելի) ավելի մեծ կարծրության տեսցույց մետաղանյութերը փորձարկելու դեպքում (օրինակ, մետաղակերամիկական կարծր միահալվածքները, պողպատի ապոսացված շերտեր, որոշ սպիտակ չափոններ և այլն): Այս սանդղակի անհրաժեշտությունը պայմանավորված է նրանով, որ հաճախ 150 կգ բեռնվածքի տակ արմազե կոնը փշրվում է:

Փորձարկումների ավելաները համեմատելի դարձնելու համար այստեղ ևս անհրաժեշտ է պահպանել որոշ պայմաններ, որոնք հիմնականում նախատեսված են ստանդարտով (աղ. 6): Աղյուսակից ընտրում են սանդղակը, կարծր ծալրապանակի տեսակը և բեռնվածքի մեծությունը՝ նայած նմուշի սպասվող կարծրությանը:

Աղյուսակ 6

ГОСТ 1042—40-ՌՎ, ՍԱՀՄԱՆՎԱԾ ԿԱՐԾՐՈՒԹՅԱՆ ՓՈՐՁԱՐԿՄԱՆ ՆՈՐՄԱՆԵՐՆ ԸՍՏ ՌՈՎՎԵԼԻ

Մոտավոր կարծրությունը՝ HB	Սանդղակը	Կարծր ծալրապանակի տեսակը	Բեռնվածքը՝ կգ	Կարծրության սիմվոլը	Սանդղակի թվացույցի սահմանները
60÷230	B	պողպատե գնդիկ	100	HRC	25÷100
230÷700	C	արմազե կոն	150	HRC	20÷70
700-ից ավելի	A	արմազե կոն	60	HRA	70-ից ավելի

5. ՌՈՎՎԵԼԻ ԳՈՐԾԻՔԸ ԵՎ ԿԱՐԾՐՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՄԱՆ ՄԵԹՈԴԸ

Ռոկվելի գործիքը (նկ. 13 և նկ. 14) բաղկացած է հիմնականում հենցիցի և նրա վերևի մասում հավաքված լծակների սխեմայից: Մի ծակի ծալրից կախված են բեռիկները, մյուս լծակը հենվում է գործիքի կոթին, որի ներքևի ճակատի անցքում տեղադրված է կարծր ծալրապանակը: Նմուշը աստիճանաբար բեռնավորելու համար լծակներից մեկը հենված է չափաչափ թափարգելին: Գործիքի գլխին ամրացված է ինդիկատոր, որը փորձարկման ժամանակ նույն լծակների միջոցով ցույց է տալիս կոթի (կարծր ծալրապանակի) դեպի ներքև շարժման մեծությունը, հետևապես՝ կարծրությունը: Այստեղ է գտնվում նաև ձևաքի բեռնավորման և բեռնա թափման հարմարանքն իր բանակով:

[illegible]

Հ. 10. Միջին հարկային տարրեր (11-13) արտադրության արժեքի փոփոխություններ



(4. հա) մկասանեա զտքբամբի
 վմդդչալ թամբմոկ Գործնմա Խմ
 -գզնալգր Կոմզիվի Գ (վմզդիտե
 -մեղոտ մզմմտա) վիդիկսյ Կիդդ
 -վիվ Գ բաիդիմ Խնկտառեռն Խիլ
 մեռեկ քմեռեռնսի վմզդչալ թ
 -ռմբմոկ քմիճնմա Խմզդչնալգր
 մզմմտա Խզգրմի բաիճեռն Գ
 մվմաի Կզգմի մոտա զոլ թառ
 -ռմզբոյ Կռաղեռնգրմա

[illegible]

$$111 = \frac{2P \sin \frac{\alpha}{2}}{2} = 1.8544 \frac{P}{2} \ln \frac{r_2}{r_1} \quad \text{Eq. 11}$$

- ան դուրշնց ժամանակահատվածում (նշված) և զուտ արտադրության արժեքի հաշվարկում (Հ) մեջ
 - ամբողջական արտադրության արժեքի (Հ) և արտադրության արժեքի (Հ) հարաբերակցությունը

[illegible][illegible][illegible]

«Այս պահին քանզու վերջին
վր Կ մեզ հետ յայտու նոր վի-
տանիստ» Դ իշխանիստներ
մեքն տմի միշխանիստ
հոկոսի վիտիստ ուր

[illegible]

Ի՞նչ փկտուռ մղում քանդակի եղանակով իսկապես (վճարող հատուկ) փկտուռի ղեկավարողի դերը իրենց համարում էին։ Բնականորեն, փկտուռի ղեկավարողի դերը իրենց համարում էին։ Բնականորեն, փկտուռի ղեկավարողի դերը իրենց համարում էին։

Ա ղ յ ու ս ա կ 7

ՎԻԿԵՐՍԻ, ԲՐԻՆԵԼԻ ԵՎ ՌՈԿՎԵԼԻ ՄԵԹՈԴՆԵՐՈՎ ՈՐՈՇՎԱԾ
ԿԱՐԾՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՓՈՆԱՐԻՆՈՒՄԸ ՄԻՄՅԱՆՑՈՎ

Կարծրությունը վիկերսի	Կարծրությունը ըստ Բրինելի՝ D=10 մմ և P=3000 կգու		Կարծրությունը ըստ Ռոկվելի			Կարծրությունը վիկերսի	Կարծրությունը ըստ Բրինելի՝ D=10 մմ և P=3000 կգու		Կարծրությունը ըստ Ռոկվելի		
	Կարծրության տարամագիծը՝ մմ	Կարծրության թվը	C 150 կգու	B 100 կգու	A 60 կգու		Կարծրության տարամագիծը՝ մմ	Կարծրության թվը	C 150 կգու	B 100 կգու	A 60 կգու
1220	2,20	782	72		89	226	4,00	228	22	98	62
1144	2,25	744	69		87	221	4,05	223	21	97	61
1021	2,30	713	67		85	217	4,10	217	20	97	61
940	2,35	683	65		84	213	4,15	212	19	96	60
867	2,40	652	63		83	209	4,20	207	18	95	60
803	2,45	627	61		82	201	4,25	202	13	94	59
746	2,50	600	59		81	197	4,30	196	12	93	58
694	2,55	578	58		80	190	4,35	192	11	92	58
649	2,60	555	56		79	186	4,40	187	9	91	57
606	2,65	532	54		78	183	4,45	183	8	89	56
587	2,70	512	52		77	177	4,50	179	7	88	56
551	2,75	495	51		76	174	4,55	174	6	87	55
534	2,80	477	49		76	171	4,60	170	4	86	55
502	2,85	460	48		75	165	4,65	166	3	85	54
474	2,90	444	47		74	162	4,70	163	2	84	53
460	2,95	430	45		73	159	4,75	159	1	83	53
435	3,00	418	44		73	154	4,80	156	0	82	52
423	3,05	402	43		72	152	4,85	153		81	52
401	3,10	387	41		71	149	4,90	149		80	51
390	3,15	375	40		71	147	4,95	146		78	50
380	3,20	364	39		70	144	5,00	143		76	50
361	3,25	351	38		69	140	5,05	140		76	
344	3,30	340	37		69	137	5,10	137		75	
335	3,35	332	36		68	134	5,15	134		74	
320	3,40	321	35		68	131	5,20	131		72	
312	3,45	311	34		67	129	5,25	128		70	
305	3,50	302	33		67	127	5,30	126		69	
291	3,55	293	31		66	123	5,35	124		69	
285	3,60	286	30		66	121	5,40	121		67	
278	3,65	277	29		65	118	5,45	118		66	
272	3,70	279	28		65	116	5,50	116		65	
261	3,75	262	27		64	115	5,55	114		64	
255	3,80	255	26		64	113	5,60	112		62	
250	3,85	248	25		63	110	5,65	109		61	
240	3,90	241	24	100	63	109	5,70	107		59	
235	3,95	235	23	99	62	108	5,75	105		58	

1. Համառոտակի նկարագրել մետաղների կարծրության որոշման մեթոդներն ըստ Բրինելի և ըստ Ռոկվելի, նկարելով օգտագործվող գործիքների սխեմաները:
2. Նշել, ըստ Բրինելի և Ռոկվելի, կարծրության չափման մեթոդների առավելությունները և թերությունները:
3. Աղյուսակ 8-ում բերված նմուշների կարծրությունները որոշելու համար ընտրել համապատասխան գործիք և փորձարկման պայմաններ: Չափել նշված նմուշների կարծրությունները, որոշել դրանց մոտավոր ամրության սահմանը, լրացնել աղյուսակը և համեմատել ստացված տվյալները:

Ա ղ յ ու ս ա կ 8

Նմուշ №	Միասնական անունը և տեսակը	Միասնական վիճակը	Փորձարկման պայմանները				Կարծրությունը և թվը	Մոտավոր ամրության սահմանը՝ սճ կգ/մմ²
			Փորձի անունը	Փորձի արդյունքը	Բեռը՝ կգ	Բեռի տակալ կազմակերպությունը		
1	Պողպատ 45	Հում (մատակարարված)						
2	»	Միված						
3	»	Ցածր միամեղմված						
4	»	Բարձր միամեղմված						
5	Սպիտակ չուգուն	Ձուլված						
6	Գորշ չուգուն СЧ 18-36	»						
7	Բրոնզ БрОФ10-1	»						
8	Ալյումին A3	»						

ԿՐԻՏԻԿԱԿԱՆ ԿԵՏԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ԵՎ Pb—Sb ՍԻՍՏԵՄԻ ՄԻԱՀԱՆԿԱԾՔՆԵՐԻ ՎԻՃԱԿԻ ԴԻԱԳՐԱՄԻ ԿԱՌՈՒՑՈՒՄԸ

1. ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Մետաղանյութերի հատկությունները պարզելու համար որոշակի պայմաններում դրանք ենթարկվում են մեխանիկական, ֆիզիկական և այլ փորձարկումների, որոշվում են նրանց հատկությունները բնութագրող պարամետրերը: Հատկությունների մասին դադախորդ կազմելու, նրանց ֆիզիկական իմաստը բացատրելու, նյութի որակը գնահատելու, մշակման տեխնոլոգիան ճշտելու և այլ հարցեր պարզելու համար ուսումնասիրվում է նաև մետաղների ստրուկտուրան (ատոմական կամ ներքին, միջոց և մակրոկոստոցվածքները):

Արտաքին պայմանների՝ ջերմություն, ճնշման, տարբեր դաշտերի, միջուկային ճառագայթումների և այլ գործոնների փոփոխման ընթացքում մետաղների մեջ տեղի են տանում ֆազային փոխարկումներ, որոնց հետևանքով սակզվում է որոշակի ստրուկտուրային վիճակ: Մետաղական միահալվածքների վիճակը փոփոխելու նպատակով հիշյալ գործոններից առավելագույն օգտագործվում է ջերմության փոփոխման ազդեցությունը:

Եթե նախօրոք իմանանք մետաղների տարբեր ստրուկտուրային բաղադրիչների հատկությունները և այն տեխնոլոգիական պրոցեսները, որոնք առաջ են բերում նյութի այս կամ այն ստրուկտուրային վիճակ, կարելի կլինի ցանկացած հատկությունների համար ընտրել համապատասխան քիմիական բաղադրություն ունեցող նյութ: Այս խնդիրը լուծվում է, այսպես կոչված, վիճակի կամ հավասարակշռության դիագրամներ կառուցելու միջոցով, որոնք միահալվածքների տեսության հիմքն են կազմում:

Վիճակի դիագրամը ոչ այլ ինչ է, եթե ոչ միահալվածքների բաղադրության և ջերմաստիճանի գրաֆիկորեն արտահայտված կապը:

Նայած միահալվածքի կոմպոնենտների բնույթին և նրանց փոխադարձ հարաբերության ձևին, հեղուկ վիճակից բյուրեղային վիճակի անցնելիս որպես ֆազային բաղադրիչներ դոշանում են կամ պինդ լուծույթներ, կամ քիմիական միացություններ, կամ էլ հաճախ ստացվում է դրանց մեխանիկական խառնուրդը: Այս ստրուկտուրային բաղադրիչների բնույթից է կախված միահալվածքների բյուրեղացման ընթացքը, հետևապես և վիճակի դիագրամի ախար:

Կան յոթ տարրական ախարի վիճակի դիագրամներ, որոնցից հիմնականը առաջին երկու ախարն են, որ շատ պարզ և հեշտ ըմբռնելի են: Դրանք պետք է լավ յուրացնել, որպեսզի կարողանալ օգտագործել գործնականի համար պիսանի միահալվածքների ստրուկտուրան նկարագրող բազմաթիվ վիճակի դիագրամները:

Ունենալով որևէ սխտեմի միահալվածքների վիճակի դիագրամ, կարելի է, օրինակ, լուծել հետևյալ հարցերը.

1) Որոշել տվյալ սխտեմի բոլոր միահալվածքների ստրուկտուրային կամ ֆազային բաղադրիչների տեսակները, դրանց բնույթը, կրիտիկական կետերի քանակը և դիրքը:

2) Հատվածների կանոնով կարելի է որոշել առանձին ֆազային կամ ստրուկտուրային բաղադրիչների քիմիական բաղադրությունը, դրանց քանակական հարաբերությունը ալյալ միահալվածքում՝ տարբեր ջերմաստիճանների պայմաններում:

3) Կառնակով-Մատիսենի գրաֆիկ հիման վրա կարելի է որոշ ճշտությամբ նախապես որոշել միահալվածքների հատկությունները, եթե նախօրոք հայտնի են նրանց առանձին ստրուկտուրային բաղադրիչների հատկությունները:

4) Կարելի է նախատեսել միահալվածքների ջերմամշակման հնարավորությունը և, եթե դա հնարավոր է, նշանակել գիտականորեն հիմնավորված ջերմային մշակման օպտիմալ ռեժիմ:

5) Կարելի է հետևել և նկարագրել ջերմաստիճանի փոփոխման հետևանքով տեղի ունեցող հալման, բյուրեղացման և այլ պրոցեսների հաջորդականությունը սխտեմի ցանկացած միահալվածքի համար:

6) Կարելի է որոշել միահալվածքները կաղապարների մեջ լցնելու ջերմաստիճանը, ճնշման միջոցով դրանց տաք մշակման ջերմաստիճանային ռեժիմը:

7) Վիճակի դիագրամները թույլ են տալիս տեխնիկայի պահանջները բավարարելու համար գիտականորեն ընտրել համապատասխան միահալվածք, փոխարինելով այս գործում երկար ժամանակ կիրառվող ոչ գիտական ռեցեպտուրային մեթոդը և այլն:

Առաջիկա վիճակի դիագրամները կառուցվում են փորձի ազդեցության հիման վրա, որովհետև արդի մետաղաֆիզիկան, թերմոդինամիկան, ֆիզիկական քիմիան և այլ գիտություններ դեռևս ի վիճակի չեն դրանք լիովին կառուցել տեսական հաշիվների հիման վրա:

Վիճակի դիագրամ կառուցելիս էքսպերիմենտալ աշխատանքը հանգում է մետաղների կրիտիկական կետերի որոշմանը: Կրիտիկական կոչվում է այն ջերմաստիճանը, երբ մետաղի մեջ տեղի է տանում այս կամ այն ֆիզիկա-քիմիական փոփոխություն: Կորի վրա ալը ջերմաստիճանին համապատասխանող կետը կոչվում է կրիտիկական կետ:

Մետաղանյութերում, դրանք նորմալ պայմաններում տաքացնելու և սառեցնելու ընթացքում, կարող են տեղի ունենալ հետևյալ ֆիզիկա-քիմիական փոխարկումները՝ հալում, բյուրեղացում, ալոտրոպիկ փոխարկումներ (պինդ մետաղի ներքին կառուցվածքի մի ձևի փոխարկումը մեկ այլ ձևի), քիմիական միացություն գոյացում, այդ միացություն պիտոցում, հալվելու ֆազի արտադրում, այդ ֆազի լուծում հիմնական ֆազում, էվոկուտիկ, էվոկուտիկ և պերիտեկաիկ փոխարկումներ և այլն:

Վերը թվարկած ամեն մի փոխարկման պրոցեսը վիճակի դիս-գրամներում գրանցվում է յուրահատուկ ձևով և հաջողվում է հեշտու-թյամբ նկատել, տարբերել և որոշել միահալվածքի բաղադրությունն ու ջերմաստիճանը, երբ նրա մեջ տեղի է ունենում այս կամ այն փոխարկումը:

Միահալվածքների ջերմաստիճանի կամ այլ ներքին և արտաքին գործոնների փոփոխության հետևանքով տեղի ունեցող փափուկ կամ ստրուկտուրային փոխարկումների հիմնական պատճառը վերադրվում է թերմոդինամիկայի այն դրույթին, որ ամեն մի մարմին ձգտում է իր ներքին ազատ էներգիայի նվազագույն պաշարին: Միմիայն տվյալ պայմաններին համապատասխան նվազագույն ազատ էներգիա ունեցող սիստեմն է թերմոդինամիկորեն կայուն՝ զտնվում է համադարձելու-թյան վիճակում, նրա մեջ ֆազային փոխարկումներ տեղի չեն ունենում: Հակառակ դեպքում, սիստեմում կընթանան այնպիսի պրոցեսներ, որոնք ի վերջո կստեղծեն սիստեմի համար թերմոդինամիկ կայուն վիճակ: Այսպիսով, այս կամ այն ջերմաստիճանային պայմաններում կայուն է սիստեմի գոյությունն այն ձևը (ստրուկտուրան), որի ազատ էներգիայի պաշարը տվյալ պայմաններում նվազագույնն է:

Նկ. 17-ում սխեմատիկորեն բերված են պինդ և հեղուկ վիճակում գտնվող մարմինների ազատ էներգիայի քանակի և ջերմաստիճանի կախվածության կորերը:

Մարմնի ընդհանուր ներքին էներգիան նրա մակերևութային, ա-տոմների, իոնների և մյուս տարրական մասնիկների համընթաց, պըտ-տակուն և տատանողական շարժման և այլ էներգիաների գումարն է (U), իսկ ազատ էներգիան՝

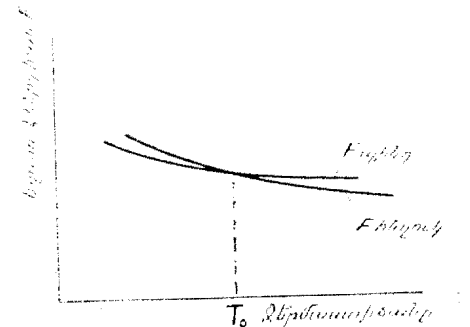
$$F = U - TS, \text{ որտեղ}$$

T-ն բացարձակ ջերմաստիճանն է,

S-ը՝ սիստեմի էնտրոպիան*:

* էնտրոպիա—մարմնի վիճակի պարամետր է՝ թերմոդինամիկական բոլոր կա-տեգորիա, որը չուղացվում է թերմոդինամիկայի դասընթացն ուսումնասիրելիս:

Բերված սխեմայից (նկ. 17) երևում է, որ մինչև T_0 ջերմաստի-ճանը (սառեցնելիս) մարմնի պինդ վիճակի ազատ էներգիայի պաշարն աճելի մեծ է, քան հեղուկ վիճակինը, հետևապես, մինչև այդ ջերմաստի-ճանը թերմոդինամիկորեն ափսոսելի կայուն է հեղուկ վիճակը: Մինչև այս ջերմաստիճանը սառեցնելիս մարմինը կգտնվի հեղուկ վիճակում: T_0 ջեր-մաստիճանում մարմնի հեղուկ և պինդ վիճակի ազատ էներգիայի պա-շարները հավասար են ($F_{\text{հեղ}} = F_{\text{պինդ}}$): Այդ ջերմաստիճանում մար-մինը կարող է գտնվել և՛ հեղուկ, և՛ պինդ վիճակում: Սա նրա բյու-րեղացման (կամ հալման) ջեր-մաստիճանն է: Այս ջերմաստի-ճանից ցածր մարմնի պինդ վիճա-կի ազատ էներգիայի պաշարն ափսոսելի փոքր է, հետևաբար, մար-մինը կձգտի գտնվել պինդ վիճա-կում, կբյուրեղանա: Բյուրեղաց-ման համար անհրաժեշտ կլինի միայն որոշ աստիճան սառեցնել հեղուկը: Սառեցման ստիճանը տեսական բյուրեղացման և իրա-կան բյուրեղացման սկզբի ջեր-մաստիճանների տարբերությունն է: Երբ հեղուկը չափից սափելի է սառեցվում, ֆլուկտուացիայի



Նկ. 17. Պինդ և հեղուկ վիճակում գտնվող մարմնի ազատ էներգիայի պա-շարի փոփոխության սխեմատիկ կորերը կախված ջերմաստիճանից:

(էներգիայի կամ բաղադրություն միջին արժեքների ժամանակավոր տեղակալող տատանումների) հետևանքով աստիճանում են բյուրեղացման սաղմեր, մարմինն սկսում է բյուրեղանալ կամ վերաբյուրեղանալ: Սա-կայն աղաքացված է, որ սառնելիս բյուրեղացման ժամանակ հեղուկ մետաղի մեջ գտնվող՝ կոպմնակի սաղմերի թիվը գերակշռում է ինքնու-րաշն ունեցվող սաղմերի թվին: Հետևաբար, այս դեպքում կոպմնակի սաղմերը, որպես բյուրեղացման կենտրոններ, ափսոսելի մեծ դեր են կա-տարում: Իսկ ինքնուրաշն աստիճանով սաղմերն ափսոսելի մեծ դեր են խա-ղում մետաղի երկրորդային բյուրեղացման՝ պինդ վիճակում վերաբյու-րեղացման ընթացքում:

Վերևում թվարկած բոլոր փոխարկումների ժամանակ փոփոխվում է նյութի ստրուկտուրան: Այդ փոփոխությունն ուղեկցվում է նրա հատ-կաթյունների, հիմնականում, թուլեցման փոփոխությամբ: Մետաղանյու-թերի հատկությունների փոփոխության երևույթի վրա են հիմնված նրանց բոլոր կիրառական կետերի որոնման և որոշման մեթոդները, որոն-ցից են.

1) ջերմային անալիզի մեթոդը,

- 2) սենսացենյան ստրուկտուրային անալիզի մեթոդը,
- 3) միկրոստրուկտուրային անալիզի մեթոդը,
- 4) էլեկտրական դիֆուզիոն չափման մեթոդը,
- 5) մագնիսական անալիզի մեթոդը,
- 6) դիֆուզիոնական անալիզի մեթոդը (հիմնված է ջերմային ընդարձակման երևույթի վրա),

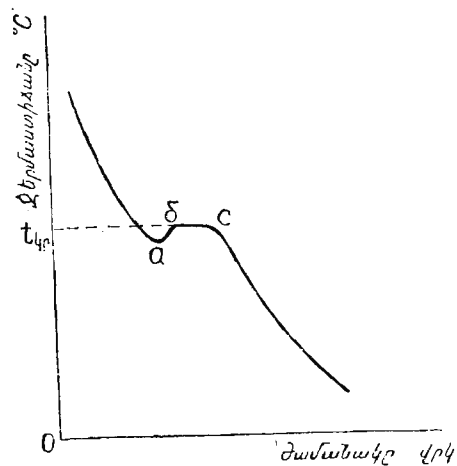
7) պոդպատյա նմուշների միմյան մեթոդը (պոդպատի կրիտիկական կետերը սրոշելու համար) և այլն:

Վիճակի դիֆուզիոն կառուցելիս միահալվածքների կրիտիկական կետերը գտնելու համար կիրառվում են բոլոր հաշանի մեթոդները: Սակայն ամեն անգամ միահալվածքները նախ ենթարկվում են ջերմային անալիզի, որը համեմատաբար պարզ է, տալիս է վստահելի տվյալներ: Հատկապես միահալվածքների հալման կամ բյուրեղացման կետերը որոշելիս:

2. ՄԵՏԱԴՆԵՐԻ ԶԵՐՄԱՅԻՆ ԱՆԱԼԻԶԻ ՄԵԹՈԴԸ

Նախորդ պարագրաֆում թվարկված չափանշանային ֆազային փոխարկում, որը տեղի է տնենում միահալվածքի ստեղծման կամ տաքացման ընթացքում, ուղեկցվում է ջերմաթվան անջատմամբ կամ կլանմամբ: Որովհետև նշված ստրուկտուրային վիճակը փոփոխվելիս, բոլոր հատկությունների փոփոխման հետ միասին, փոփոխվում է և նրա ջերմապարտանությունը: Զերմաթվան անջատման կամ կլանման ժամանակ խախտվում է մետաղի ջերմաստիճանի անկման կամ բարձրացման անընդհատությունը, որն ավելի պարզ է երևում, եթե ցույց տանք նրա ջերմաստիճանի փոփոխությունը ժամանակի ընթացքում գրաֆիկորեն (նկ. 18):

Զերմաստիճանի անկման կորը, որը կախված է մետաղի ստեղծման ժամանակից, տնվանվում է ստեղծման կոր: Այդ կորը ցույց է տալիս, որ մինչև α կետը մետաղի մեջ ոչ մի ֆազային փոխարկում տեղի չի տնեցել, որովհետև



Նկ. 18. Որոշ մետաղների ստեղծման կորի սխեմա

կորի ալդ հասվածը ինչ-որ օրենքով սահուն իջնում է: Իսկ ՁԾԸ ջերմաստիճանների և ժամանակի ինտերվալում ստեղծման կորի ընուլթը բոլորովին ալ է: α կետից սկսած խախտվում է մետաղի ջերմաստիճանի անկման անընդհատությունը, նշանակում է ալդ պահին մետաղի մեջ ընթանում է ինչ-որ պրոցես: Տվյալ դեպքում α կետում սկսվում է հեղուկ մետաղի բյուրեղացումը:

Բոլոր մետաղների բյուրեղացումն սկսվում է որոշակի ստեղծման ստիճանի պայմաններում: Եթե մետաղը չստեղծի, բյուրեղացման պրոցեսը չի կարող սկսվել, որովհետև իրական բյուրեղացման ջերմաստիճանում մետաղը գտնվում է կայուն հավասարակշռության վիճակում: Բյուրեղացման պրոցեսին ընթացք տալու համար անհրաժեշտ է հեղուկ մետաղը որոշ ստիճան ստեղծել: Ստեղծված ջերմաստիճանում, ինչպես արդեն նշել ենք, պինդ վիճակի մետաղի ներքին էներգիայի պաշարն ավելի փոքր է, քան հեղուկ վիճակինը (բոլոր մարմինները ձգտում են իրենց ներքին էներգիայի նվազագույն պաշարին), ալդ պատճառով սկսվում է բյուրեղացումը:

Բյուրեղացման պրոցեսն ուղեկցվում է ջերմաթվան անջատմամբ (հանդես է գալիս, ալդակա կոչված, թաքնված բյուրեղացման ջերմաթվանը), որը հեղուկ մետաղի ջերմաստիճանը հասցնում է նրա իրական բյուրեղացման ջերմաստիճանին և փոխհաստատում ալ ջերմաթվանը: Որը ժախտվում է սխտեմի շրջակայքը տաքացնելու վրա: Սխտեմի ջերմաստիճանը ֆիում է հաստատուն մինչև բյուրեղացման վերջը (Ը կետը): Ը կետից հետո մետաղն արդեն պինդ վիճակում է: Կորի հետագա անկման ընթացքը ցույց է տալիս, որ մինչև սենյակային ջերմաստիճանը մետաղի մեջ ոչ մի ֆազային փոխարկում տեղի չի տնենում:

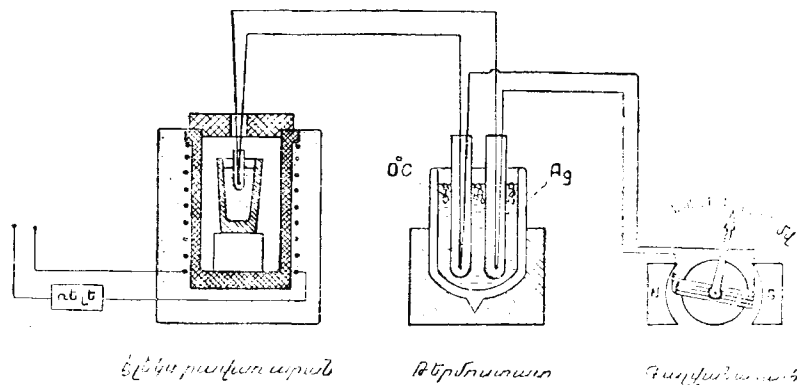
Ստեղծման կորերն տնենում են նաև ալդ տեք: Հաճախ միահալվածքների բյուրեղացումն ընթանում է ոչ իզոթերմիկ կերպով, ալ ջերմաստիճանների որոշ ինտերվալում: Ալդ դեպքում ստեղծման կորն տնենում է ոչ թե կանգառ, ալ բեկումներ, կամ բեկում ու կանգառ և ալլն: Սա կախված է փոխարկման պրոցեսի ջերմալին էֆեկտի մեծությունից, որը, իր հերթին, կախված է մետաղի տեսակից, փոխարկման ընուլթից, մետաղի քանակից, ստեղծման տաքաթվանից և ալ պայմաններից:

Մետաղի բյուրեղացման կամ հալման ժամանակ անջատվող կամ կլանվող ջերմաթվան քանակն ավելի մեծ է, քան նրա մեջ պինդ վիճակում տեղի տնեցող փոխարկմանների ջերմալին էֆեկտը: Օրինակ, երկաթի բյուրեղացման ջերմաթվանը՝ $q = 49,4$ կալ գ, իսկ $Fe_2 \rightarrow Fe_3$ փոխարկման ժամանակ՝ $q = 3,25$ կալ գ, հետևապես, երկաթի ադրեդատային վիճակի փոխարկման կրիտիկական կետը որոշելու համար կարելի է կիրառել հաստատված ջերմալին անալիզի մեթոդը: Նրա ալտորակի փոխարկ-

ման կրիտիկական կետերը գտնվում կլինի որոշել այդ մեթոդով, քանի որ տվյալ գեպի համար դա կապիտ մեթոդ է: Այս գեպում նպատակահարմար է կիրառել տվելի նորը, օրինակ՝ սենգենատրակտորային կամ գիլատումետրական անալիզի մեթոդները: $Fe_3 \rightarrow Fe_4$ փոխարկման կետը կհաշտարեքի միմիայն մաքնիտային անալիզի մեթոդով և այլն:

Այսպիսով, վիճակի գիտություն կառուցելիս մետաղների կրիտիկական կետերը որոշվում են մի շարք մեթոդներով: Նախ կառուցում են մաքուր մետաղների և ապա տվյալ սիստեմի մի շարք միասնական քաների ստանդարտ կոդերը: Որոշված կրիտիկական ջերմաստիճանները տեղադրում են «ջերմաստիճան-կոնցենտրացիա» կոորդինատային ստանդարտների վրա և, սահման միացնելով այդ կետերը, ստանում են տվյալ սիստեմի վիճակի գիտություն:

Մետաղների կրիտիկական կետերը ջերմային անալիզի մեթոդով որոշելու համար համար և կարճ ժամանակում իջոցներում (30-60 վրկ) կամ մի քանի րոպե մեկ) գրանցում են հեղուկ մետաղի ստանդարտ ընթացքը մինչև սենյակային ջերմաստիճանը: Տվյալները տեղադրում են «ջերմաստիճան-ժամանակ» կոորդինատային ստանդարտների վրա:



Նկ. 19. Մետաղների ջերմային անալիզի կալանքի սխեմա:

և միացնելով ստանում են տվյալ մետաղի ստանդարտ կոդը: Կոդի բոլոր հարկոնական մասերը (կանցությունները) և բեկումները տվյալ մետաղի կամ միասնական կրիտիկական կետերն են:

Մետաղների ջերմային անալիզի կատարելիս անհրաժեշտ է ունենալ որոշ քանակի, որքան կարելի է, մաքուր մետաղ կամ մետաղների, կշեռք՝ միասնական լադադրիչ մասերը կշռելու (կամպոնենտների քանակը պահպանելու) համար, ինչպես և տիգել, էլեկտրափառարան, պիրոմետր, վալրիկանաչափ:

Նկ. 19-ում բերված է այս նպատակի համար անհրաժեշտ կալանքի սխեման:

3. ՄԵՏԱԳՆԵՐԻ ՀԱԼՄԱՆ ՎԱՌԱՐԱՆՆԵՐ

Ուսումնական և գիտահետազոտական լաբորատորիաներում փորձարկող մետաղը հալելու համար օգտագործվում են գիմադրական, ինդուկցիոն կամ ալեգային էլեկտրափառարաններ: Ուսումնական լաբորատորիաներում տվելի տարածված են գիմադրական էլեկտրափառարանները, որտեղ, որպես տաքացնող տարր, կիրառվում են տարբեր միահալվածքներ կամ մաքուր մետաղներ, օրինակ՝ $X15H60$ տեսական չի նիբրում՝ մինչև $1050^\circ C$ տաքացման համար, $X20H80$ նիբրում՝ մինչև $1250^\circ C$, մոլիբդենի տարր՝ մինչև $1700^\circ C$, վոլֆրամի տարր՝ մոտ մինչև $2500^\circ C$ տաքացնելու համար և այլն: Տաքացնող տարրը լինում է մետաղալարի ձևով կամ ժապավենաձև:

Անցնելով մեծ գիմադրություն ունեցող պարուրած հաղորդչով, էլեկտրական հոսանքը տաքացնում է այն մինչև որոշակի ջերմաստիճան: Անջատվող ջերմության քանակը (Q -ն) ալիդ համեմատական է հոսանքի ուժի քառակուսուն, լարի գիմադրությունը և ժամանակին: Այն որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$Q = 0.24 I^2 R t \text{ կալ, որտեղ}$$

0.24 -ը համեմատականության գործակիցն է,

I -ն՝ հոսանքի ուժը ամպերներով,

R -ը՝ տաքացնող տարրի գիմադրությունը օհմով,

t -ն՝ ժամանակը վրկով:

Լաբորատորային գիմադրական էլեկտրափառարանները, նախած նրանց աշխատող խցի տարածություն ձևին, լինում են՝ մոֆելային, տիդելային և խողովարած: Այս վառարաններում տաքացնող տարրը պարուրած փաթեթված է շամոտե արգելի, մոֆելի կամ խողովակի շարքը, որոնք տեղադրված են մեծ թիթեղյա պաշանում, և նրանց արանքում լցված է ջերմամեկուսիչ նյութ (հաճախ՝ տորեստաքամբալ):

Այս վառարանների ջերմաստիճանը կարգավորվում է ռոտատորների, հատուկ ջերմակարգավորիչների, օրինակ՝ Լեվիտադային ռեչեի կամ այլ բարդ կառուցվածք ունեցող էլեկտրոնային պոտենցիոմետրերի միջոցով: Վերջինները թույլ են տալիս վիզուալ ձևով տեսնել, ժամանակի ընթացքում կարգավորել և գրանցել վառարանի աշխատող խցի ջերմաստիճանը:

4. ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԻ ԶԱՓՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ

Ջերմային անալիզը հաջողությամբ կատարելու համար հիմնականում անհրաժեշտ է ունենալ հեղուկ մետաղի ստանդարտ ինտենսիվությունը չափող գործիք, որի զգայունությունը մեծ չափով կախված կլինի կատարված աշխատանքի ճշգրտությունը:

Ջերմաստիճանը չափելու համար կիրառվում են հետևյալ տարբեր սկզբունքների վրա հիմնված, գործիքները՝

1) սնդիկային, սպիրտային (և այլ հեղուկային), գլխատմկարական և երկմետաղական ջերմաչափեր: Սրանք հիմնված են տաքացվող մարմինների ընդարձակման երևույթի վրա:

2) թերմոէլեկտրական պիրոմետրեր, որոնց աշխատանքը հիմնված է թերմոէլեկտրականության օրենքի վրա:

3) մոնոմետրական ջերմաչափեր, որոնց աշխատանքը հիմնված է գազերի, գոլորշիների կամ հեղուկ մարմինների ընդարձակման հետևանքով տաքացող ճնշման մեծացման երևույթի վրա:

4) էլեկտրադիմադրական ջերմաչափեր, որոնց աշխատանքը հիմնված է որոշ տաքացվող մարմինների էլեկտրադիմադրության փոփոխման օրենքի վրա:

5) օպտիկական պիրոմետրեր (ճառագայթման սարքեր), որոնց աշխատանքը հիմնված է տաքացվող մարմինների գունի փոփոխման երևույթի վրա:

6) ֆոտոպիրոմետրեր, որոնց աշխատանքը հիմնված է ֆոտոէլեկտրականության օրենքի վրա:

7) թերմիստորներ (կիսահաղորդիչային սարքեր), որոնց աշխատանքը հիմնված է տաքացվող կիսահաղորդիչային նյութերի էլեկտրադիմադրության անկման երևույթի վրա (ի տարբերություն սովորական մետաղների):

Թվարկած գործիքներից ջերմային տնայիցի և մետաղների ջերմամշակման համար ամենից ավելի օգտագործվում են թերմոէլեկտրական պիրոմետրերը, որոնց աշխատանքին անհրաժեշտ է ծանոթանալ մոտիկից:

Համեմատաբար ցածր ջերմաստիճաններ չափելու համար օգտագործվում են նաև հատարակ սնդիկային (-30 մինչև $+300^{\circ}\text{C}$), սպիրտային և պենտանային (ածխաջրածին՝ C_5H_{12} , մինչև -200°C) ջերմաչափեր:

5. ԹԵՐՄՈԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՊԻՐՈՄԵՏՐԵՐ

Թերմոէլեկտրական պիրոմետրը բաղկացած է ջերմազույգից, կոմպենսացիոն հաղորդալարներից և թերմոէլեկտրաշարժ ուժը (Թ.Է.Շ.ու) չափող գործիքից (զալմանոմետրից կամ պոտենցիոմետրից), որոնք կազմում են մի փակ շղթա:

Ջերմազույգն երկու էլեկտրոդ է, պատրաստված տարբեր բաղադրությամբ մետաղներից, որոնց մի կողմի ծալքերը ուղղված են միմյանց հետ և զոդված են: Այդ ծալքը կոչվում է ջերմազույգի

տաք զոդված ծալք: Մնացած ծալքերը (ջերմազույգի սառը զոդված ծալքը) միացված են տնային տարաներին կամ կոմպենսացիոն հաղորդալարերով զալմանոմետրին, կամ պոտենցիոմետրին:

Եթե ջերմազույգի սառը զոդված ծալքը պահենք հաստատուն ջերմաստիճանի միջավայրում (թերմոստատում կամ մոտ 30°C խորաթխամբ գեանի տակ), իսկ տաք զոդված ծալքը անզուգական բարձր կամ ավելի ցածր ջերմաստիճանի միջավայրում, ապա, էլեկտրոդների նյութի զուգված տեղերի տարբեր էլեկտրոնային էմիսիայի տնային շղթայի պատճառով, շղթայում կառաջանալ էլեկտրական հոսանք (հավանաբար՝ պոտենցիալների տարբերության հետևանքով), որը համեմատական է ջերմազույգի ծալքերի ջերմաստիճանների տարբերությանը: Այդ հոսանքը չափվում է զալմանոմետրի (միլիվոլտմետրի) կամ պոտենցիոմետրի միջոցով:

Ջերմազույգերի տաք և սառը զոդված ծալքերի (սովալ ջերմաստիճանների տարբերության դեպքում) Թ.Է.Շ.ու-ի մեծությունը կախված է ջերմազույգ կազմող մետաղների ընտելից, որոնք, բարձր Թ.Է.Շ.ու տաքացնելու հետ միասին, պետք է տնային փոքր ջերմաստիճանային էլեկտրադիմադրության գործակից և լինեն բավականաչափ հրակայուն:

Փորձնականում տարածված ջերմազույգերը, նրանց նյութերի քիմիական բաղադրությունը և ջերմաստիճանների չափման սահմանները բերված են աղյուսակ 9-ում:

Աղյուսակ 9

Ջերմազույգի տեսակը	Պայմանական նշանը	Վերին ջերմաստիճանային սահմանը՝ $^{\circ}\text{C}$		Էլեկտրոդների (լարերի) քիմիական բաղադրությունը
		Երկարատև օգտագործման դեպքում	Կարճատև օգտագործման դեպքում	
Պլատին-պլատինառդիում	ПП	1300	1600	1) մաքուր պլատին 2) 90% Pt, 10% Rh
Ուրանիլ-ալյուրմեկ	XA	1000	1200	1) 10% Cr, 90% Ni 2) 2% Al, 1% Cr, 2% Mn, 95% Ni
Ուրանիլ-կոպել	XK	600	800	1) 10% Cr, 90% Ni 2) 56% Cu, 44% Ni
Երկաթ-կոպել	ЖК	600	700	1) մաքուր երկաթ 2) 56% Cu, 44% Ni
Պղինձ-կոնստանտան	—	-200 մինչև $+400$	500	1) մաքուր պղինձ 2) 60% Cu, 40% Ni

Թվարկած ջերմազուլյուրից դործնականում առավել տարածված է XA գույլը, մանավանդ մեծազանցի ջերմային մշակման արտադրամասերում:

Ջերմազուլյի սառը զոդված ծալրը, ինչպես նշեցինք, պետք է գտնվի հաստատուն ջերմաստիճանի պայմաններում և միացված լինի հաստի, կոմպենսացիոն հաղորդալարերով, որպեսզի այդ միացման տեղերում թ. է. շ. չառաջանա: Այդ նպատակով XA ջերմազուլյի կոմպենսացիոն հաղորդալարերը նույնպես լինում են խրոմելից և ալյումինից, իսկ էլաստիկ լինելու նպատակով՝ ավելի բարակ հասվածքով:

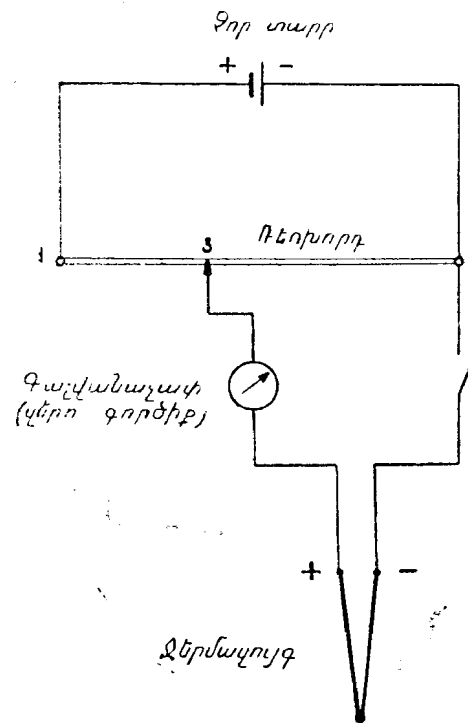
Միլիվոլտմետրը (նկ. 19) փոքր լարումներ չափող գործիք է: Այն բաղկացած է անշարժ հաստատուն մագնիսից, որի բեռների միջև ստեղծվում է մագնիսադինամիկ կրկնաթիվ: Շրջանակի վրա ամրացված է սլաք: Կոճի շրջմանը դիմադրում է զսպանակը, որի մի ծալրը միացված է նրա ստեղծի:

Անցնելով փաթույթներով, ջերմաէլեկտրական հոսանքը կոճի շարժն առաջացնում է մագնիսային դաշտ: Այս դաշտը, փոխազդման մեջ մտնելով հաստատուն մագնիսի դաշտի հետ, ստեղծում է մեխանիկական մոմենտ, որի շնորհիվ կոճը և սլաքը շրջվում են: Սլաքը թվացույցի վրա ցույց է տալիս պոտենցիալների տարբերությունը միլիվոլտներով, իսկ եթե պիրոմետրն աստիճանավորված է՝ ջերմազուլյի տաք զոդված ծալրի միջավայրի ջերմաստիճանը:

Պոտենցիոմետրերի միջոցով հաշտվում է մեծ ճշտությամբ չափել թ. է. շ. ու-ն, հետևապես և միջավայրի ջերմաստիճանը: Թ. է. շ. ու-ի պոտենցիոմետրային չափման մեթոդի էությունը կայանում է նրանում, որ ջերմաէլեկտրական հոսանքը (թ. է. շ. ու-ն) համասարակչում է նույն մեծությամբ, հակառակ ուղղված, կոդմենտի հաստատուն հոսանքի ազդեցությամբ:

Պոտենցիոմետրի գործողության սկզբունքի սխեման բերված է նկ. 20-ում: Նրա շղթայում կան չոր տարր, դիմադրություն (ռեզիստոր), գալվանոմետր (զրո գործիք) և ջերմազուլյ: Տեղաշարժելով շարժակը (3) դիմադրության վրայով, կարելի է գտնել նրա այն դիրքը, երբ 2 և 3 կետերի պոտենցիալների տարբերությունը հավասարվում է ջերմազուլյի թ. է. շ. ու-ին: Այդ ժամանակ շղթայում հոսանքը կգաղարի (գործիքի սլաքը կկանգնի զրոյի դիմաց):

Այս գործիքի աստիճանավորման համար, իմանալով պոտենցիալների տարբերությունը դիմադրության ծալրերում (1 և 2 կետերի միջև), հաշվարկում են լարման անկումը ռեոստորի մեկ միավոր երկարություն վրա և նշում համապատասխան բաժանումները միլիվոլտներով կամ աստիճաններով (ռեոստորի երկարությամբ):



Նկ. 20. Պոտենցիոմետրի սխեմա:

Պոտենցիոմետրերը լինում են շարժական (ձևաքի) և ստացիոնար՝ ավտոմատիկ կարգավորիչով: Ներկայումս կիրառվում են էլեկտրամեխանիկական և էլեկտրոնային պոտենցիոմետրեր, որոնք ոչ թե ցույց են տալիս և գրանցում միջավայրի ջերմաստիճանը, այլ ավտոմատ կերպով կարգավորում այն: Այս սարքերը բավականին բարդ են: Նրանց մանրամասն նկարագրությունը կարելի է գտնել հատուկ գրականության մեջ:

6. ՋԵՐՄԱԶՈՒՅԳԻ ԱՍՏԻՃԱՆԱՎՈՐՈՒՄԸ

Ջերմազուլյի աստիճանավորումը նշանակում է կապ հաստատել նրա տաք և սառը զոդված ծալրերի ջերմաստիճանների տարբերության և սովորական պահին ջերմազուլյում առաջացած թ. է. շ. ու-ի մեծության միջև:

Ջերմազուլյի աստիճանավորում կատարելիս օգտագործում են մաքուր հալված մետաղների կամ աղերի ստույգման ընթացքում տեղի ունեցող բյուրեղացման ջերմաստիճանների կանգառները (կրիտիկական

Այդ նպատակով 200—300 զ մաքուր մետաղը կամ աղը հալում են տիպիկ մեջ, որտեղ ղեկում են ջերմաստիճանի պատշաճ մեկնացված տաք զոգված ծալքը: Այնուհետև անջատում են վառարանը և սիստեմը զանգալ ստանցնում: Ստեղծում են լինացքում հեռանում են պարփանդմանը պարփն, լարաքանչուր 30 կամ 60 վալրկյունից հետո զրանցում նրա ցացմանքը: Այդպես շարունակում են մինչև մետաղը լրիվ պլուսմանը:

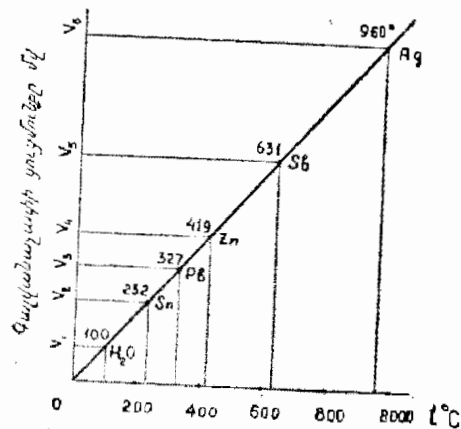
$\varphi_{\text{прод}} \text{ прод}$ $\varphi_{\text{прод}} \text{ прод}$

մատչաարտով տեղադրում են
«Թ. Է. Հ. առաջին» մասնա-
նակը կորպորացիան առանցք-
ների վրա և հեղձում կետերը
միացնում միմյանց: Կոր-
կորիդոնական մասի ջերմա-
տվանը կհամապատասխանի
ավելի բնական ընթացման
ջերմատվանին, որը նախ-
որոշ հաշվի է: Օրինակ՝ տնա-
լի դեպքում՝ 232 C, կապարի՝
327, ցինկի՝ 419, ածխածնի՝
631, արծաթի՝ 960, պղնձի՝
1083 C և այլն:

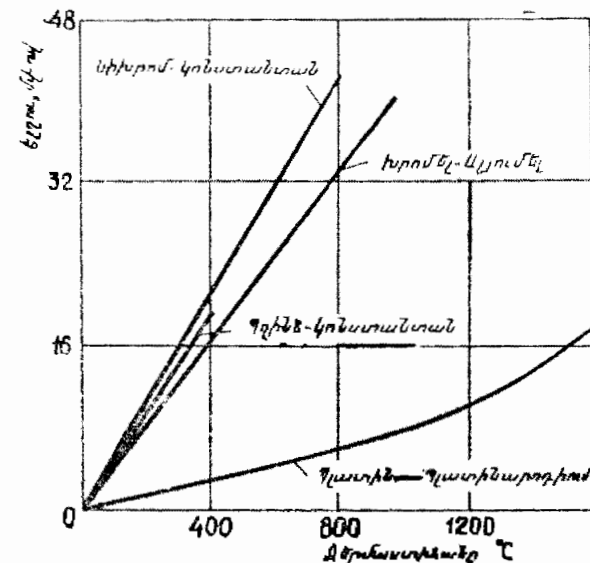
ՌԵԶՈՒՄ ԿՐԻՄԻՆԱԿԱՆ

կետերը և գաղթականների՝ նրանց համապատասխանազ ցուցման քննիրը (միլիոլուտերով) ուժեղ մասշտաբով տեղադրում են թժ. է. զ. ու—ջերմաստիճանը կուրգինառաջին սիստեմում, տպոստանն զծով դրանք միացնում են, ստանում առաիճանավորման կուր կում, տեղաեւ կոչված, ջերմագույլի բնաթայիրը (Նկ. 21): Այս կեար և ցուցմանքը 100°C-ում որոշելու նպատակով ջերմագույլի տաք գոչված ծայրը համապատասխանաբար տեղադրում են հալվույ ստատյի և հոացույ ջրի մեջ:

Աստիճանավորված սիրտմեղքերով (օրջեկալի ջերմաստիճանը չափելիս ամեն անգամ ոչ լրորերը չօգտադրվելու համար) դալվանտմեղքի թվաքանակի միլիոնավորի փոխարեն Նշում են նրանց համապատասխան ջերմաստիճանները: Այստեղ ալիս էի նկատում պատենցիալներին սարքերով չափելիս:



ՆԻՊ. Զ. Զեքիանյան թղթ. աստիճանավարժական կու-
րսի կատարյալ ման ուսուցիչ:



Կէ. 22. Տարբեր ջերմաստիճաններին վերաբերյալ կախիկները (ընտելացրած)։

Ներ. 22-ամ բերված են մի քանի ջերմադաշկերի բնութագրերը՝ որակ-
դից կարելի է գաղափար կազմել առաջացող թ. է. չ. ա. -ի մեծություն
մասին՝ ջերմադաշկերի ծախսերի այս կամ այն ջերմաաղծանների
առարկրաթիվն զենքքամ:

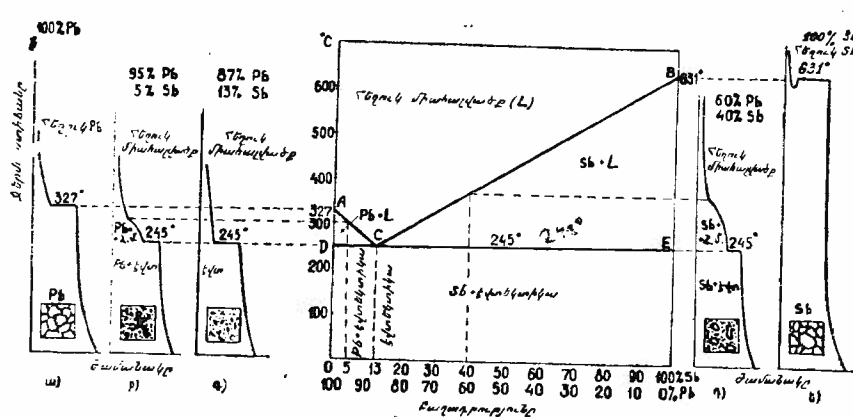
7. ԿԱՊԱՐ-ԱՆՏԻՄՈՆ ՍԻՍՏԵՄԻ ՄԻԱՀԱՆՎԱԾՔՆԵՐԻ
ՎԻՃԱԿԻ ԳԻՔԳՐԱՄԸ

Վիճակի դիագրամը կառուցելու համար նախ կառուցում են աղյուսի տեսքով միաձալված քննելի ստույգման կորերի սկրիտ: Միկրոստրուկտուրային անալիզի միջոցով պարզում են լուրջ քանջվածքի ստրուկտուրային և ֆազային բաղադրությունը, ալն ենթադրում մեխանիկական և ալլ Ֆիզիկա-քիմիական մոթոմոկումների և նոր միայն կառուցում վիճակի դիագրամ: Ինչո՛ւ Ստանակով-Մանյանի օգնե՛ք հիման վրա կառուցում են շարադրություն — հատկություն զիտորմանը, որոնք թույլ են տալիս ստանց մոթոմոկումների կառարելու դադարավար կազմել մնացած բոլոր միջանկյալ միաձալված քննելի հատկությունների մասին:

Այսպիսով, փնտրելի դիտարկումներն ուսկողմում են մեծահասակներին

միանալիս քնների մատին մի ամբողջ շարք գիտելիքներ և գործնական համար անհրաժեշտ տեղեկություններ:

Վիճակի դիագրամի կառուցման համար ուղղանկյուն կոորդինատային սխեմայի առաջինների ստանդարտ տեղադրում են կոնցենտրացիան (միանալիս քնի քիմիական բաղադրությունը՝ արտահայտված կշռային տոկոսներով), իսկ օրդինատների ստանդարտ դրված կրիստալական շերտամասերի: Սահուն գծով միացնելով փոխարկման սկզբի և վերջի կետերը, ստանում են սխեմայի վիճակի դիագրամ: Հետևապես, վիճակի դիագրամի գծերը միանալիս քնների կրիստալական կետերի երկրաչափական տեղերն են, որոնք դիագրամը բաժանում են մի շարք տեղամասերի: ախտիկ միանալիս քններն ունեն նույն ստրուկտուրային և ֆազային բաղադրությունը:

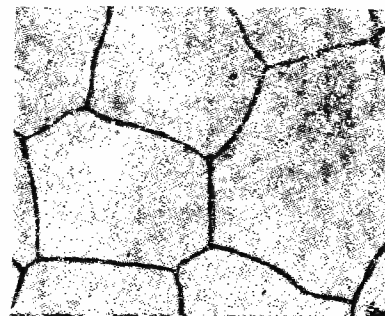


Նկ. 23. Կադար-անտիմոնի միանալիս քների սառեցման կորերը, միկրոստրուկտուրաների սխեմատիկ պատկերը և վիճակի դիագրամը:

Վիճակի դիագրամը վերլուծելու, ախտիքն՝ այն բոլոր փոխարկումներին հետևելու համար, որոնք տեղի են ունենում միանալիս քններում դանդաղ սառեցման կամ տաքացման ընթացքում, անհրաժեշտ է հիշել դիագրամի տարբեր տեղամասերի համապատասխան ստրուկտուրային և ֆազային բաղադրիչ տարրերը:

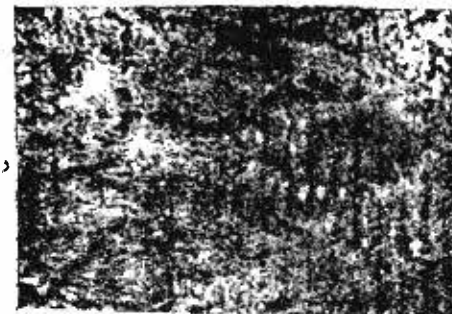
Նկ. 23-ում բերված է մաքուր կապարի, անտիմոնի, նրանց էվակտիկական միանալիս քնի, մեկ միջնաէվակտիկական և մեկ հետէվակտիկական միանալիս քնների սառեցման կորերը, որոնց հիման վրա կառուցված է այդ սխեմայի վիճակի դիագրամը:

Նկ. 24 և Նկ. 28-ում բերված են մաքուր կապարի և անտիմոնի միկրոստրուկտուրային պատկերները, որտեղից երևում է նրանց միատեսակ հատիկների (թերաբյուրեղների) սահմանները, նրանց ձևն ու մեծությունը:



Նկ. 24. Մաքուր կապարի միկրոստրուկտուրան (380 × մեծացված):

Նկ. 25. Pb-Sb սխեմայի միջնաէվակտիկական միանալիս քնի միկրոստրուկտուրան (83 × մեծացված):



Նկ. 26. Pb-Sb սխեմայի էվակտիկական միանալիս քնի միկրոստրուկտուրան (83 × մեծացված):



Նկ. 27. Pb-Sb սխեմայի հետէվակտիկական միանալիս քնի միկրոստրուկտուրան (83 × մեծացված):

Նկ. 28. Մաքուր անտիմոնի միկրոստրուկտուրան (380 × մեծացված):

Այդ սիստեմի էվտեկտիկական միաձալվածքի միկրոստրուկտուրան (նկ. 26) բաղկացած է Pb-ի և Sb-ի մասն մասնիկների մեխանիկական խառնուրդից: Սպիտակ տեղերը անտիմոնն է, սև մասը՝ կապարը:

Հեղուկ լուծույթից երկու կամ ավելի ֆազային բաղադրիչների միա-
ժամանակյա բյուրեղացումը կոչվում է էվտեկտիկական փոխարկում: Գոյացած մեխանիկական խառնուրդն անվանվում է էվտեկտիկական միա-
հալվածք: Տվյալ սիստեմի միաձալվածքներում էվտեկտիկական միաձալ-
վածքը ունի հատատաուն նվազագույն բյուրեղացման կամ հալման ջեր-
մասորեն:

Մինչէվտեկտիկական միաձալվածքի միկրոստրուկտուրան (նկ. 25)
բաղկացած է էվտեկտիկայից և նրանից ավելացած կապարից (համեմա-
տարար խոշոր սև մասեր):

Հետէվտեկտիկական միաձալվածքի միկրոստրուկտուրան բաղկացած է
էվտեկտիկայից և նրանից ավելացած անտիմոնից (սուսնձին սպիտակ
մասեր):

IV ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԱՌԱՋԱԳՐԱՆՔԸ

1. Համաստակի ներարգրել մետաղների ջերմային անալիզի մեթոդը, ցույց
առնելով այդ մեթոդի համար օգտագործվող կալանքի սխեման:

2. Pb-Sb սիստեմի էվտեկտիկական, մեկ մինչէվտեկտիկական և մեկ հետ էվ-
տեկտիկական միաձալվածքները ենթարկել ջերմային անալիզի և կառուցել նրանց
ստեղծման կորերը:

3. Այդ կորերի, կապարի և անտիմոնի կրիտիկական ջերմաստիճանների հիման
վրա կառուցել տվյալ սիստեմի վիճակի գիտքը:

4. Ներարգրել ջերմային անալիզի ենթարկած միաձալվածքների՝ հալված վի-
ճակից մինչև սենյակային ջերմաստիճանը դանդաղ ստեղծման ընթացքում տեղի
ունեցող առաջ կառուցվածքի փոխարկումները:

Ա Շ խ Ա Տ Ա Ն Ք Վ

ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ՄԱԿՐՈՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՅԻՆ ԱՆԱԼԻԶԻ ՄԵԹՈԴԸ

1. ՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՅԻՆ ԱՆԱԼԻԶԻ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ԳԱՍԱԿԱՐԳՈՒՄԸ

Մետաղական միաձալվածքի հատկությունները (միկնոյն պայման-
ներում) կախված են նրա բաղադրությունից և վիճակից: Միաձալվածքի
բաղադրությունը և վիճակի փոփոխումն ուղեկցվում է նրա ստրուկտուրա-
յի փոփոխմամբ: Մետաղագիտության մեջ միաձալվածքի հատկություն-
ների փոփոխման մասին դոկտրինը կազմելու համար ուսումնասիրվում
է նրա ստրուկտուրան: Ստրուկտուրան բնորոշվում է մետաղանյութի

մասնիկների բնույթով, նրանց չափերի մեծությունը, ձևով և տարածու-
թյան մեջ փոխադարձ դիրքով: Նախած օրյակաթի չափերի մեծությունը
կիրառվում է այս կամ այն ստրուկտուրային անալիզի մեթոդը:

Գոյություն ունեն հետևյալ ստրուկտուրային անալիզի մեթոդները.

1) Ռենտգենատրուկտուրային անալիզի մեթոդը, որով ուսումնասի-
րում են մետաղի ներքին (ատոմային) ստրուկտուրան՝ պարզում են նրա
ատոմների (ավելի ճիշտ իոնների) հեռավորությունը միմյանցից, նրանց
փոխադարձ դիրքը, մետաղի բյուրեղային վանդակի տիպը, նրա պարա-
մետրերը, ներքին լարումների ստեղծությունը, մեծությունը և այլն: Այս
մեթոդի օրյակաթի չափերը անգոստերմային չափեր են ($1\text{\AA}=10^{-8}$ սմ):

Մետաղագիտության մեջ ունեցնելու ճառագայթները կիրառվում
են նաև ունեցնողությունը անալիզ կատարելու, միաձալվածքի քի-
միական բաղադրությունն ստուգելու և սրտելու համար: Այդ ճառագայթ-
ներով կատարում են նաև մետաղանյութերի լուսադիտում՝ աչքով կոչ-
ված ունեցնող-արատաստիպայնում՝ ի հայտ են բերում դեֆեկտների մեջ
տարբեր տեսակի փշտկները, ճաքերը, մյուս տրամաները, նրանց մեծու-
թյունն ու ձևը՝ առանց քաղցրայնու:

2) Միկրոստրուկտուրային անալիզի մեթոդը, կրթ հետազոտվում են
միաձալվածքների հատկատրուկտուրան հարցերը կամ արտաները՝ օպտի-
կական մետաղաբանական մանրադիտակով, 10^{-5} սմ-ից ավելի մեծ չա-
փեր ունեցող մասնիկներ ուսումնասիրելու դեպքում: Այս մեթոդին է
վերագրվում նաև էլեկտրոնային մանրադիտակով ի հայտ բերված մե-
տաղանյութերի ենթամիկրոստրուկտուրան՝ առանձին հատիկների մոզայիկ
բյուրեղների և այլ մանր մասնիկների կառուցվածքը (10^{-5} : 10^{-5} սմ չափի
մասնիկներ): Այս մեթոդի ուսումնասիրման են նվիրված VI և VII
աշխատանքները:

3) Մակրոստրուկտուրային անալիզի մեթոդը, կրթ մետաղական դե-
տալների ստրուկտուրան և արտաներն ուսումնասիրվում են անդեն աչ-
քով՝ վիզուալ դիտումով կամ խոշորացույցով (մինչև 30 անգամ մեծաց-
նելիս): Այս նպատակով վերջերս օգտագործվում է նաև ստերեոսկոպիկ
մանրադիտակ, որն ավելի շատ է մեծացնում, քան խոշորացույցը: Այս
մեթոդին է վերագրվում նաև նմուշի կտրվածքի ուսումնասիրությունը:

2. ՄԱԿՐՈՍՏՐԱԿԻԶԻ ԽՆԴԻՐՆԵՐԸ

Մետաղների մակրոանալիզի և միկրոանալիզի դոգորյումը բնորոշ-
ված է անվանել մետաղաբանական անալիզ: Մետաղաբանական հետա-
զոտման մեթոդը մեծ օգնություն է ցույց առնում ձուլվածքների, կալվածք-
ների, գործված դետալների, եւքի և ջերմային մշակման արդյունա-
բերության արտադրանքի որակի բարձրացմանը:

Մետաղաբանության հիմքը դրել է ռուս գիտնական Պ. Պ. Անտոսովը:

նա մետաղների ստրուկտուրան ուսումնասիրելու համար 1831 թվականին ստաճին անգամ օգտագործեց մանրադիտակ և պարզեց հին դարերում հայտնի դամասկոսյան պողպատ պատրաստելու մոտացված եղանակը (ձուլումը, կոտմը և ջերմային մշակումը)։

Մակրոտանալիզի մեթոդը, ինչպես արդեն նշվեց, հանգում է գետալի կտրվածքի կամ կտրվածքի կառուցվածքն անդեն աչքով կամ խոշորացուցով ուսումնասիրելուն։ Այս մեթոդը, համեմատած միկրոտանալիզի մեթոդի հետ, թույլ է տալիս դիտել մեծ մակերևութներ և դադափառ կազմել դետալի ընդհանուր կառուցվածքի և նրա առանձին մեծ, փոքր կազմակերպող արատների մասին, թույլ է տալիս ընտրել հետազոտվող երևացող արատների անալիզի ենթակա տեղը։

Մակրոստրուկտուրային անալիզի միջոցով կարելի է ի հայտ բերել և որոշել՝

1) Մետաղի հոծություն խախտումը՝ կծկվածքային փչուկը և փխրուհուրթյունը, գոգային փչուկները և ճաքերը ձուլված դետալում, ճնշմամբ, մեխանիկական և ջերմային մշակման հետևանքով ստաճացող ճաքերը, մազաճաքերի և ֆլոկենների առկայությունը, եռքի արատները՝ թերամազաճաքերի և ֆլոկենների դատարկությունները և ճաքերը։

2) Ձուլվածքների ստրուկտուրային դրսևները, հատիկների դենդրիտային կառուցվածքը, զոնային, տեսակարար կշռային և դենդրիտային լիկվացիան (քիմիական անհամասեռությունը), չուգունի սպիտակացումը։

3) Խոշոր հատիկների առկայությունը, նրանց մեծությունը, չափը, ձևը, բաշխվածությունը գետալի հատվածքում, կտրվածքի տեսակը՝ ճիլ կամ բեկուն, խոշոր, ոչ մետաղական մասնիկների առկայությունը, դրանց մեծությունը, ձևն ու բաշխվածությունը։

4) Ճնշման միջոցով մշակված գետալների տեքստուրան (թելաքավոր և շերտավոր կառուցվածքը)։

5) Զերմային կամ ջերմաքիմիական մշակումից առաջացած ստրուկտուրային և քիմիական բաղադրություն անհամասեռություն խորությունը և ալլն։

Ձեռքած մակրոտանալիզի միջոցով հիշյալ խնդիրների որոշումը հիմնականում կրում է որակական (ոչ քանակական) բնույթ, ախտահանային, նա, իր պարզություն և կարևորությունը շնորհիվ, գործնականում քաղականին լայն կիրառում է ստացել։

3. ՄԱԿՐՈՇԼԻՖԻ ՊԱՏՐԱՍՏՈՒՄԸ

Հատուկ պատրաստված նմուշը, որի ստրուկտուրան հետազոտվում է անգեն աչքով կամ խոշորացուցով, կոչվում է մակրոշլիֆ։ Ի հայտ բերված պատկերը կոչվում է մակրոստրուկտուրա։ Հաճախ մակրոտանալիզ կատարելիս բավարարվում են գետալի կտրվածքի ուսումնասիրությունը։ Հաջող մակրոտանալիզ կատարելու համար մեծ նշանակություն ունի քնորոշ կտրվածքի կամ կտրվածքի հարթության ճիշտ ընտրությունը։

Մակրոտանալիզի միջոցները տարբեր են, կախված են դետալի նյութի բաղադրությունից և դրված խնդրի բնույթից։ Բոլոր դեպքերում անհրաժեշտ է լինում նմուշը կտրել կամ կտրել ընտրած հարթությամբ։

Կտրելու համար հատիչի, մետաղասղոցի, բարակ հղկասկալառակի միջոցով կամ ալլ ձևով մակալորում են նմուշը, նոր հենարանների վրա հարվածում ու կտրում (հաճախ ալլ նպատակով օգտագործում են Ծարպիի նմուշը)։

Կտրելու համար կարելի է օգտագործել բոլոր հայտնի մեթոդները և ապա հարթեցնել կտրվածքը։ Ավելի մաքուր մակերես ստանալու համար վերջում նմուշը հղկում են նուրբ հղկաթղթով։ Հղկված մակերեսը մաքրում են (սպիրտով) լուղերից, չորացնում և ենթարկում խաժատման։

Ածխածնային և մի շարք լիգիրված պողպատների նմուշների խոր խաժատման համար հաճախ օգտագործվում է 50% քլորաջրածնի (HCl-ի) ջրային լուծույթ 60—70°C ջերմաստիճանում, 15—25 րոպեի ընթացքում։

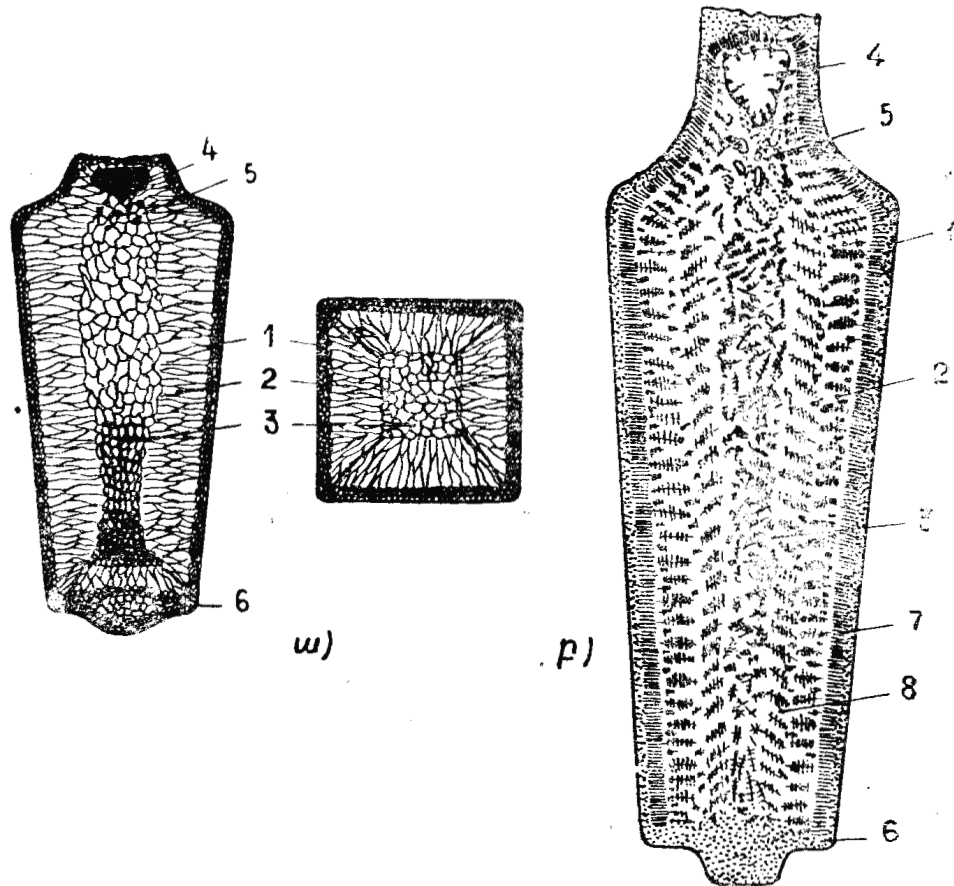
Խաժատումը կատարվում է օդաքաշ պահարանում։ Նմուշը ռեագենատի միջից հանում են աքցանով կամ սեղանի ձեռնոցով։ Ապա ալն վանում և չորացնում են։

Խաժատման ժամանակ շնորհիվ ալն բանի, որ մետաղի առանձին ստրուկտուրային բաղադրիչները և նրանց սահմանները տարբեր չափով են լուծվում ռեագենտում, ուստի խաժատվող մակերեսի որոշ տեղեր խորանում են։ Խորանում և լայնանում են նաև առկա արատների տեղամասերը, մակրոշլիֆը ձևաք է բերում ռելիեֆ մակերես, մանր ճաքերը, փչուկները, տեքստուրան, լիկվացիոն գոտիները, դենդրիտների առանցքները և ալլն պարզ երևում են։

Բացի խորը խաժատումից, մակրոշլիֆի վրա երևացող պատկերը ի հայտ բերելու նպատակով կիրառվում է նաև մակերևութային խաժատում։ Մակերևութային խաժատման համար հաճախ օգտագործվում է Գեյնի ռեակտիվը, որի բաղադրությունն է (1000 մլ ջրի համար) 53 գ ամոնիումի քլորիդ (NH₄Cl) և 85 գ պղնձի քլորիդ (CuCl₂)։ Մակրոշլիֆը ռեակտիվի մեջ ընկղմելիս տեղի է ունենում փոխառնական ռեակցիա՝ երկաթը ջրային լուծույթից արտամղում է պղինձը և ալն նստում է մակրոշլիֆի մակերեսին։ Փչուկների, ճաքերի, ոչ մետաղական մասնիկների սահմանամերձ մասերը, որոնք լավ չեն մեկուսացվում պղնձով, հեշտությունում լուծվում են ռեագենտում։ Ապա մակրոշլիֆը հանում են ռեակտիվից, մակերեսը մաքրում բամբակով՝ ջրի շիթի տակ (հեռացնում պղինձը), չորացնում և զննում։ Մանրակրկիտ զննելուց հետո, եթե ի հայտ բերված մակրոստրուկտուրան կարևոր է, փաստաթուղթ ունենալու նպատակով ալն նկարում կամ լուսանկարում են։

Քիմիական անհամասեռությունը (լիկվացիան), օրինակ՝ ծծմբի սու-

կաշվածյունը և բաշխվածածյունը պոպպատի կամ չուբունե գետ ալնների հատվածքում, կարելի է սրտչել Բաումանի մեթոդով: Ըստ այդ մեթոդի լուսանկարչական թուղթը (տրծաթաբրտիդային) լայսի տակ թաթախում են 5%-ոց ծծմբաթթվի ջրային լուծույթի մեջ և պահում 5—10 րոպե, ապա հանում, չորացնում ծծողականով և անդադրում նախապատ-



Նկ. 29. Պոպպատի ձուլադանդվածի մակրոստրուկտուրայի սխեման ըստ Ն. Լ. Մինեկիչի:

ա) պարզ սխեմա, բ) բարդ սխեմա.

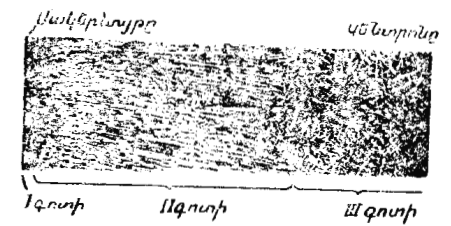
1—աբտաթին մանրահատիկ շերտ (կեղև). 2—սյուեռածե քերաբյուրեղների գոտի. 3—հավասարառանցք ապակոգմնորոշված քերաբյուրեղների գոտի. 4—կծկումային փշուկ. 5—կծկումային փխրուրյան գոտի. 6—հավասարառանցք հատիկների գոտի. 7—մանր, խիտ դասավորված դեկորիտների գոտի. 8—խոշոր, քեր դասավորված դեկորիտների գոտի:

րտառված մակրոշլիֆի մակերևին: Չեաքով կամ ուտինե գլանի կով գզուշաթյամբ, առանց անդադարելու, հարթում են թղթի և մակրոշլի-

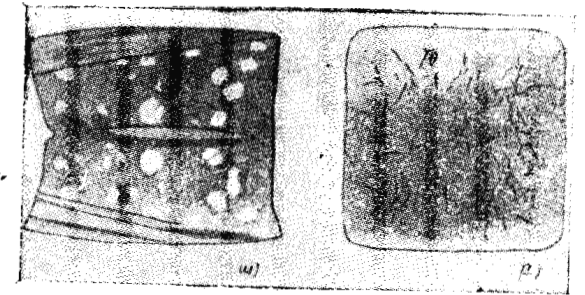
ֆի միջև մնացած օդի բշտիները հեռացնելու համար: Մոտ 3 րոպե պահելուց հետո թուղթը վերցնում են, լվանում ջրով և սեւում հիպոսուլֆիտի մեջ մոտ 20 րոպե, ապա նորից ջրով լվանում և չորացնում:



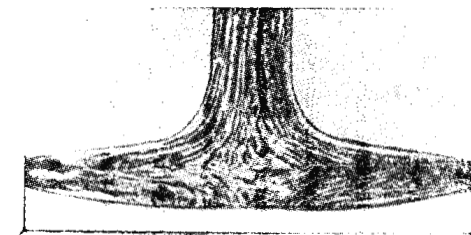
Նկ. 30. Ծծմբի հեաք-տվածքի երկայնական կտրվածքում (տեսցված Բաումանի մեթոդով):



Նկ. 31. 0,8%-ոց սոլաիտիկ պոպպատի ձուլադանդվածի լայնական հատվածքի մակրոստրուկտուրան:

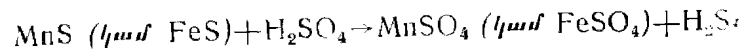


Նկ. 32. Ֆլեկենները բրտանիկելային պոպպատում: ա) երկայնական կտրվածքում, բ) լայնական կտրվածքում:

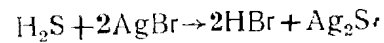


Նկ. 33. Կափույրի մակրոստրուկտուրան:

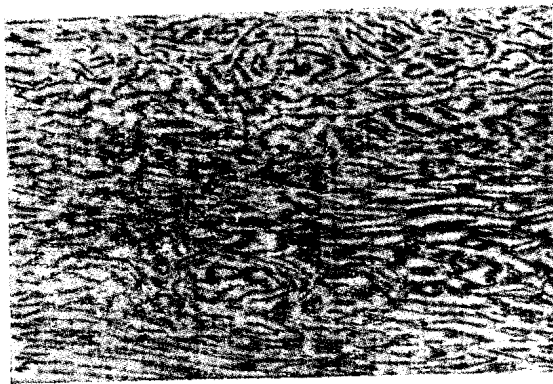
Թղթի վրա առաջացած մուգ մասերը ցույց են տալիս սուլֆիդների (MnS , FeS) կուտակման տեղերը, նրանց ձևն ու բաշխվածությունը նմուշի հատվածքում: Այդ սև մասերի առաջացումը բացատրվում է հետևյալով: Մոմրային միացությունները քիմիական ռեակցիաների մեջ են մտնում թղթի վրա մնացած ծծմբաթթվի հետ, այն է՝



Գոյացած ծծմբաջրածինն անմիջապես ազդում է ֆոտոէմուլսիայի արծաթաբյուրեղային բյուրեղիկների վրա՝



Վերջինս առաջացած արծաթի սուլֆիդն է, որն ունի մուգ գույն:



Նկ. 34. Դամասկոսյան չեդրի նախշավոր մակերեսը (ըստ Ս. Ս. Շտեյնբերգի):

Ինչպես արդեն նշվեց, մակրոանալիզի միջոցները տարբեր են՝ նախած նմուշի նյութին և դրված խնդիրներին: Վերը թվարկված առանձին հարցեր պարզաբանելու համար անհրաժեշտ է օգտագործել հատուկ գրականություն (աեղեկագրքեր), որտեղ տրվում են համապատասխան մեթոդի նկարագրությունը և խածատման համար կիրառվող ռեակտիվների բաղադրվածությունը և ռեակտիվները:

Նկ. 29—34-ում բերված են պողպատների մի քանի տիպիկ մակրոստրուկտուրաների սխեմաներ և լուսանկարներ, որոնց զննումը թույլ է տալիս ծանոթանալ և որոշ պատկերացում ունենալ մակրոստրուկտուրաների բնույթի մասին:

4. ՄԵՏԱՂԻ ԿՈՏՐՎԱԾՔԸ

Մետաղանյութի կոտրվածքի պատկերը թույլ է տալիս որոշ գաղափար կազմել նրա որակի, դատել նրա հատկությունների մասին:

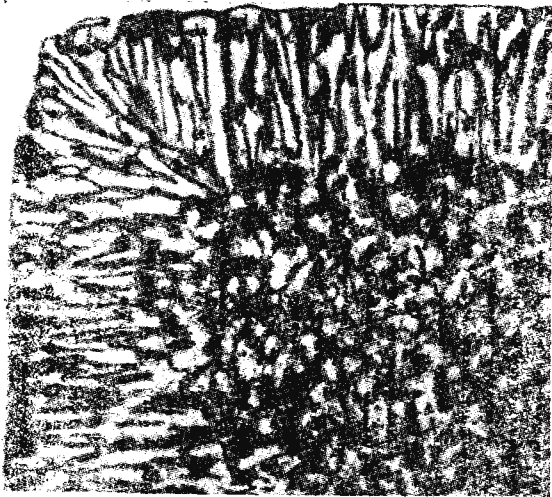
Պողպատի հատիկի մեծությունը սովորաբար նրա բեկունակության չափանիշն է: Խոշորահատիկ պողպատի հարվածային ճլաթյան ցուցանիշն անհամեմատ ավելի փոքր է, քան մանրահատիկները: Այդ պատճառով խոստովում են գերաաքացումից, որի ժամանակ պողպատը դառնում է խոշորահատիկ, թեև դա ստատիկական փորձարկման պայմաններում որոշված մեխանիկական հատկությունների ցուցանիշների վրա գրեթե չի ազդում:

Լինում է ճիշ (թեղավոր, «ամսրֆ») կոտրվածք և բեկուն (բյուրեղային, փխրուն) կոտրվածք: Բյուրեղային կոտրվածքը կամ քայքայումը լինում է միջբյուրեղային, ներբյուրեղային և խառը: Մետաղանյութի կոտրվածքը ճիշ է համարվում, երբ նմուշը ենթարկվում է (կամ ենթարկվել է) պլաստիկ դեֆորմացիայի մինչև քայքայումը: Այսպիսի կոտրվածքը հնարավորություն չի տալիս դասակարգել նմուշի նյութի նական ստրուկտուրայի մասին, այն բնորոշում է մետաղի պլաստիկությունը: Բեկուն կոտրվածք ստացվում է առանց նկատելի պլաստիկ դեֆորմացիայի, երբ կոտրվածքում պարզ նկատվում է հատիկի մեծությունը:

Չնայած ճիշ կամ բեկուն կոտրվածքը գուցե չի բնորոշում նմուշների տարակարգային տարբերությունները, որովհետև այն կամ այն տեսակի կոտրվածքը, բացի ստրուկտուրայից, կախված է նաև փորձարկման պայմաններից (չեքմատիվաճանային, բեռնավորման արագություն, լարված վիճակի եղանակը), այնուամենայնիվ, միևնույն պայմաններում կոտրվածքի տեսքը հաճախ թույլ է տալիս ջոկել շատ նորը ստրուկտուրային տարբերություններ, որոնք անկարելի է նկատել նույնիսկ միկրոստրուկտուրային մեթոդով հետազոտելու ընթացքում (օրինակ՝ երկրորդ կարգի միամակնիման բեկունությունը):

Բեկուն (բյուրեղային) կոտրվածքը հաճախ ցույց է տալիս առատեխիտի հատիկի այն մեծությունը, որն ստացվել էր պողպատի վերջին ստաքացումից հետո: Բարձր ջնքմատիվաճանում առատեխիտի հատիկի չափը, թաղանթի ձևով, կուտակվում են ոչ մետաղական ներառություններ, հավելյալ ֆազային բաղադրիչներ (ֆերիտ, ցեմենտիտ), որոնք փոփոխում են սահմանների ամրությունը, հաճախ քայքայումը տեղի է տանում այդ թաղանթներով (միջբյուրեղային կոտրվածք ստատեխիտի հատիկի սահմանների երկարություն): Իսկ երբ միտումից հետո պողպատն ստանում է մարտենսիտային ստրուկտուրա (կամ առատեխիտի արոհման միջանկյալ ստրուկտուրային բաղադրիչներ), որոնց ամրությունն ավելի

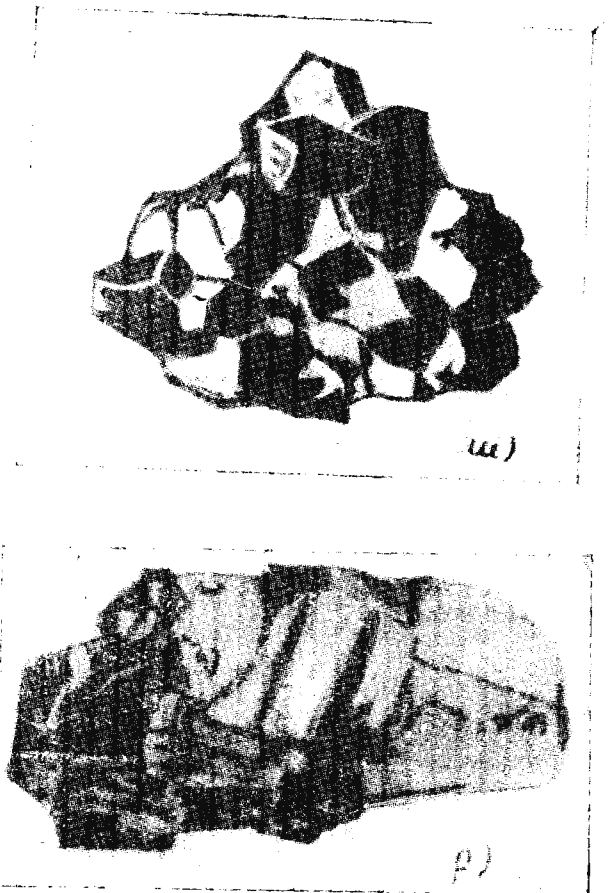
բարձր է, ստաշանում է ներբյուրեղային կոտրվածք: Այս գեղձում քաշ-քայումը տեղի է ունենում նախկին ստատենիտային հատիկների միջով, և կոտրվածքն տնվանում է «նավթալինային»: Հաճախ սլյուդիտի կոտրվածք է տալիս արագահատ պողպատը, երբ նախքան միտմը այն չեն ենթարկում թրծաթողման: Այսպիսի վիճակը բնորոշվում է խոշորահատիկությամբ, պողպատը միտմից հետո դառնում է չափազանց բեկուն, որից և տնհրաժեշտ է խոստովել:



Նկ. 35. Միլիկային պողպատի ձուլադանդվածի մի մասի բաշխական կոտրվածքը (բոտ Ս. Ա. Շտեյնբերգի):

Ներբյուրեղային քաշքայումը կարելի է բացատրել ֆազային փոխարկումների կողմնորոշման սկզբունքով: Նկատված է, որ ստատենիտից գոյացած սարսկոտրային բաղադրիչները՝ մարաենսիտը, ֆերիտը և ցեմենտիտը, իրենց բյուրեղարանական հարթաթվաններով կողմնորոշվում են դեպի ստատենիտի բյուրեղային մանդակի ուղղությամբ, հետևապես փոխարկումներից հետո նախկին ստատենիտի հատիկի ծավալում հանդես եկած նոր ֆազային բաղադրիչներն ունենում են միջհատիկային տեքստուրա, և քաշքայման ճաքը զարգանում է այդ տեքստուրայի ուղղությամբ:

Երբ կոտորակցիտն պողպատի տաք մեխանիկական մշակման ընթացքում թալլ է արվում գերառաջացում, այդ պողպատը ջերմամշակումից (նորմալացում, միտմ և բարձր միամեղմում) հետո ունենում է քարանման կոտրվածք, որը մասամբ կամ լիովին միջբյուրեղային է: Քարանման կոտրվածքի առաջացման պատճառը դեռևս վերջնականապես պարզարանված չէ, այնուամենայնիվ, հայտնի է, որ սլյուդիտի կոտրվածքը նույնպես գերառաջացման հետևանք է:



Նկ. 36. Քրոմային պողպատի (ա) և ֆերոքրոմի (բ) կոտրվածքը (բնական մեծությամբ):

Հետևապես, միշտ տնհրաժեշտ է խոստովել գերառաջացումից և, չթեկ տեղի է ունեցել գերառաջացում, ողղել նրա սարսկոտրան հոմոգենիզացիոն (զիֆուդիոն) թրծաթողման կամ, երբեմն, նորմալացման միջոցով:

1. Համատեղակի նկարագրել մետաղների մակրոտրուկտուրային անալիզի մեթոդը՝ թվելով այդ մեթոդով լուծվող խնդիրները:

2. Ի հաշտ բերել ձուլվածքի, դեֆորմացված պողպատի և եռքակտրանի մակրո-ստրուկտուրաները: Նկարել դրանք և առկա նկատված ստրուկտուրային արտաքին ընդհանրությունները:

ԾԱՆՈԹՈՒԹՅՈՒՆ ՄԵՏԱՂԱՄԱՆՐԱԴԻՏԱԿԻ ԵՎ ՄԻԿՐՈՇԼԻՖԻ ՊԱՏՐԱՍՏՄԱՆ ՏԵԽՆԻԿԱՅԻ ՀԵՏ

Այս ծանոթությունն անհրաժեշտ է մետաղների մանրադիտակային հետազոտություն (միկրոանալիզ) կատարելու համար: Միկրոանալիզի միջոցով ուսումնասիրում են մետաղանյութի ստրուկտուրան և նրա միկրոարատները, ստուգում մետաղամշակման տարբեր պրոցեսների տեխնոլոգիական օպերացիաների կատարման ճշտությունը և, անհրաժեշտության դեպքում, համապատասխան միջոցներ ձեռնարկում ու վերացնում մետաղի միկրոստրուկտուրային անճշտությունները:

Մետաղները միկրոանալիզի ենթարկվում համար, նախ, անհրաժեշտ է ծանոթանալ մետաղաբանական մանրադիտակի աշխատանքին, կարողանալ նախապատրաստել ուսումնասիրման օբյեկտը՝ միկրոշլիֆը, հիմնականում պետք է կարողանալ ճանաչել և անալիզի ենթարկել երևացող միկրոպատկերը՝ միկրոստրուկտուրան: Վերջինիս համար անհրաժեշտ է ունենալ որոշ փորձառություն, որը ձեռք է բերվում տեսական աշխատանքի ընթացքում:

Միկրոստրուկտուրային անալիզի միջոցով որոշվող խնդիրները և նրանց լուծման մեթոդի մասին որոշ տեղեկություններ բերվում են հաջորդ՝ յոթերորդ աշխատանքում, իսկ այս աշխատանքի նպատակն է տիրապետել միկրոանալիզի հիմնական գործիքին՝ մետաղամանրադիտակին և յուրացնել օբյեկտի պատրաստման տեխնիկան:

1. ՕՊՏԻԿԱԿԱՆ ՄԱՆՐԱԴԻՏԱԿ

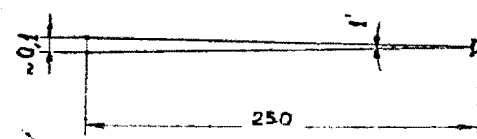
Մանրադիտակի աշխատանքի մասին ճիշտ գաղափար կազմելու համար անհրաժեշտ է ծանոթանալ օպտիկական երկրաչափության հիմնական օրենքներին, որոնց հիման վրա են պատրաստվում ինչպես արդի

մետաղամանրադիտակները, այնպես էլ բոլոր օպտիկական սարքերը (մինչև հասարակ ռապնակը): Մանրամասն չորհափելով օպտիկական երկրաչափության հիմնական դրույթները, աշխատենք համառոտակի ծանոթանալ մանրադիտակի տեսությունը:

Ամենահասարակ օպտիկական սարքը, որը թույլ է տալիս դիտել օբյեկտը մեծացված վիճակում, խոշորացույցն է՝ ռապնակը: Նա արհեստականորեն մեծացնում է տեսողության անկյունը: Տեսողության անկյան մեծացման վրա է հիմնված ինչպես ռապնակի, հեռադիտակի, այնպես էլ մանրադիտակի աշխատանքի սկզբունքը: Տեսողության անկյունը ստորկալի եզրերից դեպի աչքի բերն ուղղված ճառագայթներով կազմված անկյունն է: Այդ անկյան մեծացման ամենապարզ եղանակը առարկայի մոտեցումն է, որը, սակայն, ունի որոշակի սահման:

Մարդու աչքի տեսողության միջին հեռավորությունը կազմում է 250 մմ, որը կոչվում է պարզ տեսողության հեռավորություն:

Մարդու աչքն ի վիճակի է տարբերել (լուծել) այն օբյեկտը, որը երևում է 1' տեսողության անկյան տակ:



Նկ. 37. 1' տեսողության անկյան խոտրագրեություն:

Եթե 0,1 մմ հեռավորության վրա գտնվող լուսավորող կետերը (Նկ. 37) միմյանցից հեռացնենք մոտավորապես մինչև 0,3 մմ, ապա տեղեն աչքով կարելի կլինի նկատել երկու կետերի ստեղծված լույսը: Մարդու աչքի լուծիչ ընդունակությունը (լուծունակությունը)՝ $\Delta = 0,3$ մմ-ի: 0,3 մմ-ից ավելի մանր մասնիկի ձևի մասին անգին աչքով մենք ի վիճակի չենք դատել, պարզ չենք տեսնում և անհրաժեշտ է լինում դիմել մանրադիտակի օգնությանը:

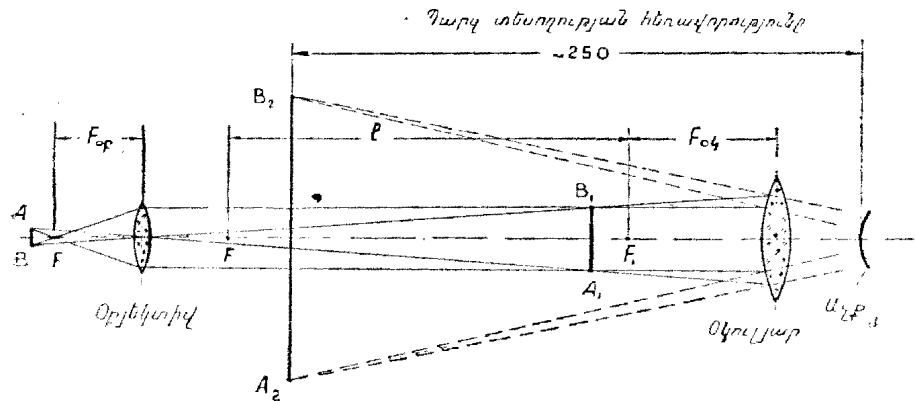
Մանրադիտակի որակը բնորոշվում է նրա մեծացնելու կարողությամբ, լուծունակությամբ և այնտեղ երևացող առարկայի պատկերի երկրաչափական կատարելությամբ:

2. ՄԱՆՐԱԴԻՏԱԿԻ ՄԵՏԱՑՄԱՆ ԸՆԴՈՒՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Օպտիկական մանրադիտակը սխեմատիկորեն կարելի է պատկերացնել որպես երկու ռապնակ՝ օբյեկտիվ և օկուլյար (Նկ. 38): Օբյեկտիվի դիմաց տեղադրվում է օբյեկտը (ստարկան) և դիտվում օկուլյարով:

Նկ. 38-ում բերված են մանրադիտակի օպտիկական սխեման, օբյեկտը (պատկերված AB դժով) և երկու գույզ եզրային ճառագայթները:

տղու սխեման: Մի ճառագայթն անցնում է օբյեկտիվի ֆոկուսով, մյուսը օբյեկտիվի ուսպնյակի կենտրոնով: Ճառագայթներից մեկը, որն անցնում է ֆոկուսով, ուսպնյակից դուրս գալուց հետո զուգահեռ է մնում օպտիկական առանցքին: Իսկ մյուս ճառագայթը, որն անցնում է ուսպնյակի կենտրոնով, չի բեկվում, մնում է ուղղագիծ: Այդ ճառագայթների հաժման կետերում ստացվում է ստարկալի շրջված, մեծացված, իրական պատկերը: Մանրադիտակում այն դիտվում է օկուլյարով, որտեղ երևում է առարկայի կեղծ (երեւակայական), շրջված, մեծացված պատկերը:



Նկ. 38. Մանրադիտակում օբյեկտի պատկերման օպտիկական սխեմա:

Օբյեկտիվի մեծացման չափը (V_{op}) հավասար է ստարկալի իրական պատկերի մեծություն (A_1B_1) և առարկայի մեծություն (AB) հարաբերությանը՝

$$V_{op} = \frac{A_1B_1}{AB} \text{ անգամ:}$$

Օկուլյարի մեծացման չափը (V_{ok}) հավասար է ստարկալի կեղծ պատկերի մեծության (A_2B_2) և նրա իրական պատկերի մեծության (A_1B_1) հարաբերությանը՝

$$V_{ok} = \frac{A_2B_2}{A_1B_1} \text{ անգամ:}$$

Այդ հարաբերությունների արտադրյալը կլինի՝

$$V_{op} \cdot V_{ok} = \frac{A_1B_1}{AB} \cdot \frac{A_2B_2}{A_1B_1} = \frac{A_2B_2}{AB} \text{ անգամ:}$$

Ինչպես երևում է նկարից, ստացված հարաբերությունն իրենից ներկայացնում է մանրադիտակի ընդհանուր մեծացման չափը՝ V_d : Այսպիսով, մանրադիտակի մեծացման չափը հավասար է օբյեկտիվի և օկուլյարի մեծացումների արտադրյալին՝

$$V_d = V_{op} \cdot V_{ok} \text{ անգամ:}$$

Ինչպես հայտնի է ֆիզիկայից, ուսպնյակի մեծացման չափը՝

$$V_{ok} = \frac{D}{F}, \text{ որտեղ}$$

D -ն պարզ աեսողույթյան հեռավորությունն է, որը հավասար է 250 մմ,

F -ը՝ ուսպնյակի ֆոկուսային հեռավորությունը:

Այս բանաձևը կարելի է կիրառել մանրադիտակի համար, նրա օբյեկտիվին ու օկուլյարը պատկերացնելով որպես առանձին ուսպնյակներ: Մանրադիտակի մեծացման չափը կստացվի՝

$$V_d = V_{op} \cdot V_{ok} = \frac{l}{F_{op}} \cdot \frac{250}{F_{ok}} \text{ անգամ, որտեղ}$$

l -ը սուբյեկտի օպտիկական երկարությունն է (օբյեկտիվի և օկուլյարի հարևան ֆոկուսների հեռավորությունը), որը МИМ-6 և МИМ-7 տիպի մանրադիտակների համար հավասար է 250 մմ,

F_{op} -ը օբյեկտիվի ֆոկուսային հեռավորությունն է,

250-ը՝ լավ աեսողույթյան հեռավորությունը (մմ),

F_{ok} -ը՝ օկուլյարի ֆոկուսային հեռավորությունը:

Այս բանաձևից երևում է, որ մանրադիտակի ընդհանուր մեծացման չափը այնքան մեծ է, որքան փոքր են օբյեկտիվի և օկուլյարի ֆոկուսային հեռավորությունները, որքան մեծ է սուբյեկտի օպտիկական երկարությունը:

Արդի օբյեկտիվների միներալ ֆոկուսային հեռավորությունը 1,5 մմ-ից պակաս չէ, իսկ օկուլյարներին՝ 10 մմ-ից ոչ պակաս: Տարբեր առավելագույն օպտիկական հեռավորությունը 250 մմ է: Այդ դեպքում արդի օպտիկական մանրադիտակների առավելագույն մեծացման չափը կլինի՝

$$V_d = \frac{250}{1,5} \cdot \frac{250}{10} \approx 4165 \text{ անգամ:}$$

Սակայն օպտիկական սխեմայի թերությունների և, առհասարակ, մեծ չափի մեծացումների աննպատակահարմարության պատճառով նման օպտիկական մանրադիտակներ չեն պատրաստվում:

3. ՕՊՏԻԿԱԿԱՆ ՄԱՆՐԱԳԻՏԱԿԻ ԼՈՒՄՈՒՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Օրբեկորը պարզ տեսանելի դարձնելու համար, նախ. անհրաժեշտ է բավարար քանակությամբ և որոշակի որակի լույս: Երկրորդ անհրաժեշտությունն այն է, որ առարկայի եզրային կետերը պետք է գտնվեն այնպիսի հեռավորություն վրա, որ լույսը ցրեն (անդրադարձնեն) միմյանցից անկախ:

Այն նվազագույն հեռավորությունը, որի դեպքում միմյանց մոտ գտնվող կետերը պարզ երևում են անզեն աչքով կամ մանրադիտակով, կոչվում է համապատասխանորար, աչքի և մանրադիտակի լուծունակություն:

Լուծունակության հատկացողության սկիզբը դրվեց XIX դարի վերջերին, մանրադիտակի հայտնագործությունից 300 տարի հետո, երբ ռուսաց աստղագետ էր լույսի ճառագայթների դիֆրակցիայի երևույթը: Դիֆրակցիայի երևույթն ռուսաց աստղագետ Կապլևիցի, որ եթե ճառագայթների առջև գտնվող մարմնի չափերը նրա ալիքի երկարության կեսից փոքր են, ապա ալիքն այդ մարմնից չի անդրադառնում, ուստի ոչինչ չի երևում:

Լույսի ալիքների դիֆրակցիայի երևույթի պայմաններից ելնելով օպտիկական սխեմայի լուծունակությունը կլինի՝

$$d = \frac{\lambda}{n \cdot \sin \varphi} \text{ սմ, որտեղ}$$

λ -ն երևացող լույսի ալիքի երկարությունն է, որը գտնվում է 0,00004 : 0,00008 սմ սահմաններում,

n -ը լույսի ճառագայթի բեկման գործակիցը, որն օդի համար հավասար է 1-ի: Մայրիի ձեթի համար այս ցուցանիշը բավականին մեծ է, հավասար է 1,51-ի,

φ -ն՝ առարկայի ուղիղ կետից օբյեկտիվի ճառագայթին ուղղահայացի մեջ ընկնող լույսի փնջի բացվածքի անկյան կեսը:

$n \cdot \sin \varphi$ մեծությունն անվանում են ուղղահայացի թվային ապերտուրա:

Ինչպես երևում է բանաձևից, որքան կարճ է ալիքի երկարությունը, որքան մեծ է ուղղահայացի թվային ապերտուրան (նրա մակերեսը), այնքան մեծ է մանրադիտակի լուծունակությունը և այնքան ավելի շատ մանր մասնիկներ կարելի է նկատել նրանում:

Երբ օբյեկտը դիտվում է օդային միջավայրում (կամ ինչպես ընդունված է ասել չոր օբյեկտիվով), նրա թվային ապերտուրայի արժեքը փոքր է լինում, որովհետև $n=1$ (փոքր է): Իսկ եթե օբյեկտի և օբյեկտիվի ճառագայթին ուղղահայացի միջև տեղադրել, օրինակ, մայրիի ձեթ և դիտել օբյեկտը ձեթի միջավայրում կամ, ինչպես ասում են, իմերսիոն օբյեկտի-

վով, ապա նրա թվային ապերտուրան կմեծանա, որովհետև ավելի դեպքում $n=1,51$, հետևապես, կմեծանա մանրադիտակի լուծունակությունը:

Ինչպես երևում է սխեմայից (նկ. 39), ճառագայթը (δ օդ), որն անցնում է օդային միջավայրով 2 անկյան տակ, չի բեկվում և չի մըտնում ուղղահայաց, կարծես թե օբյեկտը չի լուսավորվում: Իսկ երբ նա անցնում է ձեթի միջավայրով (δ յուղ), բեկվում է 3 անկյան տակ և մտնում օբյեկտիվի մեջ. այս դեպքում զգալիորեն մեծանում է օբյեկտի լուսավորումը, նա դառնում է պարզ տեսանելի:

Օբյեկտիվի սահմանային մոտեցման դեպքում (երբ նա հավի օբյեկտին) $\varphi=90^\circ$ և $\sin \varphi=1$:

Տեղադրելով λ -ի, n -ի և $\sin \varphi$ -ի արժեքները հիշյալ բանաձևում, կստանանք՝

$$d = \frac{\lambda}{n \cdot \sin \varphi} = \frac{0,00006}{1,51 \cdot 1} \approx 0,00004 \text{ սմ, որտեղ}$$

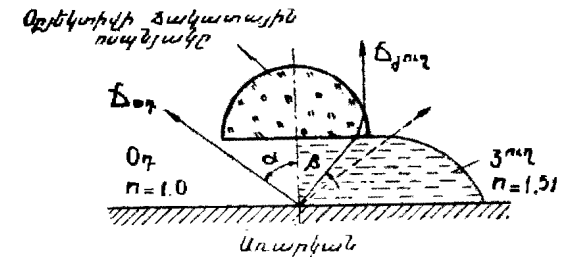
0,00006-ը լույսի սպեկտրի կարմիր և մանուշակագույն ալիքների միջին երկարությունն է:

Ուրեմն, այն ամենավոքոր մասնիկը, որը կարելի է ի հայտ բերել (լուծել) օպտիկական մանրադիտակով, հավասար է 0,00004 սմ:

Այժմ հետաքրքիր է թե քանի՞ անգամ պետք է մեծացնել այս մասնիկը, որպեսզի նա տեսանելի դառնա անզեն աչքով: Այդ բավարարող (Օ_ա) մանրադիտակի օգտակար մեծացումն է և որոշվում է հետևյալ հարաբերությունից՝

$$\text{Օ}_a = \frac{d_1}{d} = \frac{0,03}{0,00004} = 750 \text{ անգամ:}$$

Այսպիսով, միկրոմասնիկները դիտելու համար, երբ օպտագործվում է օպտիկական մանրադիտակ, հարկ չկա մեծացնել 750-ից ավելի, որովհետև նրա լուծունակությունն այնպիսին է, որ թույլ չի տալիս ի հայտ բերել օբյեկտի կառուցվածքի նոր մանրամասնություններ:

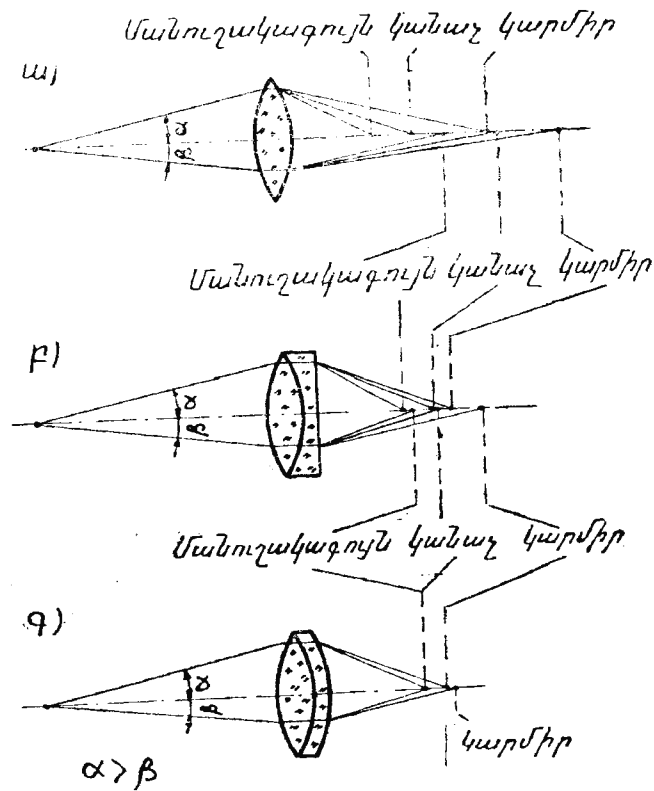


Նկ. 39. Չոր և իմերսիոն օբյեկտիվներով անցնող լույսի ճառագայթների ուղու սխեմա:

4. ՄԱՆՐԱԴԻՏԱԿԱՆ ՊԵՏԱԿԱՆ ՕՐԵՆԵԿՏԻ ՊԱՏԿԵՐԻ ԵՐԿՐԱԶԱՓԱԿԱՆ ԿԱՏԱՐԵԼՈՒԹՅՈՒՆԸ

Սապնյակների օպտիկական թերությունների պատճառով մանրադիտակով դիտող օբյեկտի պատկերը կատարյալ չի ստացվում: Նրանց հիմնական օպտիկական թերությունները, աչպես կոչված, սֆերիկ և քրոմատիկ տերապիաներն են (խոտորումները):

Սֆերիկ տերապիայի էությունն այն է, որ ճառագայթները ընկնելով սապնյակի եզրային և կենտրոնական մասերի վրա, այնպիսի դուրս գալուց հետո չեն համալսվում նույն հարթության վրա, այլ, ինչպես երևում է նկ. 40-ից, եզրային ճառագայթները հասնում են սապնյակին ավելի մոտիկ, իսկ կենտրոնական ճառագայթները՝ ավելի հեռու, որի պատճառով օբյեկտի պատկերի պարզությունը խախտվում է:



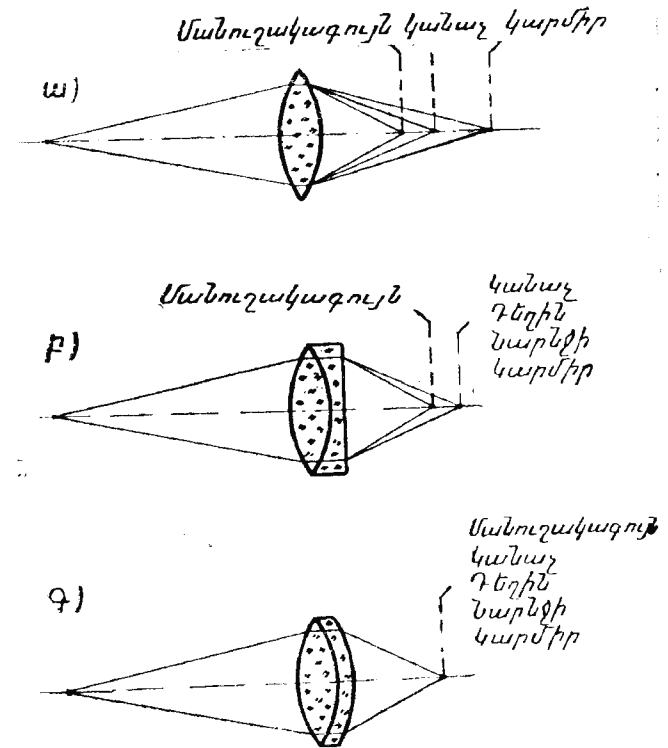
Նկ. 40. Սֆերիկ տերապիայի սխեման:

ա) սովորական, բ) արբոմատիկ և գ) ապոբրոմատիկ սապնյակներում:

Սֆերիկ տերապիայի ազդեցությունը փոքրացնելու համար մանրադիտակում օգտագործում են գիսաֆրագմաներ, որոնցով սապնյակի փակում են սապնյակի եզրային մասերը: Դիսաֆրագմաները փոքրացնում են մանրադիտակի տեսադաշտը և վատացնում պատկերի պաշտպանությունը:

Սֆերիկ տերապիայի ազդեցությունը վերացնելու համար կիրառում են ճշտված և կոմբինացված օբյեկտիվներ՝ համաքող և ցրող սապնյակների սխեման, աչպես կոչված, աքրոմատիկ և ապոքրոմատիկ սապնյակներ, որոնք գրեթե վերացնում են սֆերիկ տերապիայի ազդեցությունը, որովհետև տառցիկ և գոգավոր սապնյակների սֆերիկ տերապիաները հակառակ բնույթ ունեն:

Քրոմատիկ տերապիա կոչվում է ստորևի գալնի լույսի ալիքների տարբեր չափի բեկման երևույթը: Մանուշակագույն (կարճ ալիք) մասը բեկվում է ավելի մեծ չափով, քան կարմիր մասը: Ուլի պատճառով



Նկ. 41. Քրոմատիկ տերապիայի սխեման:

ա) սովորական, բ) արբոմատիկ և գ) ապոբրոմատիկ սապնյակներում:

նրանք, ուսման լիցիզ գտնու գտնուց հետո, նույնպես չեն հավաքվում նույն հարթության վրա. մանուշակագույն մասը հավաքվում է ուսման լիցիզ մոտիկ, կարմիր մասը՝ ավելի հեռու: Լուսավորված կետն ստացվում է գունավոր եզրերով, հետևապես, օբյեկտի պատկերը դառնում է անոթոջ:

Քրոմատիկ արեբացիայի ազդեցությունը վերացնելու համար նույնպես կիրառում են աքրոմատիկ կամ ապոքրոմատիկ օբյեկտիվներ: Աքրոմատիկ օբյեկտիվները գրեթե, իսկ ապոքրոմատիկները լիովին, վերացնում են քրոմատիկ արեբացիայի ազդեցությունը:

Այդ թերությունները նվազեցնելու նպատակով մանրադիտակում կիրառվում են նաև կոմպենսացնող օկուլյարներ:

5. ՄԵՏԱՂԱԲԱՆԱԿԱՆ ՄԱՆՐԱԴԻՏԱԿ

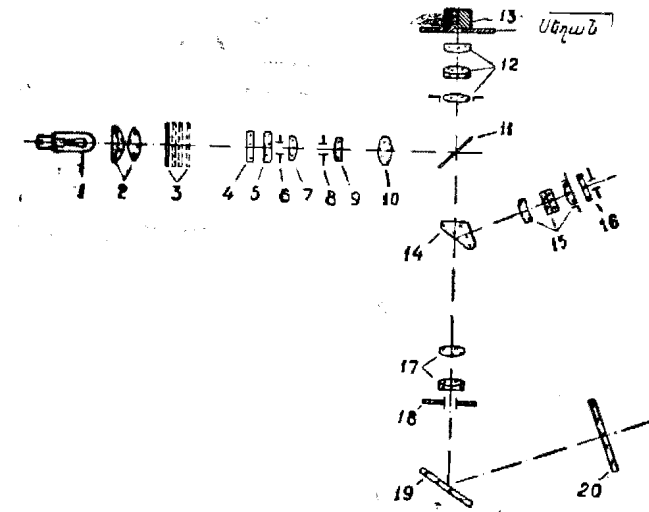
Մետաղաբանական մանրադիտակն օպտիկական սարք է, որը հնարավորություն է տալիս դիտել օբյեկտը (մետաղի միկրոստրուկտուրան) անդրադարձված լույսի միջոցով, ի տարբերություն կենսաբանական մանրադիտակի, որտեղ ուսումնասիրվող օբյեկտը լույսի ճառագայթների համար համեմատաբար թափանցիկ է, այն լուսավորում են ներքևից, դիտում՝ վերից, իսկ մետաղները թափանցիկ չեն, դրանք ներքևից լուսավորվում են, ներքևից էլ դիտվում: Այս պատճառով մետաղամանրադիտակի կոնստրուկցիան տարբերվում է կենսաբանական մանրադիտակի կոնստրուկցիայից, չնայած երկուսն էլ օպտիկական մանրադիտակներ են:

Մետաղամանրադիտակները, նայած նրանց հիմնական մասերի փոխադարձ դիրքին, լինում են հորիզոնական և ուղղաձիգ: Նայած մեծացման չափին, նրանք ստորաբաժանվում են՝ մեծ մանրադիտակներ, որոնց մեծացման չափը 1000 անգամից ավելի է, միջին մանրադիտակներ, որոնք մեծացնում են 700—800 անգամ և փոքր մանրադիտակներ, որոնք հնարավորություն են տալիս օբյեկտը մեծացնելու 300—400 անգամից ոչ ավելի:

Մետաղամանրադիտակների, գիտահետազոտական և ուսումնական ինստիտուտների լաբորատորիաներում առավել տարածված են МИМ—6 և МИМ—7 արպի մետաղամանրադիտակները (МИМ նշանակում է микроскоп металлографический — մետաղաբանական մանրադիտակ, իսկ թիվը ցույց է տալիս նրա կոնստրուկցիայի փոփոխման հերթական համարը):

Այդ մանրադիտակներն ուղղաձիգ են և տարբեր օբյեկտիվներով ու օկուլյարներով հնարավոր է օբյեկտը մեծացնել մոտավորապես 60 : 1440 անգամ:

Մետաղամանրադիտակները բաղկացած են չորս հիմնական սխեմաներից՝ օպտիկական, լուսավորող, լուսանկարչական և մեխանիկական, որոնցից գլխավորը (բուն մանրադիտակը) օպտիկական սխեման է: Օպտիկական սխեմայի հիմնական մասերն են՝ օբյեկտիվը, օկուլյարը, թափանցիկ շերտիկը և անդրադարձնող պրիզման:



Նկ. 42. Մետաղամանրադիտակի օպտիկական սխեմա:

1—լույսի աղբյուր, 2—կոլեկտոր (հավաքիչ), 3—հեռացովի լուսաֆիլտրեր, 4—բեռնիչ (մետաղների ոչ մետաղական խառնուրդները բեռնված լույսի տակ դիտելու համար), 5—իլյումինատոր, 6—ապերտուրային դիաֆրագմա, 7—ուսման, 8—դաշտային դիաֆրագմա, 9—10 ուսման, 11—հարթ թափանցիկ շերտիկ, 12—օբյեկտիվ, 13—միկրոշիֆ, 14—անդրադարձնող պրիզմա, 15—օկուլյար, 16—վերլուծիչ, 17—լուսանկարչական օկուլյար, 18—լուսանկարչական փական, 19—հալելի, 20—լուսանկարչական խցի փաշտառ ապակի:

Նկ. 42-ում ցույց է տրված նաև մանրադիտակով անցնող լույսի ճառագայթների ուղու սխեման: Լույսը, դուրս գալով լամպից (1), հավաքվում է կոլեկտորում (2) փնջի ձևով և անցնում լուսաֆիլտրով (3), իլյումինատորով (5), ապերտուրային դիաֆրագմայով (6), ուսման (7), դաշտային դիաֆրագմայով (8), ուսման (9 և 10) և ընկնում (11) ապակա շերտիկի վրա, որը տեղադրված է 45° անկյան տակ՝ իլյումինատորային սուբստի առանցքի նկատմամբ: Շերտիկի միջով անցնում է լույսի մի մասը, մյուս մասը անդրադարձնում և անցնում է օբյեկտիվով (12,) և ընկնում (13) միկրոշիֆի մակերեսին: Միկրոշիֆի որոշ մաս-

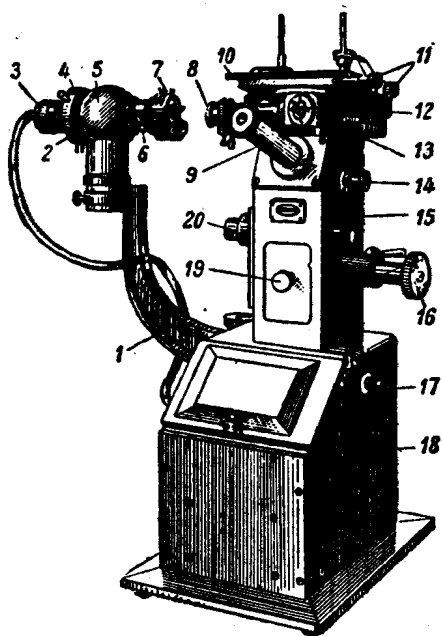
սերից անդրադարձած լույսը նորից ետ է դառնում ու մտնում օբյեկտիվի (12) մեջ. նրա մի մասը անցնում է շերտիկով (11), ընկնում պրիզմայի (14) վրա, անդրադառնում նրանից և ընկնում օկուլյարի (15) մեջ, որտեղ և դիտվում է ուսումնասիրվող օբյեկտի (13) միկրոստրուկտուրան:

Լուսանկարման համար անդրադարձնող պրիզման (14) հանվում է լույսի ճառագայթների ուղուց, լույսն անցնում է լուսանկարչական օկուլյարով (17), փականով (18), երբ նա բաց է, ընկնում է հայելու (19) վրա, անդրադառնում, և օբյեկտի պատկերը պրոյեկտվում է փայլատապակու (20) վրա:

Օբյեկտը բեռված լույսում դիտելու համար օպտիկական սխեմայի մեջ մտցնում են մակադիր ֆիլտրեր՝ բեռիչ (4) և վերլուծիչ (16):

6. МИМ—6 ՄԱՆՐԱԴԻՏԱԿԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀԱՆԳՈՒՅՑՆԵՐԸ

Ինչպես արդեն նշվեց, մանրադիտակի գլխավոր սխեմայում օպտիկական սխեման է, որը բաղկացած է օբյեկտիվից, օկուլյարից և մի շարք օժանդակ օպտիկական տարրերից՝ լույսի աղբյուրից, ապակյա շերտիկից, պրիզմայից, տարբեր ուսանյալներից, դիաֆրագմաներից, լուսաֆիլտրերից, լուսանկարչական հարմարանքներից և այլ մասերից, որոնք հավաքված են մի ընդհանուր իրանի վրա և տարբեր մեխանիզմների միջոցով կարող են որոշ սահմաններում փոխադարձաբար տեղաշարժվել օբյեկտի լուսավորումը կարգավորելու, պատկերի կոնտրաստությունը մեծացնելու, ֆոկուսի բերելու համար և այլն:



Նկ. 43. МИМ—6 մանրադիտակի արտաքին տեսքը:

МИМ—6 մանրադիտակը բաղկացած է հետևյալ հիմնական հանգույցներից (Նկ. 43):

1) Լուսավորման հանգույցից (4)՝ հավաքված բարձակի (1) վրա, որն ամրացված է ներքևի իրանին (18): Լուսավորման լամպը գտնվում է սֆերիկ պատյանի

(5) մեջ, որի առջևի մասը ծառայում է որպես կոլեկտորի պատյան (6): Վերջինիս վրա ամրացված են նաև չորս ետզցովի լուսաֆիլտրեր (7): Լամպի կոթառը (3) դրված է վռանի մեջ, որն ամրացված է կենտրոնացվող օղակում (2):

2) Վերին իրանից (15), որի վրա հավաքված են իլյումինատորային տաբուր (8), վիզուալ դիտման տաբուր (9), օբյեկտիվի միկրոմետրական (20) և օբյեկտի (սեղանի) մակրոմետրական (16) մասառցման մեխանիզմները, որոնք աշխատում են միմյանցից անկախ, և կափարիչը (19), որը կարելի է բացել և փոխել լուսանկարչական օկուլյարը: Վերին իրանի վերևի մասում գտնվում է կենտրոնական իլյումինատորի իրանը (13). ալյտեղ է գտնվում նաև իլյումինատորային շերտիկն, որը բռնակի (12) միջոցով կարելի է տեղաշարժել: Կենտրոնական իլյումինատորի իրանի վերևի մասում բացված է կալիբրած անցք, որտեղ տեղադրվում է օբյեկտիվը: Այդ իրանը (13) ամրացված է բարձակի վրա, որը միաժամանակ ծառայում է որպես սողան միկրոմետրային համար: Վերին իրանի վրա ամրացված է նաև բռնակը (14), որով կարելի է լույսի ճառագայթների ուղուց պրիզման հեռացնել երեւացող միկրոստրուկտուրան լուսանկարելու անհրաժեշտությունը դեպքում:

3) Առարկայական քառակուսի սեղանից (10), որը պտուտակների (11) միջոցով կարելի է 15 մմ խաչաձև տեղաշարժել օբյեկտիվի ուղղաձիգ առանցքի նկատմամբ՝ միկրոշիֆի տարբեր տեղամասեր դիտելու նպատակով: Սեղանն ամրացված է հենարանի վրա, որը հարմարեցված է վերին իրանի ետևի մասում: Հենարանն ուղղաձիգ տեղաշարժվում է ուղղորդիչների միջև մակրոպտուտակի (16) միջոցով՝ օբյեկտը նախապես ֆոկուսին մոտիկ դիրքի բերելու նպատակով:

4) Ներքևի իրանից (18), որը ծառայում է որպես լուսանկարման խուց և մանրադիտակի հենարան: (17)-ը՝ լուսանկարչական փականն է: Ալյտեղ են գտնվում նաև հայելին և շրջանակը՝ փայլատապակիով: Վերջինս կարելի է հեռացնել և այնտեղ տեղադրել լուսանկարչական շերտիկով կամ թաղանթով լուսանկարչական կասետը:

Աղյուսակ 10-ում բերված են վիզուալ դիտման ու լուսանկարման МИМ—6 մանրադիտակի մեծացման չափերը և նրա օբյեկտիվների ու օկուլյարների մի քանի օպտիկական տվյալներ:

МИМ—7 մանրադիտակը սկզբունքորեն ոչնչով չի տարբերվում МИМ—6-ից: Հիմնականում այնտեղ փոփոխված է լուսավորման սխեմայի դիրքը և կոնստրուկցիան, լուսանկարչական օկուլյարների տեղադրման հանգույցը, մտցված են մի շարք այլ մանր կոնստրուկցիոն փոփոխություններ: Լուսավորման հանգույցը տեղադրված է մանրադիտակի իրանի հետևի մասում և ունի ավելի կոշտ ու մատչելի կոնստրուկցիա, քան МИМ—6-ինն է: Մնացած բոլոր կոնստրուկցիոն փոփոխությունները

МММ—6 ՄԱՆՐԱԳԻՏԱԿԻ ՄԵԾԱՑՄԱՆ ՉԱՓԵՐԸ ԵՎ ՆՐԱ ՕՐՅԵԿՏԻՎՆԵՐԻ ՈՒ ՕԿՈՒՅԱՐՆԵՐԻ ՕՊՏԻԿԱԿԱՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐԸ

Օրյեկտիվներ			Օկուլյարների՝ վիզուալ դիտման համար			Օկուլյարների՝ լուսանկարման համար		
Միտման	Սեփական մեծացումը	Քվադրանտային պարունակում	AM—11 7×	M—10 10×	M—11 15×	AM—32 6,5×	AM—33 10×	AT—36 15×
Չոր	9×	0,20	63	90	135	86	134	189
»	21×	0,40	147	210	315	201	313	441
»	40×	0,65	280	400	600	383	596	—
Իմերսիոն	95×	1,25	665	950	1425	909	1416	—

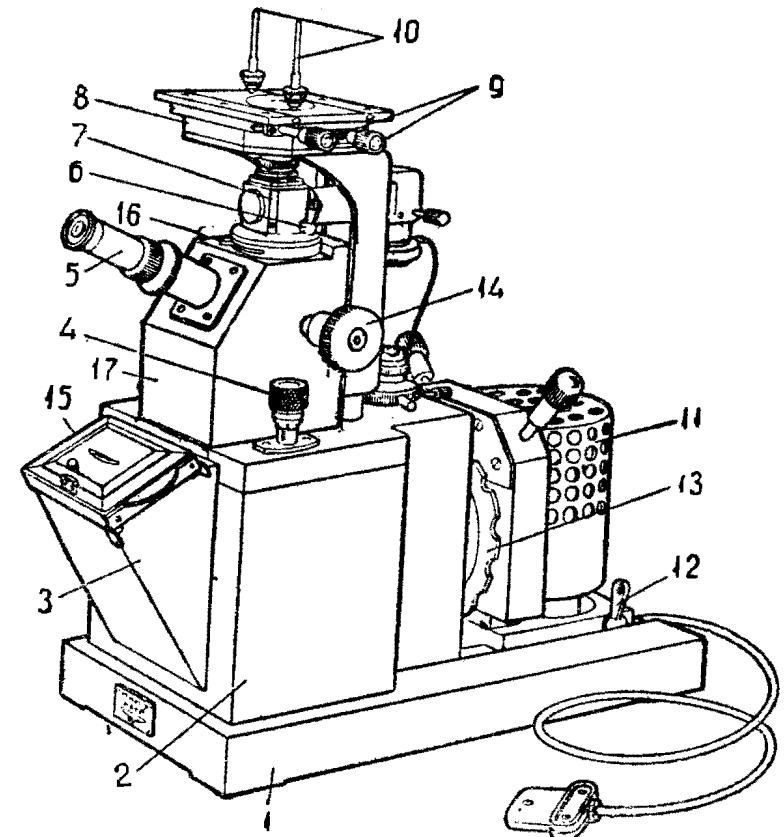
Աղյուսակ 11

МММ—7 ՄԱՆՐԱԳԻՏԱԿԻ ՄԵԾԱՑՄԱՆ ՉԱՓԵՐԸ՝ ՏԱՐԲԵՐ ՕՐՅԵԿՏԻՎՆԵՐԻ ԵՎ ՕԿՈՒՅԱՐՆԵՐԻ ՄԻՋՈՑԱՎ

Օրյեկտիվներ	Փայլատ ապակու վրա			Վիզուալ դիտման դեպքում			
	Օ կ ու լ յ ա ր ն ե ր						
	7×	10×	15×	7×	10×	15	20×
$F=23,2 \cdot A=0,17$	(70)*	120	160	(60)*	90	130	170
$F=13,89 \cdot A=0,30$	(115)*	200	270	(100)*	140	200	300
$F=8,16 \cdot A=0,37$	200	340	450	170	240	360	500
$F=6,16 \cdot A=0,65$	(260)*	440	600	(250)*	320	500	(650)*
$F=2,77 \cdot A=1,25$	575	1000	1350	500	720	1080	(1440)*
$F=2,79 \cdot A=1,00^{**}$	575	1000	(1350)*	500	720	1080	(1440)*

* Փակագծերի մեջ առնված մեծացման չափերը հանձնարարելի չեն։

** Այս օբյեկտիվը կիրառվում է միկրոստրուկտուրան միայն մոթ դաշտում դիտելու համար։

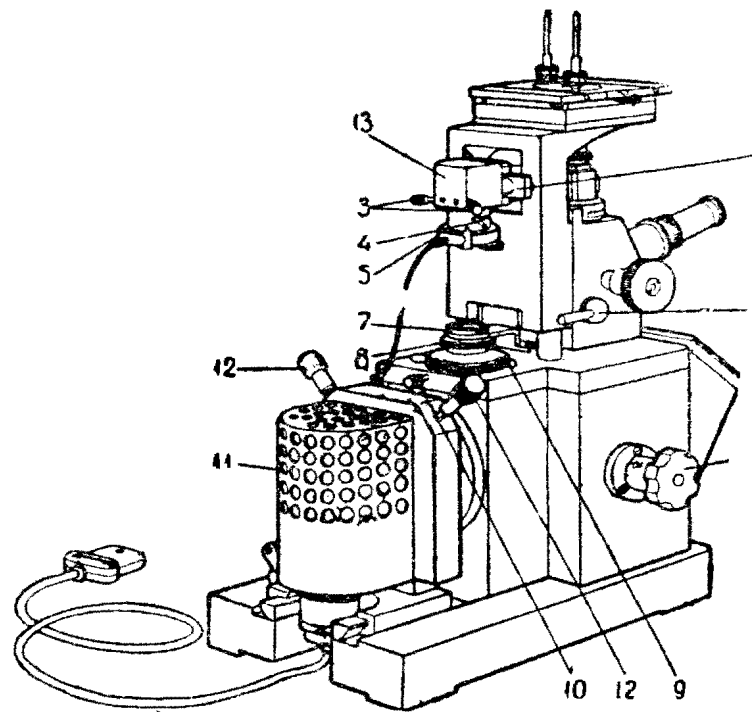


Նկ. 44. МММ—7 մանրադիտակի արտաքին տեսքը։

1—մանրադիտակի նիմնատակ, 2—ներքին իրան, 3—լուսանկարչական խուց, 4—օբյեկտիվի միկրոմետրային մատուցման ստույտակ, 5—վիզուալ ուղի, 6—խավար դաշտի դիաֆրագմայի բռնակ, 7—կենտրոնական իլյումինատորի իրան, 8—առաքելայական սեղան, 9—սեղանի խաչան տեղաշարժման պտուտակներ, 10—կլիմներ (սեղմակներ), 11—լապտերի իրան, 12—լուսավորման սխեմայի կառան, 13—լուսաֆիլտրերի սկավառակի բռնակ, 14—սեղանի (օբյեկտի) կոպիտ մատուցման պտուտակ, 15—փայլատ ապակու շրջանակ, 16—անալիզատոր, 17—կենտրոնական մասի իրան։

Նույնպես բարելավել և ավելի մատչելի են դարձրել այդ մանրադիտակի գործողությունը տեխնիկան։

Նկ. 44-ում և 45-ում տրված է МММ—7 մանրադիտակի ընդհանուր արտաքին տեսքը, իսկ աղյուսակ 11-ում՝ օվյալներ նրա մեծացման չափերի մասին։



Նկ. 45. MIM-7 մանրադիտակի արտաքին տեսքը եռեր կողմից:

1—կոպիտ մատուցման կառավարչի պտուտակի բանակ, 2—լուսանկարչական օկուլյարների տեղադրման բանակ, 3—զոտային դիաֆրագման կենտրոնացնող պտուտակներ, 4—զոտային դիաֆրագմայի բանակ, 5—լուսանկարչական փական, 6—լուսնուցիչ սաղնյակների շրջանակ, 7—լուսավորման սաղնյակի օդակ, 8—ապերատուրային դիաֆրագմայի օդակ, 9—ապերատուրային դիաֆրագմայի տեղադրման պտուտակ, 10—կառավարչի պտուտակ, 11—լուսավորի իրան, 12—լուսավոր կենտրոնացնող պտուտակներ, 13—պենտապրիզմայի (հնգանիստ պրիզմայի) պտույտ:

Օրչեկտիվը մանրադիտակի ամենախրախոր մասն է: Հիմնականում օրչեկտիվի որակից է կախված մանրադիտակի մեծացման չափը, լուծողականությունը և երեսուցող պատկերի երկրաչափական կառավարչությունը:

Բայց թվում էր, որ ապերատուրային մեծությունից, օրչեկտիվի կառուցողական լուծողականությունից է նաև ֆոկուսային հեռավորությունը: Արդյունքում փոքր է ֆոկուսային հեռավորությունը, այնքան մեծ է նրա մեծացման չափը:

Ամենատեղ օրչեկտիվների (սաղնյակների) ֆոկուսային հեռավորությունը մոտ 2 մմ է: Ֆոկուսային հեռավորության փոքրացմանը

համեմատաբար մեծանում է օրչեկտիվի ճակատային սաղնյակի կոորդինատները և իր ձևով նմանվում է կոորդինատներին:

Մեծացման մանրադիտակի օրչեկտիվն ունի բավականին բարդ կառուցվածք, այն ապացուցում է սրբանի ձևով տեղադրված սաղնյակների մի սխեմա է (Նկ. 46):

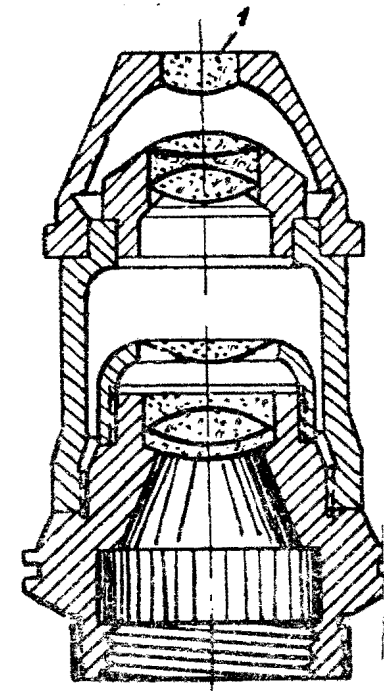
Օրչեկտիվի հիմնական մասը հաշվառված սաղնյակն է (1), որի մի կողմը հարթ է, մյուսը՝ առանցիկ: Հարթ կողմով նա տեղավորվում է դեպի օրչեկտիվ: Մանրացման օրչեկտիվի ճշտող սաղնյակներն են, որոնք ծառայում են հաշվառված սաղնյակի օպտիկական թերությունները վերացնելու համար:

Օրչեկտիվները, նախած նրանց օպտիկական հատկություններին, լինում են նաև աղբյուրային, կառուցվածության կամ ֆլյուորիտային և ապոքրոմատիկ: Արանց կոնստրուկցիան հաջորդաբար բարդանում է, իսկ օպտիկական հատկությունները՝ լավանում: Ապոքրոմատիկ օրչեկտիվներում վերացվում է հաշվառված սաղնյակի քրոմատիկ արեթմոսի և փոքրացվում է սֆերիկ արեթմոսի ազդեցությունը: Ֆլյուորիտային իր կոնստրուկցիայով նման է աղբյուրայինին, միայն որոնում կիրառվող ապակու տեսակը նույնն է, ինչ որ ապոքրոմատիկում:

Մանրադիտակի կիրառվում է ֆլյուորիտ, որը հատարակ օպտիկական ապակիներից՝ ֆլինտից և կրնագլասից տարրերով է ավելի փոքր բեկման ցուցիչով և լուսաթափանցությամբ:

Ապոքրոմատիկ օրչեկտիվներն իմերսիոն են, որոնց թվային ապերատուրան հասնում է 1,3—1,4, իսկ մեծացումը՝ մինչև 95-ի: Մեծացման ավելացմանը զուգընթաց փոքրանում է ճակատային սաղնյակի և օրչեկտիվի միջև ընկած հեռավորությունը: Այս հեռավորությունը հասնում է 0,5, իսկ վերջերս՝ մինչև 0,2 մմ, որը բարդացնում է մանրադիտակի պատրաստման տեխնիկան և օպերատորից պահանջում հատակ ուշադրություն:

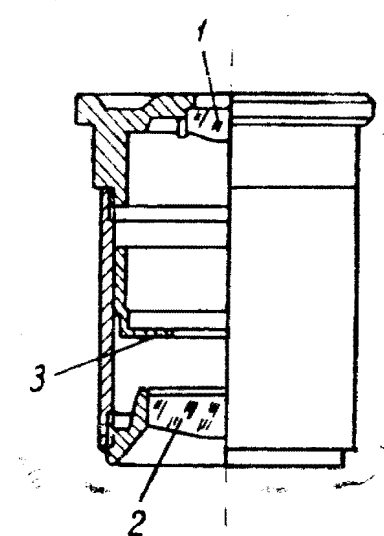
Օկուլյարով դիտվում է օրչեկտիվը, որը տարածություն մեջ պատկերված է օրչեկտիվի օպտիկական սխեմայի միջոցով: Հետևապես, օկուլյարը



Նկ. 46. Ապոքրոմատիկ օրչեկտիվի սխեմայի կառուցվածքը:

կատարում է խոշորացույցի դեր և ինքը չի ազդում մանրադիտակի լուծունակության վրա:

Օկուլյարները լինում են՝ սովորական կամ չլուգենսի, կոմպենսացնող և պրոցեկցիոն: Չլուգենսի օկուլյարն ունի ամենապարզ կոնստրուկցիան (նկ. 43)՝ բաղկացած է երկու հարթ ուռուցիկ (1 և 2) ոսպնչակներից: Մրանց միջև տեղադրված է դիաֆրագմա (3), որը սահմանափակում և կասեցնում է եզրային ճառագայթները, սրանք կարող են վատ ազդեցություն թողնել պատկերի պարզության վրա:



Նկ. 43. Հատարակ օկուլյարի կոնստրուկցիա:

Այս ֆիլարերը լուսաթափանցելի հեղուկով (օրինակ՝ թորած ջրով) լցված անոթներ են: Հաճախ այս ֆիլարերը ծառայում են որպես լուսաֆիլարներ (ավելի դեպքում հեղուկը գունավոր լուծույթ է): Լույսի ֆիլարերը լույսը դարձնում են ավելի մոնոքրոմատիկ, փոքրացնում են լույսի ուժը, նվազեցնում փայլը և լավացնում օբյեկտի պատկերի պարզությունը:

Մանրադիտակի լամպը (8 վոլտ, 20 վատտ՝ МММ—6-ի համար և 17 վոլտ, 170 վատտ՝ МММ—7-ի) սնվում է 127—220 վոլտ լարում ունեցող ցանցից՝ ավտոտրանսֆորմատորի միջոցով, որն ունի և կարգավորիչ: Ավտոտրանսֆորմատորը լարման փոխակերպիչ է, որտեղ, ի տարբերություն սովորական տրանսֆորմատորի, առաջնային և երկրորդային շղթաները միացված են: Այն շահավետ է օգտագործել փոքր տրանսֆորմացիայի գործակիցների դեպքում:

Այս մանրադիտակներն ունեն նաև մի շարք պարագաներ՝ ռեֆլե-

կոմպենսացիոն օկուլյարը ուղղում է տպոքրոմատիկ օբյեկտի սֆերիկ արերացիայի ազդեցությունը: Պրոցեկցիոն օկուլյարները լուսանկարչական են, որոնք նույնպես վերացնում են սֆերիկ արերացիայի ազդեցությունը:

Մանրադիտակում օգտագործվող ֆիլարերը լինում են ջերմային և լուսային: Ջերմայինները լույսի ճառագայթների փնջին գազաճեղք ջերմային ճառագայթները կլանելու համար են, հակառակ դեպքում (մանավանդ երբ որպես լույսի աղբյուր ծառայում է էլեկտրական սղեղը) օպտիկական տարրերի ջերմաստիճանը կարող է բարձրանալ և փչացնել դրանք: Օրինակ՝ կարող են միմյանցից պոկվել օբյեկտի սոսնձած ոսպնչակները և այլն:

դակ և պահեստային մասեր, օրինակ՝ սեղանի տարբեր չափի անցք ունեցող միջարկներ, կասետներ, օբյեկտ-միկրոմետր, որի վրա 1 մմ հաշվառությունը բաժանված է 100 մասի, օկուլյար-միկրոմետր, անկայուն օբյեկտներ բռնելու հարմարանք, անոթ՝ իմերսիա և սպիրտ պահելու համար, խոշորացույց և այլն, որոնք պահվում են հատուկ արկղում՝ կեղտից և փոշուց պաշտպանելու նպատակով: Այստեղ են դրվում նաև բոլոր օբյեկտիվները և օկուլյարները:

7. МММ—7 ՄԱՆՐԱԴԻՏԱԿԻ ԼԱՐԳԸ

Մետաղամանրադիտակը ճշգրիտ, բարդ և թանկարժեք գործիք է: Նրա հետ պետք է վարվել ամենաշնորհալի զգուշությամբ: Եթե մի ինչ-որ մաս չի տեղաշարժվում, չի կարելի ուժ գործադրել: Նախ անհրաժեշտ է չորացնել նրա աշխատանքի տեխնիկան և ապա նոր միայն օգտագործել այն: Ոչ մի բռնակ կամ պտուտակ չի կարելի տեղաշարժել հանկարծակի, ուժ գործադրելով: Դրանց հետ պետք է վարվել զգուշ, կատարել սահուն շարժումներ:

Մանրադիտակն սկսում են լարել լուսավորման սխեմանը կանոնավորելով:

Ապերտուրային դիաֆրագման տեղադրում են իր թվացույցի զրո բաժանումի վրա և միացնում լամպը: Լուսավորման ոսպնչակի օդակը (նկ. 45—7) ծածկում են փայլատու ապակիով կամ ծխախոտի թղթով: Կապերը տեղաշարժելով, լամպի թելի պատկերը պրոյեկտում են տպերտուրային դիաֆրագմայի հարթության վրա, լապաները կենտրոնավորող պտուտակների (12) միջոցով լամպի թելի պատկերը դնում դիաֆրագմայի կենտրոնում: Երբ պտուտակներն այլևս առաջ չեն դնում (սլորուրակի ընթացքն սպառվում է), անհրաժեշտ է տեղաշարժել լամպի իր կոթակով: Այս կենտրոնացումն անհրաժեշտ է օբյեկտիվը համապատասխան լուսավորելու համար, որն առանձնապես կարևոր է լուսանկարման ժամանակ:

Տեղադրում են օկուլյարը: Կոպիտ մատուցման պտուտակի միջոցով բարձրացնում են սեղանը և տեղադրում նաև օբյեկտիվը: Ստուգում են սեղանի անցքի և օբյեկտիվի համակենտրոն լինելը: Միկրոշլիֆը դնում են սեղանի անցքի վրա, որից հետո, կոպիտ մատուցման պտուտակի միջոցով, զգուշությամբ իջեցնում են սեղանը մինչև վերջ: Նույն պտուտակով, նախելով օկուլյարով, դանդաղ բարձրացնում են սեղանը մինչև միկրոպատկերի երևալը: Այնուհետև ամրացնում են կոպիտ մատուցման կառուցվածքի պտուտակը, և միկրոմետրային մատուցման պտուտակի միջոցով օբյեկտիվը վերջնականապես բերում ֆոկուսի:

Լուսավորման սիստեմի կանոնադրումը և տպերատուրային դիաֆրագմայի բացվածքի մեծությունն ազդում են մանրադիտակի լուծողական և օբյեկտի պատկերի որակի վրա: Ապերատուրային դիաֆրագմայի բացվածքի մեծությունը սրվում է փոքրի միջոցով, ձգտելով ստանալ պարզ երևացող կոնտրաստ պատկեր: Առհասարակ, որպես կանոն, տպերատուրային դիաֆրագմայի բացվածքի մեծությունը համասար է ըբի արտմագծի $2/3$ մասին, որը երևում է, երբ վիզուալ տարույն հալում ենք առանց օկուլյարի:

Դաշտային դիաֆրագմայի միջոցով սահմանափակում են տեսողաշար օբյեկտի վրա՝ մինչև տվյալ օկուլյարի տեսողաշարի սահմանները կամ ընդգրկում տեսողաշարի հետաքրքրող տեղը մանրակրկիտ հետազոտման համար: Դաշտային դիաֆրագմայի բացվածքը պետք է մի փոքր ավելի մեծ լինի տվյալ օկուլյարի տեսողաշարի չափից: Նրանք օկուլյարի վրա տալիս հարթություն վրա պետք է լինեն համակենտրոն, որն իրադրվում է կենտրոնավորող պտտումների (նկ. 45—3) միջոցով:

Իմեր սիստ օբյեկտի վրա աշխատելիս իմերսիոն յուղ են կաթնեղենում օբյեկտի ճակատային ուսպնակի վրա: Կոպիտ մատուցման պտտումների միջոցով իջեցնում են սեղանը աչքան, մինչև որ օբյեկտը հասնի յուղին: Այդ պտտումը կառավարում են և միկրոմետրային մատուցման պտտումների միջոցով պատկերը վերջնականապես բերում ֆոկուսի: Աշխատանքից հետո օբյեկտի ճակատային ուսպնակի և միկրոշիֆի վրա լիցք բամբակով մաքրում են իմերսիոն յուղը, լվանում բենզինով կամ քրոլով:

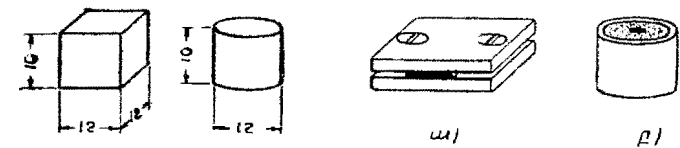
Տարածված են նաև փոքր, արտադրամասային և МММ—3 МММ—8 մեծ հարկոնական մետաղամանրադիտակները: Վերջերս արդյունաբերության մեջ սկսել են օգտագործել նաև էլեկտրոնային մանրադիտակներ, որոնց նկարագրությունը, ձևերակի փոքր ծավալի պատճառով, բաց է թողնված:

8. ՄԻԿՐՈՇԵԼԻՖԻ ՊԱՏՐԱՍՏՄԱՆ ՏԵԽՆԻԿԱՆ

Մետաղների միկրոստրուկտուրան ի հայտ բերելու համար անհրաժեշտ է ուսումնասիրել զետալի նյութից պատրաստել համապատասխան նմուշ: Մետաղի միկրոստրուկտուրան մանրադիտակով հետազոտելու համար հատուկ պատրաստված այդ նմուշը կոչվում է միկրոշիֆ կամ շիֆ: Միկրոշիֆն ունենում է մեկ (երբեմն երկու) կողմից հղկված, ողորկված, հալելանման օպտիկական մակերևույթ, որը հետազոտում խաժապվում է: Այդպիսի մակերևույթի լույսն անդրադառնում է գրեթե լիովին և երևում է մետաղի միկրոկառուցվածքի պարզ պատկերը:

Նմուշի հատվածքի չափերի մեծությունը, ելնելով նրա պատրաստման հեշտությունից, արագությունից և որակից, նպատակահարմար

է վերցնել 12—15 մմ-ի սահմաններում, իսկ բարձրագույնը՝ նրա հատվածքի 0,8 մասի չափ: Եթե զետալի չափերն այս թվերին մոտիկ չափեր են (տվյալի ճիշտ՝ մասշտաբային 2 անգամ երկար), այդ դեպքում զետալի կեսը կարող է որպես նախապատրաստված ծառայել միկրոշիֆ պատրաստելու համար: Եթե նրա չափերը փոքր են, օրինակ՝ բուրակ ձողիկ, լար կամ շերտիկ է, այդ դեպքում անհրաժեշտ է հարմարեցնել՝ լարը տեղադրել միկրոշիֆի չափ անեցող խողովակի մեջ և նրանց արանքում լցնել որևէ դյուրահալ նյութ (բակելիտ, ժծումբ, Վադի միաշաղկապ և այլն): Շերտիկը մեխանիկորեն ամրացնել երկու այլ շերտիկների արանքում և այդպես, ամրացված վիճակում, պատրաստել միկրոշիֆ (նկ. 48):



Նկ. 48. Միկրոշիֆի հարմար չափերը և մանր նմուշների պատրաստման հարմարությունների օրինակներ. ա) շերտիկային նմուշը մեխանիկորեն ամրացված է շերտիկների մեջ, բ) նմուշն ամրացված է խողովակում դյուրահալ նյութի միջոցով:

9. ՆՄՈՒՇԻ ՏԵՂԻ ԸՆՏՐՈՒԹՅՈՒՆԸ, ԿՏՐՈՒՄԸ ԵՎ ՄԻԿՐՈՇԵԼԻՖԻ ՊԱՏՐԱՍՏՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆ

Մեքենաների զետալների չափերը հաճախ ավելի մեծ են լինում միկրոշիֆի չափերից և անհրաժեշտ է լինում նրանցից մի կտոր կտրել: Այս կտորի տեղի ընտրությունը բավականին լուրջ և բարդ խնդիր է, անհրաժեշտ է այն առաջին հերթին լուծել ամենալավ զգուշությամբ, եթե ուղում ենք ճիշտ զաղափար կազմել զետալի նյութի միկրոստրուկտուրայի մասին: Եթե միկրոստրուկտուրը նվիրված է զետալի նյութի ընդհանուր միկրոկառուցվածքի գնահատմանը, ապա անհրաժեշտ է, որ ընտրված կտորը չունենա ամբողջ զետալի նյութին ոչ չորահատուկ արատներ:

Հաջող միկրոստրուկտուրայի կատարելու համար անհրաժեշտ է նախօրոք, որոշ ճշտություններ, պատկերացում ունենալ տվյալ զետալի մակրոկառուցվածքի մասին, հակառակ դեպքում անխուսափելի կլինեն անթույլատրելի սխալները: Օրինակ՝ պետք է նախօրոք իմանալ, որ եթե զետալը ձուլվածք է, ապա նա ունի մի քանի ստրուկտուրային դոմեններ՝ արտաքին, չկողմնորոշված մանրահատիկ դոմեն, սլանաձև բյուրեղների դոմեն,

ներքին հավասարառանցք թերաբյուրեղների գոտի, դրանց միջանկյալ կամ սահմանային գոտիներ, կծկումա-փխրուն գոտի, կծկումային փշուկ և ալլն: Եթե դետալը կռվածք է՝ պատրաստված է կուման, դրոշմման, գըլանման, մամլման կամ քարշման միջոցով, ապա նրա թերաբյուրեղները (հատիկները) երկարացված են կռածգման ուղղությամբ, և նրանց մեծության ու ձևի մասին գաղափար կազմելու համար անհրաժեշտ է շրջիֆը պատրաստել երկու փոխադարձաբար ուղղահայաց՝ երկայնական և լայնական ուղղությամբ: Այս դեպքում, պլաստիկ դեֆորմացիայի շնորհիվ, նրանց թերաբյուրեղները լինում են տեկստուրացված՝ ունենում են շերտավոր կամ թեքավոր կառուցվածք:

Անհրաժեշտ է գիտենալ, որ եթե դետալն ունի խիստ տարբեր հատվածքներ, ապա նրա հաստ ու բարակ մասերի միկրոստրուկտուրան կլինի տարբեր, հետևապես, այդ դետալի միկրոկառուցվածքը գնահատելու համար պետք է միկրոշիֆներ պատրաստել նրա հաստ ու բարակ մասերից:

Ածխածնազրկված, ջերմաքիմիական եղանակով մշակված, մակերեփշտային մխված, դեֆորմացված կամ ալլ շերտերի խորությունները չափելու ժամանակ անհրաժեշտ է շիֆը պատրաստել այն հաշվով, որ այդ շերտերի ուղղահայաց հատվածքը գտնվի շիֆի հարթության վրա:

Կարճ ասած, միկրոանալիզի սկզբում, ունենալով պարզ նպատակ, պետք է ծանոթ լինել կամ ծանոթանալ տվյալ դետալի մակրոկառուցվածքի հետ:

Պետք է հիշել, որ մանրադիտակում, նայած օգտագործվող մեծացմանը, երևում է օբյեկտի շատ փոքր մասը, այնպես որ, միկրոշիֆ պատրաստելու համար անհրաժեշտ է նմուշն ընտրել ամենալին ուշադրությամբ: Դիտել նրա տարբեր մասերը, այն տեղաշարժելով ինչպես ձեռքով, այնպես էլ մանրադիտակի սեղանը տեղաշարժող հարմարանքով, եթե ուզում ենք ի հայտ բերված միկրոստրուկտուրան վստահ վերադրել դետալի ընդհանուր միկրոկառուցվածքին:

Միկրոանալիզի արդյունքը հիմնականում կախված է պատրաստված միկրոշիֆի որակից: Որակավոր միկրոշիֆ պատրաստելու համար անհրաժեշտ է օգտագործել այդ ասպարեկում ձեռք բերված փորձը: Ինչպես արդեն նշվեց, նրա չափերը պետք է լինեն 12—15 մմ-ի սահմաններում, բարձրությունը՝ 10—12 մմ: Նմուշի ձևը երկրորդական է, իհարկե, ավելի հարմար է, երբ նա ունի գլանի կամ պրիզմայի ձև:

Երբ արդեն ընտրված է միկրոշիֆի տեղը և որոշված է հարթության ուղղությունը, այս կամ այն եղանակով կտրում են այդ կտորը: Կտրել կարելի է բոլոր հայտնի մեթոդներով, միայն պետք է հիշել, որ, նախ, կտրման ընթացքում նմուշը չպետք է տաքանա մինչև տրվյալ միահալվածքի կրիտիկական ջերմաստիճանը, հակառակ դեպքում

նրա ստրուկտուրան կարող է փոփոխվել: Կարող են առաջանալ ալլ ստրուկտուրային և ֆազային բաղադրիչներ՝ ստեղծված նոր պայմաններին՝ տաքացման ջերմաստիճանին և սառեցման արագությանը համապատասխան: Ֆրկորդ, որ կտրման ժամանակ նմուշի մակերևութային մասը չպետք է մեծ խորությամբ ենթարկվի բարձր աստիճանի պլաստիկ դեֆորմացիայի: Այդ դեպքում նույնպես կփոփոխվի նմուշի ստրուկտուրան:

Առհասարակ նմուշը կտրում են մետաղասղոցով, երբ դետալի նյութը պլաստիկ է, կամ ուղղակի մուրճի հարվածով կտրում մի կտոր, երբ նա կարծր է: Կարելի է կտրել նաև կտրիչի կամ ֆրեզի միջոցով, օգտագործելով կտրման ցածր ռեժիմներ:

Կտրելուց կամ կտրելուց հետո բթացնում են նմուշի բարձրությամբ եղած սուր անկյունները և հարթեցնում ընտրած մակերևութը: Հարթեցումը կամ ճակատահանումը կարելի է կատարել հաստոցների վրա, սրաքարով կամ խարտոցով: Ընտրված մակերևութը այս կամ այն եղանակով հարթեցնելուց հետո սկսում են հաջորդ հղկման օպերացիան:

Հղկում կատարում են N140, 180, 220 և 240 հղկաթղթերով՝ հաջորդաբար: Հղկաթղթի ամրացնում են 180—200 մմ տրամագիծ ունեցող սկավառակի վրա և պտտեցնում մոտ 1000 պտ/րոպե արագությամբ: Նմուշը մի փոքր սեղմելով պահում են նույն դիրքում այնքան, մինչև որ անհետանում են նախորդ մշակումից ստացված խազերը: Ապա փոխում են թուղթը, նմուշը շրջում 90° և հղկում նույնպես մինչև վերջին թղթի առաջացրած խազերի վերանալը: Երբ պարզվում է, որ այդպիսի նուրբ հղկումն անբավարար է (ոգորկումից հետո հղկախազերը չեն անհետանում), կատարում են վերջնական, նուրբ հղկում հղկափոշիներով: Օրինակ՝ N240—320 հատիկայնություն ունեցող զմրուխտի կամ կրոկուսի փոշիների միջոցով:

Հղկումը հաջողությամբ կատարվում է նաև ձեռքով: Այդ դեպքում հղկաթղթի կտորը դնում են հարթ առարկայի (օրինակ, մի կտոր հաստ ապակու) վրա և հղկում նույնպիսի հաջորդականությամբ:

Միկրոշիֆի պատրաստման հաջորդ օպերացիան ողորկումն է:

Ողորկում կատարում են մոտավորապես 250 մմ տրամագիծ ունեցող մահուղով (ֆետրով կամ կարճ խավի թավշով) պատված սկավառակով, որը պտտվում է մոտ 1000 պտ/րոպե արագությամբ: Մահուղը թրջում են մեկ լիտր ջրի մեջ 5—15 գ ալյումինի, քրոմի կամ մագնեզիումի օքսիդի (Al_2O_3 , Cr_2O_3 , MgO) փոշու խառնուրդով: Այս պայմաններում հղկված նմուշը, սկավառակի եզրային մասերում թույլ սեղմելով մահուղին, պահում են որոշ ժամանակ: Եթե հղկումը հաջող է կատարված, ապա 3—5 րոպե ողորկելուց հետո նմուշը պետք է փայլի հալելու նման: Իսկ եթե այս ժամանակամիջոցից հետո շիֆի վրա դե-

ռևս երևում են խազեր (որոնք չպետք է երևան նաև մանրադիտակով դիտելիս), նշանակում է հղկումը կատարված է անհաջող: Անհրաժեշտ է նորից կատարել նուրբ հղկում և նորից՝ ողորկում:

Այսպիսով, շլիֆ պատրաստելու ընթացքում հետզհետե հարթվում, անհետանում են խորդոթորդոթվածքները, հետզհետե փոքրանում է նաև կտրումից, ճակատահանումից, կոպիտ և նուրբ հղկումներից հետո նմուշի դեֆորմացված շերտի հաստությունը: Ողորկման ընթացքում կարծր և մանր օքսիդների մասնիկները նույնպես կտրում են մետաղը, միայն այս դեպքում հանված տաշեղն ալնքան փոքր ու բարակ է, իսկ դեֆորմացված շերտի հաստությունը ալնքան չնչին, որ այդ շերտը հետագա խաժատման ընթացքում լուծվում է թթվի մեջ և մա կերեսը մերկացնում: Ռեազենտը, աղչելով մետաղի իրական հատիկների և նրանց սահմանների վրա, երևան է բերում նրա միկրոկառուցվածքը:

Ողորկումից հետո նմուշը դիտում են մանրադիտակով, որպեսզի համոզվեն, որ խազերը վերա ցել են: Եթե միկրոանալիզի նպատակն է ի հայտ բերել մետաղի միկրոփոփոխությունների, միկրոճաքերի, ոչ մետաղական մասնիկների (օքսիդների, նիտրիդների, ֆոսֆիդների և այլ արատների) առկայությունը, գորշ չուգունի գրաֆիտային արտազատվածքների ձևը, քանակը, մեծությունը և այլն, ապա ողորկումից հետո միկրոշլիֆն արդեն պատրաստ է հետազոտման համար: Իսկ եթե նպատակը՝ միահալվածքի մետաղական հիմքի ստրուկտուրայի ուսումնասիրումն է, ապա անհրաժեշտ է այն ենթարկել նաև խաժատման:

Խաժատումը, որի նպատակն է ի հայտ բերել մետաղի միկրոստրուկտուրան, շլիֆի պատրաստման վերջնական և կարևորագույն օպերացիան է: Այստեղ բարդությունը խաժատող ռեագենտի ընտրությունը և խաժատման ռեժիմի պահպանման մեջ է, որոնք որոշվում են գործնականորեն՝ փորձերի միջոցով (ռեցեպտուրային մեթոդով):

Տարբեր բաղադրություն ունեցող և տարբեր վիճակում գտնվող միահալվածքների ստրուկտուրան ի հայտ բերելու համար մշակված են տարբեր խաժատող ռեակտիվների ռեցեպտներ, որոնք հիմնականում թթուների և այլ նյութերի սպիրտային կամ ջրային թուլլ լուծույթներ են: Տարբեր տեսակի ռեակտիվները քանակը շատ է: Ստորև, որպես օրինակ, բերված են մի քանի հաճախ կիրառվող ռեագենտների ռեցեպտներ:

Երկաթի, պողպատի և չուգունի համար

1) 2—5% HNO_3 -ի լուծույթն էթիլային սպիրտի կամ ջրի մեջ:

2) 4% պիկրինաթթվի ($\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{OH}$, եռանիտրոֆենոլի) լուծույթը սպիրտի մեջ:

3) Նատրիումի պիկրատ (պիկրինաթթու՝ 20 գ, նատրիումի հիդրօքսիդ՝ 250 գ, ջուր՝ 1 լ), որը կիրառվում է ֆերիտը ցեմենտիտից տարբերելու համար (իր մեջ լուծում է ցեմենտիտը): Խաժատումը կատարվում է ռեակտիվի եռման վիճակում, 5—10 րոպեի ընթացքում:

4) 10% Նատրիումի պերսուլֆատի (պերծմբաթթվի աղի) լուծույթը ջրի մեջ (քիչ ածխածին պարունակող պողպատներում ուտիչահանում է ֆերիտը):

5) 3 մաս HCl և 1 մաս HNO_3 , որը կիրառվում է չժանգոտվող պողպատների խաժատման համար: Ռեակտիվը կիրառում են պատրաստելուց 24 ժամ հետո:

Ալյումինի և երա միահալվածքների համար

1) 0,5% ֆտորաթթվի լուծույթը ջրի մեջ:

2) 0,5—15% Նատրիումի հիդրօքսիդի լուծույթը ջրի մեջ:

Պղնձի և երա միահալվածքների համար

1) 80%-ոց պղնձի քլորիդի (CuCl_2) լուծույթն ամոնիակի մեջ:

2) 50% ամոնիակի հազեցված լուծույթը և 50% ջրածնի պերօքսիդի (30%-ոց) լուծույթը:

Լուծույթը կիրառվում է միայն թարմ վիճակում:

3) 10% Նատրիումի պերսուլֆատի լուծույթը ջրի մեջ (ռեակտիվը լավ է ազդում, եթե կիրառման ժամանակ խառնել 3—4% ամոնիակի հազեցված լուծույթ):

Բարիտների և մագնեզիումի միահալվածքների համար

2—4% HNO_3 -ի լուծույթն էթիլային սպիրտի մեջ:

Մետաղակերամիկայի միահալվածքների համար

10% HNO_3 -ի լուծույթն էթիլային սպիրտի մեջ (խաժատման ժամանակը՝ մոտ 5 րոպե):

Ողորկված միկրոշլիֆը, նախքան խաժատումը, ճարպազրկման նըպատակով լվանում են սպիրտով, հետո թաթախում ապակյա կամ ճենապակյա անոթում լցված ռեակտիվում (կամ պիպետով մի քանի կաթիլ կաթեցնում շլիֆի մակերեսին): Միաժամանակ, հաճախ մի քանի վայրկյան, պահելուց հետո, երբ նմուշը կորցնում է իր վալը, լվանում են հոսող ջրով և չորացնում ծծանով: Դիտում են մանրադիտակով, և եթե ստրուկտուրան անբավարար է երևում (գույնը շատ բաց է), կատարում են լրացուցիչ խաժատում: Իսկ եթե շատ է խաժատված (մուգ է), ապա նորից ողորկում և խաժատում ավելի քիչ ժամանակի ընթացքում: Երբ արդեն պարզ երևում են նմուշի բոլոր ստրուկտուրային տարրերը, ուրեմն շլիֆը պատրաստ է հետազոտման համար: Այն ուշագիտ դնում են և նշում դիտման համապատասխան արդյունքները: Եթե նմուշը պետք է պահել հետագա ուսումնասիրությունը շարունակելու համար կամ որպես փաստական նյութ, ապա այն լվանում են սպիրտով, չորացնում և տեղադրում էքսիկատորում: Էքսիկատորը մի ապակյա անոթ է՝ կիպահղված կափարիչով, որի ներքևի մասում գտնվում է նախօրոք շիկացված (ջրազրկված) կալցիումի քլորիդ, որը, կլանելով խոնավությունը, շլիֆը պահպանում է օքսիդացումից: Երբ ուսումնա-

սիրվող ստրուկտուրան հետաքրքրություն է ներկայացնում՝ յուրահատուկ է, կամ նորություն է նկատված, փաստաթուղթ ունենալու նպատակով այն նկարում կամ լուսանկարում են:

Որոշ տեղեկություններ խածառման տեսությունից: Ողորկված նմուշի մակերեսային մասի նյութը չնչին խորությամբ ենթարկվում է մեծ աստիճանի պլաստիկ դեֆորմացիայի: Այս նյութի ֆիզիկա-քիմիական հատկությունները լիովին տարբերվում են նմուշի հիմնական նյութի համանման հատկություններից: Խածառման ընթացքում հավանաբար այդ մասը արագորեն լուծվում է ունեցված: Նմուշը մերկանում է, և հետագայում ունեցված սկսում է փոխադրեցության մեջ մանեկ տնօրինչական նրա հիմնական նյութի հետ:

Շնորհիվ այն բանի, որ մետաղական միահալվածքը հաճախ հետևորդեն կոնցյունկտուր է (տարասեռ ֆազային բաղադրիչների մեխանիկական խառնուրդ), թաց միջավայրում (էլեկտրոլիտի առկայությամբ), տարբեր ֆազային բաղադրիչների տարբեր էլեկտրաքիմիական հատկությունների հետևանքով, շիֆի մակերեսում տեղի է ունենում ընտրովի լուծում:

Ռեակտիվի (էլեկտրոլիտի) մեջ ընկղմված մետաղական միահալվածքը կարելի է պատկերացնել որպես բազմաէլեկտրոդային գալվանական տարրերի սիստեմ: Միահալվածքի ֆազային բաղադրիչները, որոնց էլեկտրոդային (էլեկտրաքիմիական) պոտենցիալն ավելի բացասական է ջրածնի էլեկտրոդային պոտենցիալի համեմատությամբ, ծառայում են որպես անոդներ և լուծվում են ունեցված: Նրանց տեղերում առաջանում են փոսիկներ: Իսկ այն բաղադրիչները, որոնց էլեկտրոդային պոտենցիալը համեմատաբար մեծ է, ծառայում են որպես կատոդներ և մնում անփոփոխ կամ որոշակի պայմաններում պատվում են էլեկտրոլիզային նյութով: Ընտրական լուծման ինտենսիվությունը մեծ չափով կախված է հարևան ստրուկտուրային տարրերի էլեկտրաքիմիական պոտենցիալների տարբերությունից:

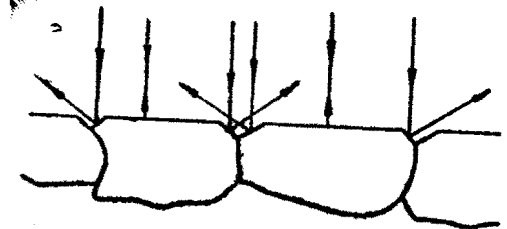
Մաքուր մետաղների կամ պինդ լուծույթների (օրինակ՝ առատեներիտային կամ ֆերիտային դասի պողպատների) թերաբյուրեղների անիզոտրոպիայի հետևանքով և տարածության մեջ բյուրեղաբանական հարթությունների պատահական կողմնորոշման շնորհիվ, այս կամ այն պայմաններում (ուսկոտիվի բաղադրություն, խտություն, ջերմաստիճան, ազդման ժամանակամիջոց) խածառման ժամանակ, առանձին թերաբյուրեղներ, որոնք կտրված են տվյալ (շիֆի) հարթությամբ, տարբեր չափով են լուծվում ունեցված: Հետևապես, այս դեպքում ևս երևան են գալիս խորզուրդուկություններ՝ միայն ավելի դանդաղորեն, որովհետև միահալվածքը միաֆազ է:

Լիկվացիայի շնորհիվ միահալվածքների թերաբյուրեղների և առան-

ձին մասնիկների սահմաններում կուտակվում է սահմանային նյութ (տարբեր էվոկտիկաներ), և առհասարակ սահմանների հատուկ (անկայուն) կառուցվածքի հետևանքով որանք համեմատաբար արագ են լուծվում ունեցված և այդտեղ առաջանում են ակոսիկներ:

Այսպիսով, մետաղական կոնցյունկտուրայի ընտրովի լուծումը խորզուրդուկություններ է առաջացնում միկրոշիֆի մակերեսին և, հետևաբար, լույսի ալիքների տարբեր չափի անդրադարձում և ցրում (նկ. 49). դա թույլ է տալիս այդ մեթոդով ի հայտ բերել մետաղանյութերի միկրոստրուկտուրան, որը տվյալ բաղադրություն ունեցող և տվյալ միճակում գտնվող միահալվածքի համար ունենում է յուրահատուկ առաջնությունը: Ինչ փորձառություն ունենալուց հետո հաջողվում է դրանք հեշտությամբ տարբերել և ճանաչել: Այդ ստրուկտուրային բաղադրիչների հատկությունները նախօրոք դիտենալով կարելի է նախորոշել տվյալ միահալվածքի մոտավոր սպասելի հատկությունները:

Բացի մետաղների միկրոստրուկտուրան ի հայտ բերելու վերը նկարագրված մեթոդի օպերացիաներից, կան նաև դրանց տարատեսակները: Օրինակ՝ սովորական մեխանիկական ողորկման փոխարեն կարելի է կատարել էլեկտրոլիտային ողորկում: Կարելի է կատարել նաև ուլտրաֆոն ողորկում: Քիմիական խածառման փոխարեն կարելի է կատարել էլեկտրոլիտային խածառում: Առհասարակ խածառման փոխարեն մետաղների միկրոստրուկտուրան կարելի է ի հայտ բերել ռադիոազդման մեթոդով՝ միկրոշիֆը առաջացնելով: Հատուկ սարքերի միջոցով հայտնաբերում են մետաղի միկրոստրուկտուրան վակուումում՝ բարձր ջերմաստիճանի պայմաններում և այլն: Այնուամենայնիվ, գործարաններում և ուսումնական լաբորատորիաներում առավել տարածված է վերը նկարագրված մեթոդը:



Նկ. 49. Միկրոշիֆի մակերեսից լույսի ճառագայթների անդրադարձման և ցրման սխեմա:

VI ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԱՌԱՋԱԴՐԱՆՔԸ

Լաբորատորիայում գործնականորեն ծանոթանալ մետաղամանրագիտական կոնստրուկցիայի, դրանց աշխատանքի տեխնիկայի և միկրոշիֆի պատրաստման սարքերի հետ:

1. Նշել մետաղների միկրոստրուկտուրային անալիզի նպատակները:
2. Ցույց տալ օպտիկական մանրագիտակի մեծացման չափը, լուծույթի կազմը և օգտակար մեծացումը:
3. Գծել MIM-6 մանրագիտակի օպտիկական սխեման և անվանել նրա հիմնական մասերը:
4. Համառոտակի նկարագրել միկրոշիֆի պատրաստման սլրոցեաի տեխնոլոգիան, բերելով պողպատի և լուգունի խածառման համար օգտագործվող ունեցվածքների ունեցվածքների օրինակներ:

ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ՄԻԿՐՈԱՆԱԼԻՋԻ ՄԵԹՈԴԻ ՄԱՍԻՆ

1. ՆԵՐԱՇՈՒԹՅՈՒՆ

Մետաղանյութերի բաղադրություն, ջերմաստիճանի, ճնշման և այլ գործոնների փոփոխությունն ընթացքում տեղի են ունենում ֆազային և ստրուկտուրային փոխարկումներ, որոնց հետևանքով փոփոխվում են նրանց հատկությունները: Այդ պայմաններում (տարբեր տեխնոլոգիական պրոցեսներ կատարելու ընթացքում) գոյացող ֆազային կամ ստրուկտուրային բաղադրիչների մասին գաղափար կազմելու համար կատարվում է մետաղների միկրոանալիզ: Բացի դրանից, այդ մեթոդով բացահայտում են մետաղանյութերի միկրոարատները:

Մետաղների արտադրության և մետաղամշակման արդյունաբերության մեջ աշխատող մասնագետների համար միկրոանալիզի մեթոդը հզոր միջոց է արտադրանքի որակը բարձրացնելու գործում: Բավականին շատ և բազմազան են այս մեթոդի խնդիրները: Օրինակ՝ միկրոանալիզի միջոցով բացահայտում են.

1. Մետաղական միահալվածքներում առկա ֆազային կամ ստրուկտուրային բաղադրիչների տեսակները, դրանց քանակական հարաբերությունները, ձևը, մեծությունը, դետալի ծավալում դրանց դասավորությունը կարգը:

2. Ոչ մետաղական մասնիկների, մանր փշուկների կամ ճաքերի առկայությունը դետալի նյութի մեջ, նրանց մեծությունը, ձևն ու տեղաբաշխումը:

3. Կարելի է որոշել միահալվածքի մոտավոր քիմիական բաղադրությունը, եթե հայտնի է միահալվածքի տարբեր ֆազերի քիմիական բաղադրությունը (օրինակ՝ ածխածնի պարունակությունը թերթաված պողպատի մեջ):

4. Կարելի է նկատել դենդրիտային լիկվացիայի առկայությունը մետաղական միահալվածքներում:

5. Կարելի է նկատել դրանց միկրոստրուկտուրայի տողայնությունը (տեքստուրան) և որոշել դեֆորմացիայի մոտավոր աստիճանը ճնշման միջոցով մշակված դետալներում, դեֆորմացիայի աստիճանի անհավասարությունը դրանց հատվածքում:

6. Կարելի է որոշել մետաղական միահալվածքների ստրուկտուրային կամ ֆազային բաղադրիչների սահմանների երկարությունը և դրանց դումարային մակերեսը:

7. Կարելի է մեծ ճշտությամբ չափել ջերմաքիմիական մեթոդով մշակված, մակամխված կամ ածխածնազրկված շերտերի խորությունը:

8. Կարելի է որոշել դետալների պատրաստման եղանակը (ձուլվածք, կովածք), ջերմամշակման տեսակը:

9. Կարելի է տարբեր մոմենտներում ընդհատել, օրինակ, նմուշի սեղմման, ծռման, կտրման կամ տաշեղագոյացման պրոցեսը, շլիֆ պատրաստել, նկատել միկրոստրուկտուրայի ձևի փոփոխությունները և գաղափար կազմել տվյալ պրոցեսի մեխանիզմի բնույթի (պրոցեսի կինեմատիկայի) մասին:

10. Կարելի է անմիջականորեն դիտել կամ, ցանկության դեպքում, միկրոնկարահանել միահալվածքների տաքացման կամ սառեցման ընթացքում տեղի ունեցող ֆազային կամ ստրուկտուրային փոխարկումները: Դա նշանակում է ակնառու կերպով նկատել փոխարկումների կինեմատիկան և որոշել կրիտիկական կետի դիրքը: Այս դեպքում անհրաժեշտ է միկրոշլիֆի էլեկտրատաքացումը կատարել վակուումում կամ պաշտպանական միջոցառում: Թեև այդ անալիզը պահանջում է բարդ կաշնաք, բայց այնուամենայնիվ, միկրոանալիզի տեխնիկայի մեծ նվաճումներից մեկն է:

11. Էլեկտրոնային մանրադիտակով հայտնաբերում և ուսումնասիրում են մետաղների ենթամիկրոստրուկտուրան՝ թերաբյուրեղների մոդակի կառուցվածքը (10^{-3} — 10^{-7} մմ չափի մասնիկներ) և այլն:

Թվարկած և այլ խնդիրներ լուծելիս, օբյեկտը ի հայտ բերելուց և կրկնող միկրոստրուկտուրան որակական տեսակետից գնահատելուց բացի, հաճախ անհրաժեշտություն է զգացվում այն լինիթագրել նաև քանակական տեսակետից՝ կատարել տարբեր մասնիկների կամ շերտերի չափումներ:

Անցյալում մետաղների միկրոանալիզ կատարելիս բավարարվում էին միայն հայտնաբերված միկրոստրուկտուրայի նկարագրություն: Ներկայումս, մեքենաների դետալներին բարձր տեխնիկական պահանջներ ներկայացնելու հետևանքով, շատ հաճախ աշխատում են կատարել նաև միկրոստրուկտուրայի չափաքանակական գնահատում, որը թույլ է տալիս ավելի սերտ կապ հաստատել միկրոստրուկտուրայի և հատկությունների պարամետրերի միջև:

Այդ նպատակով մշակված են մեծ քանակի ուսնդականներ, նկարված, լուսանկարված տարբեր միկրոստրուկտուրաներ կամ ստրուկտուրային արատներ, նշանակված հաջորդական համարներով (բալլերով), որոնց հետ համեմատում են ուսումնասիրվող օբյեկտը, ընտրում և նրմանեցնում այս կամ այն էտալոնին, այդպիսով, տալիս նրա գնահատականը: Այդ մեթոդով որոշված միկրոստրուկտուրայի գնահատականը հաճախ կրում է սուբյեկտիվ, կիսաքանակական բնույթ, որը կիրառման ընթացքում թույլ են ստանում կոպիտ սխալներ:

Այս բնագավառում մեծ է Ս. Ա. Սալտիկովի մշակած մետաղական

միահաղվածքների ֆազային և սարուկտուրային բաղադրիչների (ինչպե՛ս և առհասարակ միկրոմասնիկների) տարածաչափական (սաերիտմետրական) մետաղաբանության նշանակությունը: Ս. Ա. Սալտիկովը իր աշխատության աշխատությունում [11] ասել է գոյություն ունեցող միկրոմասնիկների չափման բոլոր մեթոդների քննադատական վերլուծությունը, ճշտել և առաջարկել է նոր մեթոդների մի ամբողջ սիստեմ, որ հնարավորություն է տալիս մետաղների միկրոստրուկտուրայի կոպիտ կիսաքանակական գնահատումից անցնել նրա ճշգրիտ, քանակա-չափական գնահատմանը:

Մետաղական միահաղվածքների միկրոմասնիկները (սարուկտուրային կամ ֆազային բաղադրիչները) բաղմամբիվ են և չափեն կանոնավոր երկրաչափական ձև, որի պատճառով դրանց ընթացիկ պարամետրերը (գծային չափերը, հատվածքի մակերեսը, ծավալը, քանակը մե միավոր մակերեսով կամ ծավալում և այլն) մասնիկների միջին վիճակագրական մեծություններ են: Մետաղաբանության, հատկապես տարածաչափական մետաղաբանության մեջ կիրառում են վիճակագրական մեթոդներ, որոնք հնարավորություն են տալիս միկրոմասնիկ թնութագրող պարամետրերի ճշգրտությունը հասցնել ցանկացած բարձր աստիճանի:

2. ՄԻԿՐՈՐՅԵԿՏԻ ՉԱՓՈՒՄԸ ՄԻԿՐՈԱՆԱԼԻԶԻ ԺԱՄԱՆԱԿ

Միկրոանալիզի ընթացքում, երբ այս կամ այն մեթոդով ի հայտ է բերված օբյեկտի միկրոստրուկտուրան, մանրակրկիտ գնահատույ և ընդհանուր որակական գնահատումից հետո, հաճախ, նախած դրված խընդիրների բնույթին, անհրաժեշտ է լինում կատարել տարբեր միկրոմասնիկների չափումներ (օրինակ՝ որոշել թերաբուրեոնների,՝ գրաֆիտային արտադրամածքների, պեոլիտում ցեմենտիտի ու ֆերիտի շերտերի և այլ բաղադրիչների չափերի մեծությունը, ցեմենտացված կամ ածխածնազրկված շերտի խորությունը և այլն):

Այդ միկրոմասնիկների մեծությունները չափելու համար օգտագործում են հիմնականում մետաղամանրադիտակի օբյեկտ-միկրոմետր և օկուլյար-միկրոմետր:

Օբյեկտ-միկրոմետրը ողորկված մի փոքր շերտիկ է, որի վրա 1 մմ հեռավորությունը խազերով բաժանված է 100 մասի:

Օկուլյար-միկրոմետրը սովորական օկուլյար է, որի մեջ կլոր ապակու վրա որոշ հեռավորությամբ (100 մասի բաժանված) դժեր են քաշված: Օբյեկտը չափելու համար այդ բաժանումների արժեքը տար-

բեր օբյեկտիվների համար անհրաժեշտ է լինում որոշել նախօրոք: Այդ նպատակով օբյեկտ-միկրոմետրը գնում են մանրադիտակի սեղանին, համառոտում դրա և օկուլյար-միկրոմետրի բաժանումները: Հիշելով, որ օբյեկտ-միկրոմետրի մեկ բաժանումը 0,01 մմ է, որոշում են օկուլյար-միկրոմետրի բաժանման արժեքը սովալ օբյեկտիվն օգտագործելիս: Միջոցահետ մանրադիտակի սեղանի վրա սեղադրում են միկրոշիֆը և, խմանալով օկուլյար-միկրոմետրի բաժանումների արժեքը, դրանով (ինչպես քանոնով) չափում են տվյալ միկրոօբյեկտի մեծությունը:

Բերենք օկուլյար-միկրոմետրի բաժանումների արժեքի որոշման մի օրինակ:

Օկուլյար-միկրոմետրի և օբյեկտ-միկրոմետրի ստնդդանները համառոտեղելուց հետո դիցուք օկուլյար-միկրոմետրի 100 բաժանումը ծածկում է օբյեկտ-միկրոմետրի 84 բաժանում, այդ դեպքում օկուլյար-միկրոմետրի բաժանման արժեքը կլինի՝ $0,84:100=0,0084$ մմ:

Օբյեկտ-միկրոմետրով կարելի է որոշել նաև մանրադիտակի գծային մեծացման չափը լուսանկարելու ժամանակ: Այդ նպատակով անհրաժեշտ է պրոյեկտել օբյեկտ-միկրոմետրի ստնդդանը մանրադիտակի փայտատ ապակու վրա, մասշտաբադրանով չափել ստվակու վրա ընկած բաժանումները և որոշել մանրադիտակի գծային մեծացման չափը (V) հետևյալ բանաձևով.

$$V = \frac{a}{b \cdot 0,01} \text{ անգամ, որտեղ}$$

a-ն փայտատ ապակու վրա պրոյեկտած օբյեկտ-միկրոմետրի բաժանումների երկարությունն է մմ-ով (չափված մասշտաբադրանով),

b-ն՝ a երկարություն վրա ընկած օբյեկտ-միկրոմետրի ստնդդանի բաժանումների թիվը,

0,01-ը՝ օբյեկտ-միկրոմետրի բաժանման արժեքը մմ-ով:

Բացի օբյեկտ-միկրոմետրից և օկուլյար-միկրոմետրից, քանակական միկրոանալիզ կատարելիս օպտիկական հալմաքածուի մեջ անհրաժեշտ է ունենալ նաև ցանցով և խաչմերուկ թելերով օկուլյարներ: Ցանկալի է ունենալ նաև մեկուսական հաշվիչ (տարբեր ինտեգրատորներ): Դրանք օժանդակում և արագացնում են անալիզի կատարումը:

3. ՊՈՂՊԱՏԻ ՀԱՏԻԿԻ ՄԵԾՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՄԱՆ ՄԵԹՈԴԸ

Պողպատի հատիկի մեծությունը, մանավանդ պողպատի առատե-
նիտի* հատիկի մեծությունը, մեծ ազդեցություն է թողնում ջերմամշակ-
ման արդյունքների, ինչպես և, առհասարակ, նրա հատկությունների
վրա: Որքան մեծ է առատենիտի հատիկը, այնքան մեծ է ստացվում
նրա մխնիությունը (միման խորությունը), այնքան պողպատը միման
ժամանակ հեշտությունը է ենթարկվում դեֆորմացիաների՝ կորացում-
ների, ճաքների, այնքան նրա մարտենսիտը (պողպատի արագ սառեցու-
մից գոյացած ստրուկտուրային բաղադրիչը) ավելի խոշոր ասեղնավոր
(շերտավոր) է ստացվում: Խոշոր ասեղնավոր և, առհասարակ, խոշոր
հատիկավոր պողպատի բեկունությունը մեծանում է, հարվածային ճշու-
թյունը՝ ընկնում: Մի խոսքով, հատիկի աճին զուգընթաց վատանում են
ինչպես պողպատի տեխնոլոգիական, այնպես էլ մեխանիկական հատ-
կությունները:

Այդ պատճառով հետաքրքրություն են առաջացնում պողպատի հա-
տիկի մեծությունը, հետևաբար և հատիկի մեծության որոշման մեթոդ-
ները:

Մետաղական միահալվածքների հատիկի աճի վրա ազդող հիմնա-
կան գործոններն են՝ ջերմաստիճանը և ժամանակը: Որքան բարձր է
սաքացման ջերմաստիճանը և տեական ալդ ջերմաստիճանում պահելու
ժամանակը, այնքան ավելի մեծ է հատիկի աճը: Հատիկի աճի վրա
ազդում են նաև միահալվածքի բաղադրությունը, մաքրությունը, դե-
ֆորմացման աստիճանը և այլն:

Տաքացնելիս տարբեր բաղադրություն ու մաքրություն ունեցող
պողպատների առատենիտի հատիկը տարբեր ինտենսիվությամբ է
աճում: Ելնելով առատենիտի հատիկների աճման հակումից, պողպատ-
ները բաժանում են՝ ժառանգական մանրահատիկ և ժառանգական
խոշորահատիկ պողպատներ:

Ինչպես ժառանգական մանրահատիկ, այնպես էլ խոշորահատիկ
պողպատների առատենիտի հատիկը վերին կրիտիկական կետից $60-70^{\circ}\text{C}$
ավելի տաքացնելիս լինում և, դեռևս, մնում է մանր վիճակում: Հե-
տագա տաքացման հետևանքով ժառանգական խոշորահատիկ պողպատի
հատիկն սկսում է աճել որոշ ինտենսիվությամբ, իսկ ժառանգական
մանրահատիկինը մանր է մնում վերին կրիտիկական կետից $150-200^{\circ}\text{C}$
ջերմաստիճանում, որը հետագա տաքացման հետևանքով սկսում է
աճել է՛լ ավելի մեծ ինտենսիվությամբ:

* Առատենիտը պողպատի, հիմնականում տաք վիճակի, ստրուկտուրային
բաղադրիչներից մեկն է (ածխածնի պինդ լուծույթն է և կերպրում):

Այսպիսով, առատենիտի հատիկի մեծությունը կախված է իրա-
կան հատիկի մեծությունից: Ցանկացած վիճակում գտնվող պողպատը
ամեն անգամ տաքացնելիս սկզբում առատենիտի հատիկը մանր է լի-
նում: Իսկ պողպատի իրական հատիկի մեծությունը նախ և առաջ կախ-
ված է առատենիտի հատիկի մեծությունից: Որպես կանոն, որքան մեծ
է առատենիտի հատիկը, այնքան մեծ է ստացվում պողպատի իրական
հատիկը: Ուստի անհրաժեշտ է գաղափար ունենալ պողպատի ժառան-
գական հատիկի մեծության մասին, ջերմամշակման ընթացքում պող-
պատը չափից ավելի տաքացնել և չպահել բարձր ջերմաստիճանում:
Հակառակ դեպքում տեղի կունենա հատիկի աճ, ինչպես նաև օքսիդա-
ցում և ածխածնագրկում:

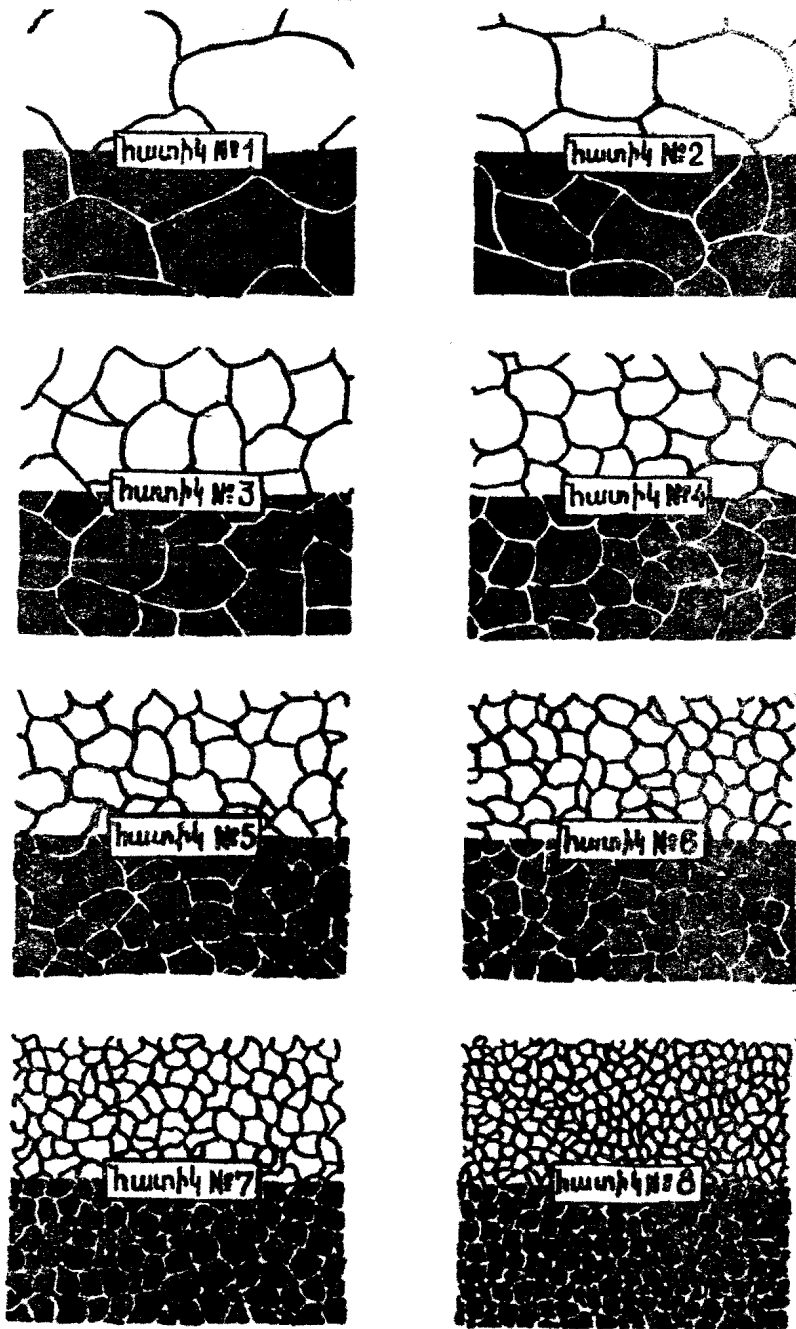
Մետաղական միահալվածքների հատիկների մեծությունը որոշվում
է վիզուալ գնահատման մեթոդով և միկրոշիֆի մեկ միավոր մակերե-
սում երևացող հատիկների թվի հաշվարկով՝ հիմնականում Ջեֆրիսի
կամ Սալտիկովի մեթոդով:

Պողպատի հատիկի մեծությունը վիզուալ գնահատման մեթոդով
որոշելիս մանրադիտակում 100 անգամ մեծացված միկրոստրուկտուրան
համեմատում են ստանդարտ չափի հատիկների սանդղակի հետ
(ГОСТ 5639—52), որը 8 տարբեր համարների, միջին մեծության հա-
տիկ ընդգրկող սխեմատիկ ցանց է:

Քննարկվող միկրոստրուկտուրան տարբեր տեսագաշտերում դիտե-
լուց և ուսնդղակի որևէ համարի հետ համեմատելուց հետո հատիկը քա-
նակապես բնութագրելու համար գրվում են աղ. 12-ում բերված տվյալ-
ներին. որոշում են հատիկի հատվածքի մակերեսը (մկ^2), 1մմ^2 -ում
հատիկների թիվը և այլն:

Աղ. 12. ս ա կ 12

Հատիկի N-ը	Հատիկի իրական մա- կերեսը՝ $a, \text{մկ}^2$			Հատիկների թիվը		8,25 մմ^2 մակերեսի վրա գտնվող հատիկների թիվը $100 \times$ մեծացնելիս		
	ամենա- փոքր	միջին	ամենա- մեծ	1 մմ ² -ում n_0	1 մմ ² -ում n_3	ամենա- փոքր	միջին	ամենա- մեծ
1	40000	64000	80000	16	45	0,75	1	1,5
2	20000	32000	40000	32	128	1,5	2	3
3	10000	16000	20000	64	360	3	4	6
4	5000	8000	10000	128	1020	6	8	12
5	2500	4000	5000	256	2900	12	16	24
6	1200	2000	2500	512	8200	24	32	48
7	600	1000	1200	1024	23000	48	64	96
8	300	500	600	2048	65000	96	128	192



Նկ. 50. Հատիկների ստանդարտ չափերի սանդղակը 100 անգամ մեծացնելիս (ըստ ГОСТ 3639—51)։

Այդ աղյուսակում բերված տվյալները որոշված են հետևյալ բանաձևերով, որոնց հիման վրա է կազմված հատիկների չափերի ստանդարտ սանդղակը։

$$a_{\text{սկ}} = 500 \cdot 2^{3-N} \text{ մկ}^2, \quad n = 2^{N-1} \text{ հատ, որտեղ}$$

a -ն հատիկի իրական մակերեսն է մկ^2 -ով,

N -ը՝ հատիկի ստանդարտ համարը (բալլը կամ էտալոնային համարը), որը՝ 1 քառակուսի դյույմ (6,25 սմ²) մակերեսում գտնվող հատիկների քանակը 100 անգամ մեծացնելու դեպքում։

Իսկ առաջադրված (ժառանգական) հատիկի մեծությունը որոշելիս պոզպատը տաքացված է մինչև 930°C և 8 ժամ պահվում ալդ ջերմաստիճանում։ Մինչև վտակողային պոզպատների հատիկների սահմանները պարզ տեսանելի դարձնելու համար տաքացումը կատարվում է ածխածնացնող միջավայրում (օրինակ՝ փալտածիի մանրուք և 40% BaCO_3)։ Այդ միջավայրում երկար ժամանակ պահելուց հետո պոզպատի արտաքին շերտը հագեցած է ածխածնով և դառնում հետևյալ տեսակի պոզպատ՝ որտեղ երկրորդային ցեմենտիտը թաղանթի ձևով կուտակվում է պեղվածի (իսկ տաք միջավայրում՝ տուրանդի) հատիկի սահմաններում, իսկ հատիկի մեծությունը դառնում է պարզ տեսանելի։

Նշված ջերմամշակումից հետո նմուշից պատրաստում են շլիֆ, դիտում, համեմատում էտալոնային հատիկների սանդղակի հետ, որոշում, թե դա որի՞ն է նման և, ալպիտով, տալիս հատիկի չափի գնահատականը։ Փոքր համարի հատիկները խոշորահատիկ են, իսկ մեծ համարներինը՝ մանրահատիկ։

Հատիկի չափի վիզուալ գնահատման մեթոդը, անալիզի պարզ և բարդ լինելու պատճառով, գործնականում շատ տարածված է։ Սակայն, ինչպես արդեն նշվեց, այդ մեթոդը կրամ է սուբյեկտիվ բնույթ, որի պատճառով կուպիտ սխալներ են թալլ արվում։

Ավելի ճշգրիտ տվյալներ ստանալու համար դիմում են հատիկի անմիջական չափման մեթոդներից մեկին, որոնք հիմնված են միջադրական մեթոդի վրա։ Ուստի հաշվարկման սխալը նվազեցնելու (0,1%-ի հասցնելու) համար անհրաժեշտ է բոլոր տեսակի հաշված հատիկների թիվը հասցնել մոտ 200-ի։

Միկրոշլիֆի մեկ միավոր մակերեսում գտնվող հատիկների թիվը Ջեֆրիսի մեթոդով որոշվում է հետևյալ կերպ։

Միկրոսարակառան պրոյեկտում են մանրադիտակի լուսանկարչական խցի փալատ ապակու վրա, ընդ որում ընտրում են այն մեծացումը, որի դեպքում որոշ չափի քառակուսի մակերեսում ընդգրկվում է մոտավորապես 30—50 հատիկ։

Հաշվում են այդ քառակուսի մակերեսում ընդգրկված հատիկները,

դրանց գումարում քառակուսու կողմերով հատված հատիկների թվի կեսը և վերջում գումարում 1, որը հաշվի է առնում քառակուսու անկյուններով հատված հատիկի մեկ քառորդ մասը:

4—5 անգամ այդ կրկնելուց հետո որոշվում է քառակուսու վրա եղած հատիկների թվի միջին թվաքանականը ($n_{\text{իջ}}$):

Քանոնով չափվում է քառակուսու կողմը և որոշվում փալլատ ապակու վրա պրոյեկտած քառակուսու մակերեսը (F):

Միկրոշիֆում ընդգրկված քառակուսու իրական տեսադաշտի մակերեսը ($F_{\text{իբ}}$) որոշելու համար F -ը բաժանում են մանրադիտակի գծային մեծացման (V_x) քառակուսու վրա՝

$$F_{\text{իբ}} = \frac{F}{V_x^2} \text{ մմ}^2;$$

Հատիկի իսկական մակերեսը (a) որոշելու համար իրական տեսադաշտի մակերեսը ($F_{\text{իբ}}$) բաժանում են այդ մակերեսում գտնվող հատիկների թվի միջին թվաքանականի վրա և բազմապատկում 10^8 -ով՝ այդ մկ²-ով արտահայտելու համար՝

$$a = \frac{F_{\text{իբ}}}{n_{\text{իջ}}} \cdot 10^8 \text{ մկ}^2;$$

1 մմ²-ում գտնվող հատիկների թիվը (n_0) որոշելու համար հատիկների թվի միջին թվաքանականը բաժանում են իրական տեսադաշտի մակերեսի վրա՝

$$n_0 = \frac{n_{\text{իջ}}}{F_{\text{իբ}}} \text{ մմ}^{-2};$$

Որոշված հատիկի չափերը բնութագրող պարամետրերը համեմատում են աղյուսակ 12-ում բերված տվյալների հետ և որոշում անալիզի ենթարկված օբյեկտի հատիկի մեծության համարը ըստ ГОСТ-ի:

Հատիկի իսկական մակերեսը կարելի է որոշել նաև շրջանագծի մեջ գտնվող հատիկների թիվը հաշվելով: Այդ դեպքում մանրադիտակի փալլատ ապակու վրա հաշվում են 60 կամ 80 մմ տրամագծով շրջանակում գտնվող հատիկների թիվը և դրան գումարում շրջանագծով հատված հատիկների թվի կեսը:

Հատիկի իսկական մակերեսը կլինի՝

$$a = \frac{F \cdot 10^8}{V_x^2 \cdot n_{\text{իջ}}} \text{ մկ}^2, \text{ որտեղ}$$

F -ը այն մակերեսի մեծությունն է մմ²-ով, որտեղ հաշվված է հատիկների թիվը,

10⁸-ը՝ հատիկի մեծությունը մկ²-ով արտահայտող գործակիցը, V_x -ը՝ մանրադիտակի գծային մեծացման մեծությունը փալլատ ապակու վրա,

$n_{\text{իջ}}$ -ը՝ շրջանագծի մեջ գտնվող և նրանով հատված հատիկների թվի կեսի գումարը:

Հատիկի մոտավոր միջին տրամագիծը կորոշվի հետևյալ բանաձևով՝

$$d = \sqrt{a} \text{ մկ};$$

Սալտիկովի հանգուցային կետերի մեթոդով շիֆի մեկ միավոր մակերեսում հատիկների թիվը (n_0) որոշվում է հետևյալ առնչությոնից՝

$$n_0 = \frac{M}{2}, \text{ որտեղ}$$

M -ը երեք հատիկների շոշափման (շիֆի հարթությունում երեք կից հատիկների կողերի փոխհաստման) կետերի թիվն է:

M -ը որոշելու համար մանրադիտակի փալլատ ապակու վրա հաշվում են այդ կետերի թիվը և բաժանում այն մակերեսի վրա, որտեղ հաշվված են դրանք:

Մեկ միավոր մակերեսում հատիկների թիվը որոշելուց հետո այդ հատիկի ստանդարտ համարը (և այլ տեղեկություններ) վերցնում են աղ. 12-ում բերված տվյալներից:

4. ՄԻԱՀԱՆԱԿԱԾՔՆԵՐԻ ՖԱԶԱՅԻՆ (ՍՏՐՈԻԿՏՈՒՐԱՅԻՆ) ԲԱՂԱԳՐԻԶՆԵՐԻ ՔԱՆԱԿԱԿԱՆ ՀԱՐԱԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

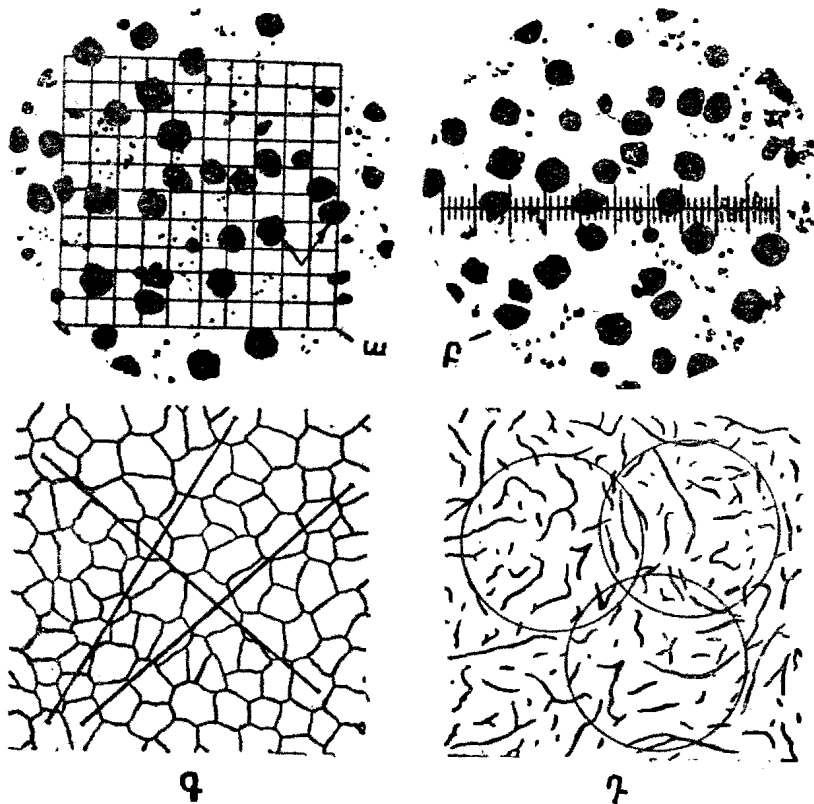
Մետաղական միահալվածքների գերակշռող մասը բազմաֆազ է: Նրանց հատկությունները կախված են տարբեր ֆազային կամ ստրուկտուրային բաղադրիչների քանակական հարաբերությունից:

Տարածաչափական մետաղաբանության մեջ միահալվածքների ֆազային կամ ստրուկտուրային բաղադրիչների քանակական հարաբերության որոշման մեթոդները հիմնված են Կավալերի-Ակերի դրույթի վրա, որի համաձայն տվյալ ֆազի (ստրուկտուրային բաղադրիչի) գրաված ծավալի բաժինը հավասար է միահալվածքը հատող պատահական հարթության վրա այդ ֆազի գրաված մակերեսի կամ այդ հարթությունում պատահական զծի վրա նրա գրաված երկարության բաժնին: Հետևապես, միահալվածքի ֆազային (ստրուկտուրային) բաղադրությունը շիֆի հարթության վրա հավասար է նրա իրական ծավալային ֆազային (ստրուկտուրային) բաղադրությանը:

Որոշելով միահալվածքների ֆազային (ստրուկտուրային) հարա-

բերութիւնը և իմանալով այդ բաղադրիչների տեսակարար կշիռները, կարելի է որոշել դրանց կշռային հարաբերութիւնը միահալվածքում:

Միահալվածքների ֆազային կամ ստրուկտուրային բաղադրիչների ծավալային հարաբերութիւնը Փլազուլի կետային մեթոդով որոշվում է հետևյալ կերպ: Տեղադրում են ցանցը օկուլյար-միկրոմետրում և դրանով դիտում միկրոստրուկտուրան: Հաշվում են ցանցի հանգուցային կետերը, որոնք ընկել են տարբեր ֆազային կամ ստրուկտուրային բաղադրիչների վրա: Կավալերի-Ակերի դրույթի համաձայն միահալվածքի տվյալ ֆազի (ստրուկտուրային բաղադրիչի) վրա ընկած կետերը համեմատական են շլիֆի տեսագաշտի գրաված ֆազային բաղադրիչին և նրա ծավալին:



Նկ. 51. Չուգունի և երկաթի միկրոստրուկտուրայի վրա պատկերված է՝

ա) օկուլյար-միկրոմետրի ցանցը ($n_{\text{գր}}=15$, $n_{\text{շո}}=10$), սլաքներով ցույց են տրված բարձրամուր չուգունի գրաֆիտային արտադատվածքները, որոնք շոշափում և լրիվ գրավում են հանգուցային կետը.

բ) օկուլյար-միկրոմետրի սանդղակը.

գ) և դ) պատահական հատող գծեր:

Օրինակ, նկ. 51, ա-ում ցանցը տեղադրված է բարձրամուր չուգունի միկրոստրուկտուրայի վրա: Անհրաժեշտ է հաշվել ցանցի հանգուցային կետերը (խաչմերուկները), որոնք գտնվում են գրաֆիտային արտադատվածքների (սև մասնիկների) վրա ($n_{\text{գր}}$) և դրանց գումարել «շոշափող կետերի» ($n_{\text{շո}}$) կեսի գումարը, որոնք պատկանում են միաժամանակ և մյուս ստրուկտուրային բաղադրիչին:

$$n = n_{\text{գր}} + 0,5 \cdot n_{\text{շո}}:$$

Մնացած կետերը ($n_{\text{շո}} - n$) պատկանում են մյուս բաղադրիչին, սովյալ դեպքում չուգունի մետաղական հիմքին ($n_{\text{շո}} - n$ ցանցի ընդհանուր կետերի թիվն է): Այդ կետերը պետք հաշվել 3—4 տարբեր տեսագաշտերում և արտադատվածքների ընդհանուր գումարը պետք է լինի մոտ 200: Վերջում տարբեր տեսագաշտերում հաշված թվերը գումարում են և որոշում տվյալ ֆազային բաղադրիչի վրա ընկած կետերի միջին թվաքանականը ($n_{\text{մի}}$):

Չուգունի գրաֆիտային արտադատվածքների գրաված ծավալի բաժինը կլինի՝

$$V_{\text{գր}} = \frac{n_{\text{մի}}}{n_{\text{շո}}} \cdot 100\%,$$

իսկ գրաֆիտային մասի կշռային քանակը կլինի՝

$$P_{\text{գր}} = \frac{V_{\text{գր}} \cdot 2,3}{V_{\text{գր}} \cdot 2,3 + V_{\text{մե}} \cdot 7,8} \cdot 100\%, \text{ որտեղ}$$

2,3-ը չուգունի գրաֆիտի մոտավոր տեսակարար կշիռն է (գ/սմ^3),

7,8-ը՝ չուգունի մետաղական հիմքի տեսակարար կշիռը (գ/սմ^3),

$V_{\text{մե}}$ -ը՝ մետաղական հիմքի ծավալի բաժնի ստիպար:

Ռոզիվալի գծային մեթոդով նույն խնդիրը լուծվում է հետևյալ կերպ: Օբյեկտը դիտվում է օկուլյար-միկրոմետրով: Դրա սանդղակը ծառայում է որպես գիծ, որը հասում է միկրոստրուկտուրայի տարբեր ֆազային (ստրուկտուրային) բաղադրիչները: Տվյալ ֆազային բաղադրիչի վրա ընկած սանդղակի բաժանումների թիվը համեմատական է շլիֆի տեսագաշտում այդ ֆազի գրաված մակերեսին կամ այդ ֆազի ծավալի բաժնին:

Օրինակ՝ նկ. 51, բ-ում բերված միկրոստրուկտուրայում օկուլյար-միկրոմետրի սանդղակի որոշ բաժանումներ ընկած են գրաֆիտային արտադատվածքների վրա: Հաշվելով դրանք մի քանի տեսագաշտերում (կամ նույն տեսագաշտի տարբեր ուղղություներում), որոշվում է դրանց միջին թվաքանականը ($\Sigma n_{\text{մի}}$), որը բաժանում են սանդղակի

երկարություն (L-ի՝ բոլոր բաժանումների թվի) վրա և ստանում չուգում
նում գրաֆիտի ծավալի բաժինը (V_{gr})՝

$$V_{gr} = \frac{\sum a_{gr}}{l} \cdot 1000/0,$$

Իմանալով գրաֆիտի և մետաղական հիմքի ծավալային հարաբե-
րությունը, կարելի է որոշել դրանց կշռային հարաբերությունը այնպես,
ինչպես այդ որոշվեց նախորդ օրինակում:

**5. ՄԻԿՐՈՇԼԻՖՈՒՄ ԵՐԵՎԱՅՈՂ ՍՏՐՈԿՏՈՒՐԱՅԻՆ
ԲԱՂԱԳՐԻՉՆԵՐԻ ՍԱՀՄԱՆՆԵՐԻ ԵՐԿԱՐՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՆՄՈՒՇԻ
ԾԱՎԱԼՈՒՄ ԱՅՏԻ ԲԱՂԱԳՐԻՉՆԵՐԻ ՍԱՀՄԱՆՆԵՐԻ
ՄԱԿԵՐԵՍԻ ՈՐՈՇՄԱՆ ՄԵԹՈԴԸ**

Մետաղական միահալվածքների մասնիկների բաժանման մակե-
րեսը մեկ հետաքրքրում է այն պատճառով, որ ստրուկտուրային փո-
խարկման ընթացքում փոխադրումը տեղի է ունենում այդ մակերես-
ներում: Դա հետաքրքիր է նաև մետաղների պլաստիկ դեֆորմացիայի
պրոցեսի և, հետևապես, դրանց ստրուկտուրայի պրոբլեմները լուծելու և
այլ հարցեր պարզաբանելու տեսակետից:

Հարթության վրա միկրոմասնիկների սահմանների երկարությունը,
ինչպես նաև նմուշի մեկ միավոր ծավալում մասնիկների սահմանների
մակերեսը որոշում են Սալտիկովի առաջարկած պատասխանաձև հատո-
վերի մեթոդով, որի էությունը հետևյալն է:

Մեծացման որոշակի պայմաններում հարթ միկրոստրուկտուրայի
վրայով ցանկացած ուղղությամբ տարվում է 1 մմ երկարությամբ գծի
(կարելի է օգտագործել օկուլյար-միկրոմետրի սանդղակը կամ շրջանագծի):
Այդ գծի տարբեր ուղղություններում կամ շլիֆի տարբեր տեղամասե-
րում հաշվվում է դրա և հատիկների սահմանների փոխհատումների
թիվը (m): Այդ հաշվումը բազմիցս կրկնելուց հետո որոշվում է հա-
տիկների կամ մասնիկների սահմանի և այդ գծի փոխհատումների միջին
թվաբանականը (m), որը և տվյալ ստրուկտուրայի բնութագիրն է:

Օրինակ, եկ, 51, գ-ում ցույց են տրված պոլիեդրիկ ստրուկտուրա
ունեցող միահալվածքի միկրոստրուկտուրայի վրայով տարված հատող-
ներ, ադ. 13-ում բերված են տարբեր ուղղությամբ հատող այդ գծի և
հատիկների սահմանների փոխհատման թվերը:

Հատող գծի և հատիկների սահմանների փոխհատումների միջին
թվաբանականը կլինի՝

$$m = 1701:146 = 11,6 \text{ մմ}^{-1},$$

Փոխհատումնե- րի թիվը m_i	Դեպքերի թիվը Z_i	Դրանց արտա- դրյալը $m_i \cdot Z_i$
8	4	32
9	10	90
10	24	240
11	32	352
12	34	408
13	22	286
14	12	168
15	4	60
16	3	48
17	1	17
Ընդամենը՝	146	1701

Իսկ հատիկների սահմանների երկարությունը միկրոշլիֆի 1 մմ²-ի
մակերեսում՝

$$\Sigma P = \frac{\pi \cdot m}{2} \text{ մմ/մմ}^2, \text{ որտեղ}$$

P-ն մեկ հատիկի պարագծի միջին երկարությունն է:
Մեր օրինակի համար՝

$$\Sigma P = 18,2 \text{ մմ/մմ}^2,$$

Այդ եղանակով կարելի է որոշել ցանկացած երկֆազ ստրուկտու-
րա ունեցող բաղադրիչների սահմանների երկարությունը կամ բաղա-
դրիչների երկարությունը, որոնց հաստությունը երկարության հետ հա-
մեմատում չնչին է (օրինակ՝ չուգունի գրաֆիտի շերտերի, ձգված ոչ
մետաղական խառնուրդների, պեռլիտում ցեմենտիտի շերտերի երկարու-
թյունները և այլն):

Երբ որոշված է m-ը՝ պատահական հատողների 1 մմ երկարու-
թյան վրա ընկած սահմանների փոխհատումների թիվը, հեշտությամբ
որոշվում է մասնիկների սահմանների տեսակարար մակերեսը (ΣS).

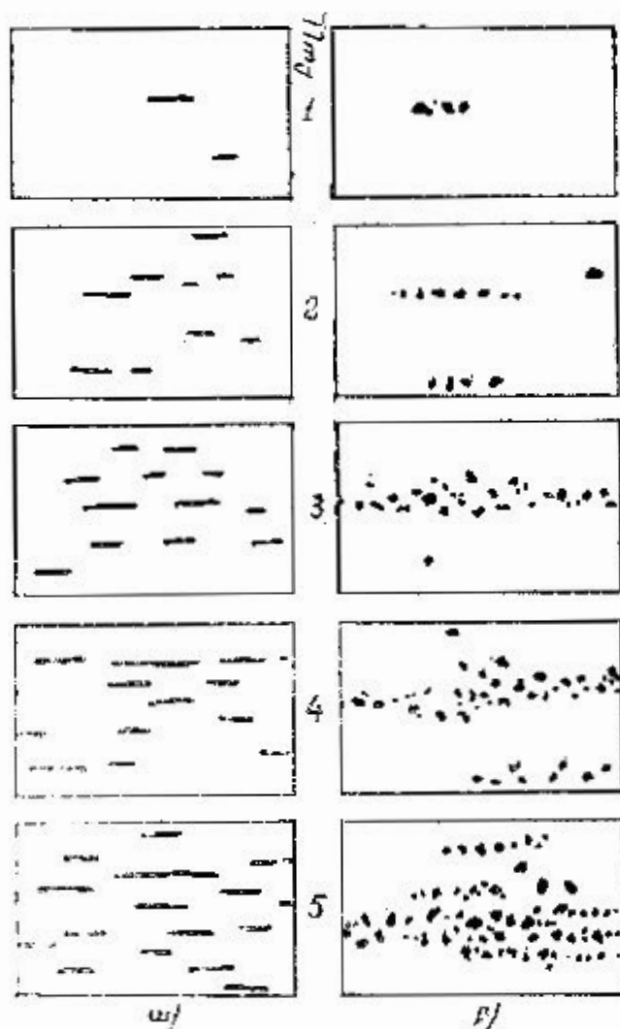
$$\Sigma S = 2m \text{ մմ}^2/\text{մմ}^2,$$

որն անալիտիկորեն ապացուցված է Ս. Ա. Սալտիկովի կողմից:

Հատիկավոր ստրուկտուրան ավելի հեշտ, ճշգրիտ և նպատակա-
հարմար է գնահատել տեսակարար մակերեսով, քան քալիբրով (համար-
ներով): Ըստ ГОСТ-ի ընդունված միաֆազ ստրուկտուրայի № 1-÷ № 8
հատիկների տեսակարար մակերեսը ըստ Սալտիկովի փոփոխվում է սկսած
մոտավորապես 10 ÷ 120 մմ²/մմ²: Իսկ, օրինակ, մանր շերտավոր պեռ-

իստի (տրոստիստի) ֆերիտի ու ցիմենտիտի շերտերի յանապարհար մակերևոր հասնում է մինչև 25000 մմ² մմ²:

Միկրոստրուկտուրային տրամաները՝ ոչ մետաղային խտնուկների (սուլֆիդների, սիլիկատների, օքսիդների և այլն) առկայությունը մետաղում, միկրոնաջերր, միկրոֆլուկները, խոշորահատիկայինը, ամ-



Նկ. 52. Ոչ մետաղային խտնուկների ստիզդակ (100X):

խամնազրկումը, միկրոստրուկտուրային տողանախյանը, վիզմանշտե-տային ստրուկտուրան և այլն:

Միկրոստրուկտուրային նախնափատանգավոր արատներից մեկը ոչ

մետաղային խտնուկների առկայությունն է, որոնք խախտում են մետաղի համախմբվածությունը: Եթե պլաստիկ են, ձգվում են դանման կամ կլոման տեղում լցվում և ծառայում որպես բավականին վտանգավոր լարման համակենտրոնիչներ: Եթե դրանք կարծր են, ապա մոշում են մշակող գործիքը և իրենցում մետաղի սմբոխվածությունը:

Մետաղների այս կամ այն ոչ մետաղական խտնուկները դնանա-տում են քսուլերով՝ հալած դրանց քոմակին մանրադիտակի էրեմցող աեադաշտում, երկարությունը, ինչպես հոտ հոսությունը և զանդվա-ծախնությունը:

Նկ. 53 և Նկ. 53-ում բերված են պողպատների ոչ մետաղական խտնուկների սանդղակը և նրանց մի քանի միկրոստրուկտուրային արատները:



Նկ. 53. Պողպատի մի քանի միկրոստրուկտուրային արատները (100X մեծացված):

ա) խոշորանուկայություն, բ) վիզմանշտեային ստրուկտուրա, գ) սա-ղանդային (սեքտորային):

Մետաղների մեջ ոչ մետաղական խտնուկների այս կամ այն բալլը թուլատրվում է՝ հաշվի առնելով նրանցից պատրաստված զե-տային զործադրության կարևորությունը, աշխատանքի պայմանները:

Ոչ մետաղական խտնուկների և այլ արատների զնահոտման համար, քննարկվող միկրոստրուկտուրան համեմատում են համադա-տաբան սանդղակի հետ. նմանեցնում դրանցից որեւէ մեկին և նշում նրա բալլը:

- ԾԱՆՈԹՈՒԹՅՈՒՆ ԵՐԿԱԹ-ԱԾԽԱԾՆԱՅԻՆ
ՄԻԱՀԱՆԿԱԾՔՆԵՐԻ ՍՏՐՈՒԿԱՏՈՒՐԱՅԻՆ
ԲԱՂԱԴՐԻՋՆԵՐԻ ՀԵՏ: ԱՅԴ ՍԻՍՏԵՄԻ ՎԻՃԱԿԻ
ԴԻԱԳՐԱՄԻ ՀԱՄԱՌՈՏ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆԸ

Սասնեցման որոշակի (փոքր) արագության չտրուքունչուր պահին միահալվածքը կգտնվի համառարակչաթվյան վիճակում, նրա մեջ տեղի ունեցող ֆազային և ստրուկտուրային փոխարկումները լիովին կկատարվեն միճակի պիսպրամում նշված կրիտիկական կետերի դիրքի համաձայն: Միահալվածքը համառարակչաթվյանը մոտիկ վիճակում է պտնվում թրծածթողման օպերացիայի ընթացքում և երանից հետո: (Թրծածթողումը ջերմամշակման օպերացիա է, երբ միահալվածքը տաքացնում են կրիտիկական ջերմաստիճանից սովելի բարձր, միաստամանակ պահում և տալս դանդաղ, վաստրանի հետ միասին, սառեցնում):

The diagram is a phase diagram for the Fe-Fe₃C system. The y-axis represents temperature in °C, ranging from 0 to 1600. The x-axis represents composition in % Fe₃C, ranging from 0 to 100. Key features include:

- Temperature Markers:** 1539°C (melting point of Fe), 1130°C (peritectic temperature), 723°C (eutectic temperature), and 210°C (lower peritectic temperature).
- Phase Regions:** L (Liquid), A (Austenite), F (Ferrite), P (Pearlite), and various intermetallic compounds like Fe₃C and FeC.
- Key Points:** A (1539°C, 0% Fe₃C), B (1539°C, 0.02% Fe₃C), C (1130°C, 4.3% Fe₃C), D (1600°C, 100% Fe₃C), E (1130°C, 2.11% Fe₃C), F (1130°C, 100% Fe₃C), G (910°C, 0% Fe₃C), H (723°C, 0.02% Fe₃C), I (723°C, 0.8% Fe₃C), J (723°C, 100% Fe₃C), K (723°C, 100% Fe₃C), L (210°C, 0% Fe₃C), M (210°C, 0.02% Fe₃C), N (210°C, 0.8% Fe₃C), O (210°C, 100% Fe₃C).
- Reaction Lines:**
 - $\delta + L \rightarrow \gamma$ at 1539°C
 - $L + \gamma \rightarrow \delta$ at 1539°C
 - $L + \gamma \rightarrow \delta + \gamma$ at 1130°C
 - $L + \gamma \rightarrow \delta + \gamma + \text{Fe}_3\text{C}$ at 1130°C
 - $L + \gamma \rightarrow \delta + \gamma + \text{Fe}_3\text{C}$ at 723°C
 - $L + \gamma \rightarrow \delta + \gamma + \text{Fe}_3\text{C}$ at 210°C

Երկաթ-դրաֆիտ սիստեմը (սառը ռիսիստեմ), որն առաջվում է սառնեցման է՛լ առկելի դոքս արագոթիան դեպքում: Դիագրամի լուրա-

քանցուր տեղամասի համապատասխան ստորակառուցին և ֆազային բաղադրիչները նշված են մետաստաբիլ վիճակի համաձայն (ստաբիլ սիստեմում ցեմենտիտի փոխարեն անհրաժեշտ է նշել գրաֆիտ):

Վիճակի դիագրամում նշված են $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$ միահալվածքների բոլոր հիմնական ֆազային և ստորակառուցին բաղադրիչները: Դրանք են՝ ֆերիտ (Φ), ցեմենտիտ (L), առստենիտ (A), պեռլիտ (П), լեդերուրիտ (Л), գրաֆիտ (Гр , ստաբիլ սիստեմում), դելտա պինդ լուծույթ (δ) և հեղուկ լուծույթ (L): Վերջին երկու բաղադրիչները մեխանիկների համար այնքան էական չեն, իսկ մնացածների մասին անհրաժեշտ է ունենալ որքան կարելի է լայն հասկացողություն:

Ֆերիտը ածխածնի (և այլ տարրերի) պինդ լուծույթն է α երկաթում: α երկաթը 0°C -ում իր մեջ լուծում է ամենաշատը $0,006\%$ C , իսկ 723°C -ում՝ $0,02\%$ C , հեռակայես, կարելի է ասել, որ ֆերիտը համարյա մաքուր երկաթ է: Հաճախ այն անվանվում է α պինդ լուծույթ:

Ֆերիտի միկրոստրուկտուրան միանման հատիկների (թերաբյուրեղների) ձև ունի (նկ. 55—1):

Ֆերիտը մագնիսական է (մինչև 768°C): Նա սովորական մթնոլորտային պայմաններում չի օքսիդանում:

Ֆերիտն ունի համեմատաբար բարձր պլաստիկություն և ցածր ամրություն: Կարծրությունը՝ $\text{HB} \approx 80$ կգ/սմ², ամրություն սահմանը՝ $\sigma_b \approx 25$ կգ/սմ², հոսանքության սահմանը՝ $\sigma_s \approx 12$ կգ/սմ², հարարերական երկարացումը՝ $\delta \approx 45\%$, հորվածային ճլրվածքը՝ $a_k \approx 20-25$ կգ/սմ². Ֆերիտը լավ կռվում է սառը վիճակում: Վիճակի դիագրամում ֆերիտը (միայն) դրսևում է GPQOG տեղամասը:

Ցեմենտիտը երկաթի և ածխածնի քիմիական միացությունն է՝ երկաթի կարբիդ (Fe_3C): Դրա բաղադրությունն ըստ կշռի $6,67\%$ C է և $93,33\%$ Fe :

Բյուրեղային վանդալին ունի օկտաէդրի (ռեթանիտի) ձև:

Ցեմենտիտը, ինչպես սառնասրակ քիմիական միացությունները, շատ կարծր, բեկուն նյութ է: Նրա կարծրությունն ըստ Բրինելի՝ $\text{HB} \approx 800$ միավորով: Իր բեկունություն պատճառով որպես կոնստրուկցիոն նյութ չի կիրառվում: Սակայն նրա աղդեցությունը շատ մեծ է պողպատի և չուգունի մեխանիկական հատկությունների վրա: Որքան շատ է նրա պարունակությունը երկաթ-ածխածնային միահալվածքներում, այնքան բարձր է այդ միահալվածքների կարծրությունը, այնքան ցածր է նրանց պլաստիկությունը:

Ֆերիտը և ցեմենտիտը պողպատի և սպիտակ չուգունի հիմնական ֆազային բաղադրիչներն են: Ցեմենտիտի քանակը մեծ է հետէվտեկտոիդային պողպատներում և է՛լ ավելի մեծ՝ սպիտակ չուգուններում:

Առստենիտը ածխածնի (և այլ տարրերի) պինդ լուծույթ է γ եր-

կաթում: γ երկաթը իր մեջ լուծում է ամենաշատը 2% C (1130°C -ում): Առստենիտ ածխածնի լուծելիությունը γ երկաթում պակասում է և 723°C -ում հասնում է $0,8\%$ C -ի: Այն հաճախ անվանվում է γ պինդ լուծույթ: Ածխածինն առստենիտում դանդաղ է γ երկաթի նիստակենտ-բնացած խորանարդի կենտրոնում:

Այս ստորակառուցին բաղադրիչը առստենիտ է անվանվել ի պատիվ անգլիացի գիտնական Ռեբերտս Առստենի, որը 1906 թվականին առաջինը հրատարակեց երկաթ-ածխածին սիստեմի վիճակի դիագրամը:

Մտքոր երկաթ-ածխածնային միահալվածքների հալոստատիզացիայի վիճակում առստենիտն իր դոլությունը պահպանում է սառեցման մինչև 723°C , այդ ջերմաստիճանում նա փոխարկվում է այլ ստորակառուցին բաղադրիչի՝ պեռլիտի: Սենյակային ջերմաստիճանում առստենիտը շատ ածխածին պարունակող պողպատներում մասամբ պահպանվում է արագ սառեցման դեպքում, որը կոչվում է մնացորդային առստենիտ: Որոշ բարձր լեգիրված պողպատները անջակային ջերմաստիճանում ունենում են առստենիտային ստորակառուց:

Առստենիտի միկրոստրուկտուրան (նկ. 55—4) ունի չորահատուկ երկյակներով թերաբյուրեղների տեսք:

Պողպատն առստենիտի վիճակում ունի նվազագույն տեսակարար ծավալ, որովհետև γ երկաթի էվանդակում խոնները խիտ են դասավորված:

Առստենիտը չի մագնիսանում: Նա պլաստիկ է և ճիլ: Կարծրությունը տատանվում է $\text{HB} \approx 170-220$ միավորի սահմաններում: Առստենիտը գրավում է վիճակի դիագրամի GSEJNG տեղամասը:

Պեռլիտը ֆերիտի և ցեմենտիտի մեխանիկական խառնուրդ է՝ երկաթ-ածխածնային միահալվածքների էվտեկտոիդ: Այն գոյանում է այս միահալվածքների դանդաղ սառեցման ընթացքում անդի ունեցող երկրորդային բյուրեղացման «ժամանակ» 723°C առափնանում, երբ առստենիտում էվտեկտոիդից ավելացած ֆերիտի կամ ցեմենտիտի արտադատման հետևանքով ածխածնի պարունակությունը հասնում է $0,8\%$ C -ի: Արագ սառեցման կամ միահալվածքում լեգիրող տարրերի առկայությունը դեպքում էվտեկտոիդային փոխարկումը կարող է տեղի ունենալ ավելի ցածր ջերմաստիճանում, ավելի քիչ ածխածին պարունակելու դեպքում:

Այս միահալվածքից պատրաստված միկրոշլիֆի մակերեսը հիշեցնում է սադաֆ (pearl), այդ պատճառով անգլիացի գիտնական Մորբին այն անվանեց պեռլիտ:

Պեռլիտը կարելի է պատկերացնել որպես ֆերիտ, որի մեջ հավասար հեռավորությունների վրա գտնվում են մանր ցեմենտիտի շերտիկներ կամ կլորացված մասնիկներ: Առաջին դեպքում այն անվանվում է

շերտավոր պեղիտ (նկ. 55—5), իսկ երկրորդ դեպքում՝ հատիկավոր պեղիտ (նկ. 55—6):

Պեղիտի մեխանիկական հատկությունների ցուցանիշների մեծությունը կախված է նրա մեջ գտնվող ցեմենտիտի մասնիկների չափերից և ձևից: Ուրքան դրանք մանր (դիսպերս) են, այնքան պեղիտի ամրությունը բարձր է: Օրինակ՝

մանրաշերտ պեղիտի $\sigma_b \approx 130$ կգ/մմ², $\delta \approx 10\%$,

սովորական շերտավոր պեղիտի $\sigma_b \approx 80$ կգ/մմ², $\delta \approx 15\%$,

խոշոր շերտավոր պեղիտի $\sigma_b \approx 55$ կգ/մմ², $\delta \approx 5\%$,

սովորական հատիկավոր պեղիտի $\sigma_b \approx 60$ կգ/մմ², $\delta \approx 20\%$:

Պեղիտի կարծրությունը նախպես կախված է նրա մեջ գտնվող ցեմենտիտի մասնիկների չափերի մեծությունից և առատությունից է HB=160-ից մինչև մոտ 260 միավորի սահմաններում:

Լեդերուրիաը առատեհիտի և ցեմենտիտի մեխանիկական խառնուրդն է 1130°-ից մինչև 723°С-ի ինտերվալում, իսկ 723°-ից ցածր ջերմաստիճաններում՝ պեղիտի և ցեմենտիտի խառնուրդը:

Լեդերուրիաը Fe—Fe₃C սիստեմի էվտեկտիկական միահալվածքի միկրոստրուկտուրայի առաջին է, այսպես է անվանվում ի պատիվ գերմանական մետալուրգ Լեդերուրի:

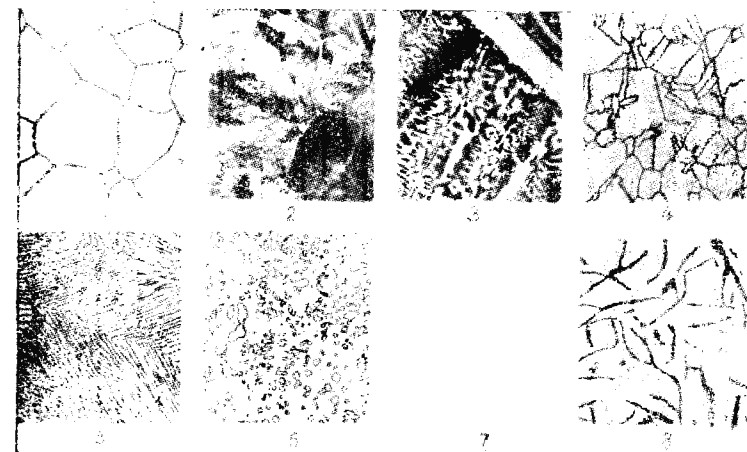
Լեդերուրիաը գոյանում է 1130°С-ում 20%-ից ավելի ածխածին պարունակող միահալվածքներում, երբ հեղուկ լուծույթում էվտեկտիկայից ավելացված առատեհիտի կամ ցեմենտիտի արտազատման հետևանքով ածխածնի պարունակությունը հավասարվում է 4,3%-ի:

Լեդերուրիաը կարելի է պատկերացնել որպես ցեմենտիտ, որի մեջ գտնվում են հավասարաչափ բաշխված առատեհիտի (մինչև 723°С) կամ պեղիտի (723°С-ից ցածր) կլորացված մասնիկներ (նկ. 55—7): Այդ պատճառով լեդերուրիաը, ինչպես ցեմենտիտը, շատ կարծր ու բեկուն ստրուկտուրային բաղադրիչ է (HB≥700-ից): Միայն լեդերուրիալին ստրուկտուրա ունեցող միահալվածքը, իր բեկունությունից պատճառով, չի կիրառվում որպես կոնստրուկցիոն նյութ: Դա սպիտակ չուգունների հիմնական ստրուկտուրային բաղադրիչներին մեկն է:

Գրաֆիտը ածխածնի ալոտրոպիկ ձևափոխություններից է, որի բյուրեղային վանդալն ունի վեցանկյուն դուգանեոնիտի ձև: Գրաֆիտի ամրությունն ու ճկվածն այնքան փոքր են, որ դրանք կարելի է անտեսել: Սակայն զա գործ չուգունների հիմնական ստրուկտուրային բաղադրիչն է, որի աղբյուրները նրանց մեխանիկական հատկությունների վրա շատ մեծ է՝ կախված է գրաֆիտային արտազատվածքների ձևից, մեծությունից, քանակից և բաշխվածությունից: Գործ չուգունի գրաֆիտային արտազատվածքները նման են չորացված և ծոված մանր տերևներին, ձյան փաթիլներին կամ գնդիկներին:

Գրաֆիտը կարող է գտնվել լսացի գործ չուգուններից (նկ. 55—8), նաև գրաֆիտացված պողպատների մեջ:

Միահալվածքների ֆազային և ստրուկտուրային բաղադրիչների վերաբերյալ վերևում նշված բոլոր տարրական տեղեկությունները անհրաժեշտ է լրացնել յուրացնել և միշտ հիշել, որպեսզի կարողանալ գաղափար կազմել ինչպես ածխածնային պողպատների և չուգունների ստրուկտուրայի, այնպես էլ նրանց հատկությունների փոփոխությունն մասին այն դեպքում, երբ փոփոխվում է նրանց ածխածնի պարունակությունը և ջերմաստիճանը: Ընդ որում դրանց բաղադրության և ջերմաստիճանի փոփոխության հետ կապված ստրուկտուրային փոփոխումներին հաջողվում է հետևել այս սիստեմի միահալվածքների վիճակի դիագրամը յուրացնելուց հետո:



Նկ. 55. Հավասարակշռության վիճակում գտնվող պողպատի և չուգունի հիմնական միկրոստրուկտուրային բաղադրիչների պատկերները:

1 — ֆերիտ (120× մեծացնելիս), 2 — ցեմենտիտ՝ քաղաքի, ձևով, պեղիտի հատիկի շուրջը (200×), 3 — ցեմենտիտը սպիտակ չուգունի մեջ (սպիտակ տեղամասերը), 4 — առատեհիտ (500×), 5 — շերտավոր պեղիտ (500×), 6 — հատիկավոր պեղիտ (650×), 7 — լեդերուրիտ (500×), 8 — գրաֆիտը գործ չուգունի մեջ (120×):

3. Fe—Fe₃C ՍԻՍՏԵՄԻ ՎԻՃԱԿԻ ԳԻԱԳՐԱՄԻ ՀԱՄԱՌՈՏ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ինչպես արդեն նշվեց (աղյու. IV), վիճակի կամ հավասարակշռության դիագրամը ուղյալ սիստեմի, գրաֆիտային արտահանված, միահալվածքների բաղադրության (կոնցենտրացիայի) և ջերմաստիճանի

փոխադարձ կապակցությունն է: Դա թույլ է տալիս ակնառու կերպով նկատել և նկարագրել բոլոր ֆազային և ստրուկտուրային փոխարկումները սովյալ սիստեմի միահալվածքներում՝ դրանց բաղադրության և ջերմաստիճանի փոփոխմանը զուգընթաց: Նույն աշխատանքում նշվել է նաև, որ վիճակի դիագրամի գծերը միահալվածքների կրիտիկական ջերմաստիճանների երկրաչափական տեղերն են, որոնք դիագրամը բաժանում են տարբեր տեղամասերի՝ նույն ֆազային և ստրուկտուրային բաղադրությամբ: Հետևապես, սովյալ սիստեմի միահալվածքներում փոխարկումներին հետևելու համար անհրաժեշտ է հիշել այդ տեղամասերին համապատասխան ստրուկտուրային տարրերը: Դրանք գրանցված են նկ. 56-ում բերված պարզ դիագրամում:

Երկաթ-ածխածնային միահալվածքներում տեղի ունեցող փոխարկման պրոցեսների բազմաքանակությունը, հետևապես և նրանց վիճակի դիագրամի բարդությունը, բացատրվում է երկաթի պոլիմորֆիզմով և այս սիստեմի պինդ լուծույթների (աուստենիտի և ֆերիտի) սառնցման կամ տաքացման ընթացքում տեղի ունեցող բաղադրության փոփոխությունը:

Դիագրամը բարդացնում է նաև այն հանգամանքը, որ միահալվածքներում երկաթի ալոտրոպիկ փոխարկման ջերմաստիճանների դիրքերը խախտվում են և տարբեր միահալվածքների համար դրանք կատարվում են տարբեր ջերմաստիճանների ինտերվալում:

Ձևաված այդ դիագրամն առաջին հալացքից թվում է, թե շատ բարդ է, այնուամենայնիվ, տարրական վիճակի դիագրամները լիովին լուրացնելուց հետո այստեղ բարդություններ քիչ են մնում հաղթահարելու համար: Այդ դիագրամի ուշադիր ուսումնասիրությունը թույլ է տալիս խիստ գիտականորեն սիստեմավորելու պողպատի և չուգունի մեջ տեղի ունեցող ստրուկտուրային փոխարկումները, հետևապես և դրանց հատկությունների մասին գիտելիքները:

Վիճակի դիագրամի միջոցով (նկ. 56) երկաթ-ածխածնային միահալվածքները ըստ ստրուկտուրայի կարելի է բաժանել խմբերի.

1) Միջինվտեկտոիդային պողպատներ՝ $0 \div 0,8\%$ C պարունակող միահալվածքներ, որոնց ստրուկտուրան ֆերիտ և պեռլիտ է: Որքան ածխածնի պարունակությունը մոտ է 0% -ին, այնքան շատ է ֆերիտը, որքան մոտ է $0,8\%$ -ին, այնքան շատ է պեռլիտը:

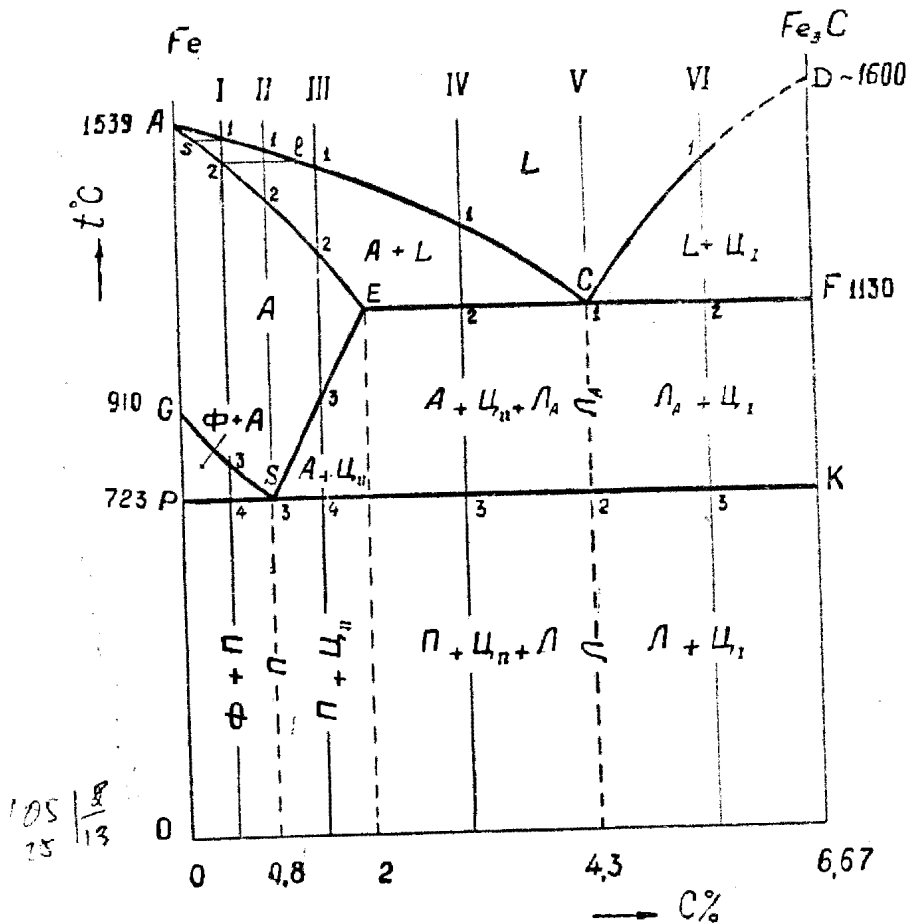
2) էվտեկտոիդային պողպատ՝ $0,8\%$ C պարունակելու դեպքում, որի ստրուկտուրան ամբողջովին պեռլիտ է:

3) Հետէվտեկտոիդային պողպատներ՝ $0,8 \div 2\%$ C պարունակող

միահալվածքներ, որոնց ստրուկտուրան բաղկացած է պեռլիտից և երկրորդային (աուստենիտից արտադատված) ցեմենտից:

4) Միջնէվտեկտիկական չուգուններ՝ $2 \div 4,3\%$ C պարունակող միահալվածքներ, որոնց ստրուկտուրան բաղկացած է պեռլիտից, երկրորդային ցեմենտից և լեգերուրից:

5) էվտեկտիկական չուգուն՝ $4,3\%$ C պարունակության դեպքում, որի ստրուկտուրան միայն լեգերուրիա է:



Նկ. 56. Fe—Fe₃C սիստեմի միահալվածքների պարզ վիճակի դիագրամ:

6) Հետէվտեկտիկական չուգուններ՝ $4,3 \div 6,67\%$ C պարունակող միահալվածքներ: Սրանց ստրուկտուրան լեգերուրիա և առաջնային (հեղուկ լուծույթից արտադատված) ցեմենտիտ է:

Նշված վեց խումբ միահալվածքների բլուրեղացման ընթացքները

տարբերվում են միմյանցից, տակալն նույն խմբի միահալվածքներում, դանդաղ սառեցման կամ տաքացման ընթացքում, տեղի են ունենում նույնպիսի ֆազային և ստրուկտուրային փոխարկման պրոցեսներ (քաղցատվամբ առաջին խմբի միահալվածքների, որոնց համար դիագրամի վերելի և ներքևի ծախս մասերում տեղի ունեցող փոխարկման պրոցեսներն անտեսված են):

Հետևենք սառնածին միահալվածքների սառեցման ընթացքում տեղի ունեցող փոխարկումներին:

I միահալվածքը (նկ. 56) ունի չորս կրիտիկական կետ: Երբ նրա տաքացման ջերմաստիճանը 1 կրիտիկական կետից բարձր է, նա գտնվում է հեղուկ լուծույթի վիճակում: Դանդաղ սառեցման ընթացքում, երբ ջերմաստիճանը հասնում է 1 կետին՝ համապատասխան ջերմաստիճանին, սկսվում է ալդ միահալվածքի բյուրեղացումը: Բյուրեղանում է γ պինդ լուծույթը (առաստենիտ): Ընդ որում բյուրեղի սալմի (կենտրոնական մասի) կոնցենտրացիան կհամապատասխանի S կետի բաղադրությունը (ավելի հարուստ է երկաթով, քան քննարկվող միահալվածքը): Հետագա դանդաղ սառեցման ընթացքում առաստենիտի բյուրեղացումը կշարունակվի մինչև 2 կետին՝ համապատասխան ջերմաստիճանը, որտեղ հեղուկ լուծույթը կապավի և կավարտվի նրա բյուրեղացումը: Վերջին կաթիլ հեղուկի (բյուրեղի պերիֆերիալ մասի) կոնցենտրացիան կհամապատասխանի 1 կետի բաղադրությունը (կլինի ավելի հարուստ ածխածնով): Հետևաբար, միահալվածքի հեղուկ մասի կոնցենտրացիան բյուրեղացման ընթացքում կրիտիկական լիմիտների 11 հատվածքով, իսկ պինդ մասինը՝ սոլիդուսի S2 հատվածքով:

Այսպիսով, բյուրեղացման պրոցեսն ընթանում է լիկվացիոն երևույթով, և, որպես հետևանք, միահալվածքում երևան է գալիս դենդրիտային լիկվացիա: Եթե միահալվածքի սառեցման արագությունը բավականաչափ փոքր է, դիֆուզիայի շնորհիվ բյուրեղի բաղադրությունն ուղղվում է, վերանում է տարրերի անհավասարաչափ բաշխումը բյուրեղի հատվածքում, և միահալվածքը 2 կետից ցածր ջերմաստիճանում իրենից ներկայացնում է համասեռ առաստենիտի թերաբյուրեղներ:

Սառեցնելիս ալդ վիճակը պահպանվում է մինչև 3 կետին՝ համապատասխանող ջերմաստիճանը: Ալդ ջերմաստիճանում, երկաթի ալոտրոպիկ փոխարկման պատճառով (որը միահալվածքում ընթանում է ջերմաստիճանների ինտերվալում), γ վանդակը սկսում է վերակառուցվել α վանդակի: Վերջինս ի վիճակի է իր մեջ լուծել բավարար քանակությամբ ածխածին, և անջատված ածխածինը լուծվում է մնացած γ պինդ լուծույթում (առաստենիտում), այլ խոքով, ասում են, որ սառեցման ընթացքում 3 կետից ներքև առաստենիտից անջատվում է էվտեկտիդից ավելացած ֆերիտը: Ալդ պրոցեսը շարունակվում է մինչև

723°C: Այս ջերմաստիճանում (4 կետում) մնացած առաստենիտի բաղադրությունը հավասարվում է 0,8% C-ի (S կետ) և նա լինելով, էվտեկտիդային փոխարկման՝ ղոշանում է պեղիտ: Այլ կերպ ասած, այս ջերմաստիճանում 0,8% C պարունակող առաստենիտը վերաբյուրեղանում է՝ γ վանդակը վերակառուցվում է α վանդակի, և առաջանում է պեղիտի ֆերիտային մասը՝ ածխածնի չնչին պարունակությամբ, իսկ անջատված ածխածինը, միանալով երկաթի առամներին, տալիս է ցեմենտիտ: Ալդ պրոցեսի ընթացքում անջատված ջերմությունը միահալվածքի ջերմաստիճանը պահպանում է նույն մակարդակին մինչև պրոցեսի վերջը:

Միահալվածքի հետագա սառեցման ընթացքում ալլիս ստրուկտուրային փոխարկումներ տեղի չեն ունենում, և, մինչև սենյակային ջերմաստիճան, նրա միկրոստրուկտուրան բաղկացած կլինի ֆերիտից և պեղիտից (խիստ ասած, ալդ ջերմաստիճանների ինտերվալում նրա ֆերիտային մասից կանջատվի չնչին քանակությամբ երրորդային ցեմենտիտ, որի առկայությունը դրա քիչ լինելու պատճառով անտեսում են):

II միահալվածքն ունի երեք կրիտիկական կետ: 1 և 2 կետերում բյուրեղացումը կընթանա ախպես, ինչպես նկարագրվեց I միահալվածքի համար: 3 կետում (723°C) ալդ միահալվածքի հետ տեղի կունենա էվտեկտիդային փոխարկում և, ինչպես նշվեց, երևան կգա պեղիտ, որը կպահպանվի մինչև սենյակային ջերմաստիճանը:

III խմբի միահալվածքները (0,8-2% C պարունակողները) ունեն չորս կրիտիկական կետ: Առաջին երկու կետերում ևս տեղի կունենա ալդ միահալվածքի ջերմաստիճանը հասնում է 3 կետին՝ համապատասխանող ջերմաստիճանին, առաստենիտից կսկսի արտագատվել երկրորդային ցեմենտիտ (շնորհիվ γ երկաթի մեջ ածխածնի լուծելիության փոփոխման): 3 կետից հետո արտագատմանը ղողգնեթաց մնացած առաստենիտում ածխածնի պարունակությունը կավասի և 3S գծով կձգտի դեպի 0,8% C-ը: Այստեղ (4 կետում) մնացած առաստենիտի հետ տեղի կունենա էվտեկտիդային փոխարկում: Հետևաբար, այս խմբի միահալվածքների միկրոստրուկտուրան բաղկացած կլինի պեղիտից և երկաթի միահալվածքների միկրոստրուկտուրան բաղկացած կլինի պեղիտից և երկրորդային ցեմենտիտից: Ալդ ցեմենտիտը տեղավորվում է պեղիտի հատիկների (ավելի ճիշտ՝ առաջվա առաստենիտի թերաբյուրեղների) սահմաններում (նկ. 55-2), որն զգալիորեն բարձրացնում է հետէվտեկտիդային պողպատների բեկունությունը: Այս թերությունը վերացնելու համար միահալվածքը ենթարկվում են հատուկ թրծաթոման, որը հնարավորություն է տալիս աղատվելու պեղիտի հատիկները շրջապահարավորություն է տալիս աղատվելու պեղիտի հատիկները շրջապահ

տող ցեմենտի թաղանթից, և պողպատը ձեռք է բերում համեմատաբար ավելի մեծ ճլուխներ:

IV խումբ միահալվածքները միջէվտեկտիկական չուգուններ են, որոնք տնեն երեք կրիտիկական կետ: Դանդաղ սառեցնելիս 1 կրիտիկական կետում սկսվում է առատենիտի բյուրեղացումը, որն ավելի աղքատ է ածխածնով, քան այդ խմբի միահալվածքները: Հետևաբար, առատենիտի բյուրեղացմանը զուգընթաց մնացած հեղուկ լուծույթը հարստանում է ածխածնով և 1C գծով ձգտում դեպի $4,3^{\circ}\text{C}$ -ը: Առատենիտի բյուրեղացումը կշարունակվի մինչև 2 կրիտիկական կետը: Այս կետում մնացած հեղուկ լուծույթը, $4,3^{\circ}\text{C}$ պարունակությամբ նույն հաստատուն՝ 1130° -ում կենթարկվի էվտեկտիկական փոխարկման:

Այսպիսով, լիկվիդուսի (2) կետից անմիջապես ներքև այս միահալվածքի ստրուկտուրան բաղկացած կլինի էվտեկտիկալից ավելացած առատենիտից և լեդեբուրիտից: Վերջինս առատենիտի և ցեմենտիտի էվտեկտիկական խառնուրդ է: Հետագայում, միահալվածքի դանդաղ սառեցման ընթացքում, էվտեկտիկալից ավելացած առատենիտը, ինչպես և լեդեբուրիտում միջուկավոր, որոնց բաղադրությունը 2 կետում 2°C էր, կսկսեն արտադատել երկրորդային ցեմենտիտ (որովհետև, ինչպես արդեն գիտենք, չերկաթի լուծելիությունը նվազում է ջերմաստիճանի անկման հետ միասին): Այսպիսով, ածխածնի պարունակությունն առատենիտում, 2 կետից մինչև 3 կետը սառեցման ընթացքում, դիագրամի ES գծով կհասնի $0,8^{\circ}\text{C}$ -ի: Վերջապես 3 կետում (723° -ում) մնացած առատենիտը կենթարկվի էվտեկտիկալից փոխարկման, այսինքն՝ կփոխարկվի պեռլիտի: Միահալվածքի ստրուկտուրային բաղադրիչներ կլինեն՝ պեռլիտը, լեդեբուրիտը և երկրորդային ցեմենտիտը: Այսպիսին է միջէվտեկտիկական ուղիով չուգունի միկրոստրուկտուրան, որի ֆազային բաղադրությունը ֆերիտ և ցեմենտիտ է:

V միահալվածքը՝ $4,3^{\circ}\text{C}$ պարունակությամբ ունի միայն երկու կրիտիկական կետ: 1 կետում, հեղուկ լուծույթի դանդաղ սառեցման ժամանակ, տեղի է ունենում էվտեկտիկական փոխարկում, այսինքն՝ նույն 1130° -ում սկսվում է առատենիտ-ցեմենտիտային խառնուրդի գոյացումը և ավարտվում: 2 կետում խառնուրդի առատենիտային մասը, որի ածխածնի պարունակությունը սառեցման ընթացքում դիագրամի ES գծով 2°C -ից իջնում է մինչև $0,8^{\circ}\text{C}$, ենթարկվում է էվտեկտիկալից փոխարկման: Հետևաբար, ունչակային ջերմաստիճանում լեդեբուրիտը բաղկացած է պեռլիտի և ցեմենտիտի էվտեկտիկական խառնուրդից: Մրաֆազային բաղադրությունը ևս ֆերիտ և ցեմենտիտ է:

VI խմբի միահալվածքները՝ $4,3$ -ից մինչև $6,67^{\circ}\text{C}$ պարունակությամբ տնեն երեք կրիտիկական կետ: 1 կետում սկսվում է առաջնային ցեմենտիտի բյուրեղացումը: Շնորհիվ այն բանի, որ ցեմենտիտում ած-

խածնի պարունակությունը $6,67^{\circ}\text{C}$ է, մնացած հեղուկ լուծույթը բյուրեղացման ընթացքում աղքատանում է ածխածնով, որի պարունակությունը դիագրամի 1C գծով սառեցման ընթացքում հասնում է $4,3^{\circ}\text{C}$ -ի: Այստեղ (2 կետում) 1130° -ում մնացած հեղուկ լուծույթը ենթարկվում է էվտեկտիկական փոխարկման: Երևան եկած լեդեբուրիտը, 2 կետից մինչև 3 կետը սառեցնելիս, առատենիտի և ցեմենտիտի էվտեկտիկական խառնուրդն է: Այսպիսով, դիագրամի այս տեղամասում (2 կետից մինչև 3 կետը) միահալվածքի ստրուկտուրան բաղկացած է առաջնային ցեմենտիտից և լեդեբուրիտից: 3 կետում լեդեբուրիտում գտնվող առատենիտի հետ, որի ածխածնի պարունակությունը այս կետում (723°C) հասել է $0,8^{\circ}\text{C}$ -ի, տեղի է ունենում էվտեկտիկալից փոխարկում: Այս ջերմաստիճանից ցածր միահալվածքի ստրուկտուրան առաջնային ցեմենտիտ և լեդեբուրիտ է: Այս մի խումբ միահալվածքների ֆազային բաղադրությունը նույնպես ֆերիտ և ցեմենտիտ է, միայն սրանցում ցեմենտիտային ֆազի քանակն անհամեմատ ավելի մեծ է, քան պողպատներում:

Անհրաժեշտ է նշել, որ միահալվածքների շատ դանդաղ տաքացման դեպքում նշված փոխարկումները հակառակ ուղղությամբ կատարվում են նույն կետերում, ինչ որ դանդաղ սառեցման ժամանակ, այսինքն՝ նշված պրոցեսները հակադարձելի են, հիստերեզիս չի նշկատվում:

Այսպիսով, քննարկեցինք այս սխեմայի բոլոր միահալվածքների բյուրեղացման ընթացքում տեղի տնեցող ստրուկտուրային փոխարկումները, այլ խոսքով՝ կատարեցինք այս դիագրամի վերլուծությունը: Այս դիագրամի վերլուծությունը լուրացմանը մեծ չափով կօգնի, եթե հետևենք, թե սառեցման և տաքացման ընթացքում դիագրամի գծերին (կրիտիկական կետերին) հանդիպելիս ինչպիսի փոխարկումներ են տեղի ունենում միահալվածքներում:

ABCD գիծը լիկվիդուսի գիծն է, որից վերև սխեմայի բոլոր միահալվածքները գտնվում են հեղուկ լուծույթի վիճակում:

AHJECF գիծը սոլիդուսի գիծն է, որից ներքև բոլոր միահալվածքներն արդեն պինդ (բյուրեղացած) վիճակում են:

AB գծի վրա գտնվող կետերում, միահալվածքի սառեցման ժամանակ, սկսվում է ռ պինդ լուծույթի բյուրեղացումը: Տաքացման ժամանակ այս գիծը ռ պինդ լուծույթի հալման ջերմաստիճանի վերջն է կամ հեղուկ լուծույթում նրա լուծման վերջին ջերմաստիճանները:

BC գիծը չ պինդ լուծույթի (առատենիտի) բյուրեղացման սկզբի ջերմաստիճաններն են սառեցնելիս, և նրա հալման վերջին ջերմաստիճանները՝ տաքացնելիս:

CD գիծը առաջնային ցեմենտիտի բյուրեղացման ջերմաստիճան-

ներն են սառեցնելիս, և նրա հալման վերջին ջերմաստիճանները՝ տաքացնելիս:

AH գիծը ձ պինդ լուծույթի բյուրեղացման վերջին ջերմաստիճաններն են սառեցնելիս, և նրա հալման սկզբի ջերմաստիճանները՝ տաքացնելիս:

NH գիծը ծ պինդ լուծույթը γ պինդ լուծույթի փոխարկվելու սկզբի ջերմաստիճաններն են սառեցնելիս և γ պինդ լուծույթը ձ պինդ լուծույթի փոխարկվելու վերջին ջերմաստիճանները՝ տաքացնելիս:

HJB-ն պերիտեկտիկական փոխարկման գիծն է, J-ն՝ պերիտեկտիկական փոխարկման կետը, որտեղ B կետի բաղադրությունը հեղուկ լուծույթը (քանակությամբ HJ հատվածին համապատասխան) և H կետի բաղադրությունը ձ պինդ լուծույթը (քանակությամբ JB հատվածին համապատասխան) սառեցնելիս փոխադրում են և առաջացնում HJB գծին համապատասխան քանակությամբ γ պինդ լուծույթ: Տաքացնելիս J կետի բաղադրությամբ առատենիտը փոխարկվում է HJ հատվածին համապատասխան քանակությամբ հեղուկ լուծույթի և JB հատվածին համապատասխան քանակությամբ ձ պինդ լուծույթի: J կետից դեպի ձախ միահալվածքները սառեցնելիս, պերիտեկտիկական փոխարկումից հետո, որպես ավելացած ֆազ, մնում է ձ պինդ լուծույթը, իսկ աջ՝ հեղուկ լուծույթը:

JN գիծը ձ պինդ լուծույթը γ պինդ լուծույթի փոխարկվելու վերջին ջերմաստիճաններն են սառեցնելիս և ընդհակառակը՝ տաքացնելիս:

JE գիծը հեղուկ լուծույթից առատենիտի բյուրեղացման վերջին ջերմաստիճաններն են սառեցնելիս և առատենիտի հալման սկզբի ջերմաստիճանները՝ տաքացնելիս:

ECF-ը այս սխեմայի էվտեկտիկական փոխարկման գիծն է, C կետը՝ էվտեկտիկական փոխարկման կետը: Այս գծի վրա $4,3\%_0$ պարունակությամբ հեղուկ լուծույթը սառեցնելիս փոխարկվում է լեգերումի (առատենիտ + ցեմենտիտ): Տաքացնելիս այս խառնուրդը 1130° -ում լրիվ հալվում է և ստացվում է նույն բաղադրությամբ հեղուկ լուծույթ:

ES-ը առատենիտից ավելացած ցեմենտիտի (երկրորդային) արտադրման գիծն է սառեցնելիս (A_{cm} կետերը): Տաքացնելիս այդ ցեմենտիտի լուծման վերջն է առատենիտում (A_{cm} կետերը): Իրականում, սառեցնելիս առատենիտից արտադրավում է էվտեկտիդի բաղադրությունից ավելացած ածխածին և գոյանում են ցեմենտիտի մուկեկուներ: Տաքացնելիս նա քայքայվում է և ածխածինը լուծվում է առատենիտում:

GS գիծը արտահայտում է առատենիտից ավելացած ֆերիտի արտադրման սկզբի ջերմաստիճանները՝ սառեցնելիս (A_{r3} կետերը):

Նույն գիծը արտահայտում է առատենիտում ֆերիտի լուծման վերջին ջերմաստիճանները՝ տաքացնելիս (A_{c3} կետերը): Այլ կերպ ասած, γ վանդալին α վանդալի վերածվելու սկզբի ջերմաստիճաններն են սառեցնելիս, և α վանդալը γ վանդալի վերածվելու վերջին ջերմաստիճաններն են տաքացնելիս:

MO կետագիծը երկաթի և ֆերիտի մագնիսական հատկությունները ստանալու ջերմաստիճանն է սառեցնելիս (A_{r2} կետը): Տաքացնելիս նրանք այդ ջերմաստիճանում (768) կորցնում են իրենց մագնիսական հատկությունները (A_{c2} կետը): Սառեցնելիս այս ջերմաստիճանում տեղի է ունենում β երկաթի փոխարկումը α երկաթի, և ընդհակառակը՝ տաքացնելիս (կյուրիի կետ):

GP գիծն առատենիտից ֆերիտ անջատվելու վերջին ջերմաստիճաններն են՝ սառեցնելիս: Տաքացնելիս այն ֆերիտը առատենիտի փոխարկվելու սկզբի ջերմաստիճաններն են: Այլ կերպ ասած, այդ գծին համապատասխանող ջերմաստիճաններում վերջանում է առատենիտի γ վանդալի վերակառուցումը ֆերիտի α վանդալի՝ սառեցնելիս, և սկսվում է α վանդալի վերակառուցումը γ վանդալի՝ տաքացնելիս:

PSK գիծը $Fe-C$ միահալվածքների էվտեկտիդային փոխարկման ջերմաստիճանի գիծն է, S-ը՝ էվտեկտիդային փոխարկման կետը: Այս գծին համապատասխանող ջերմաստիճանում ($723^\circ C$) $0,8\%_0$ ածխածին պարունակող առատենիտը սառեցնելիս փոխարկվում է պեռլիտի (A_{r1} կետը): Տաքացնելիս այդ խառնուրդը նույն ջերմաստիճանում փոխարկվում է $0,8\%_0 C$ -ի պարունակող առատենիտի (A_{c1} կետը):

PQ գիծը ֆերիտից երրորդային ցեմենտիտի անջատման սկզբի ջերմաստիճաններն են՝ սառեցնելիս, իսկ տաքացնելիս՝ այդ ցեմենտիտի լուծման վերջին ջերմաստիճանները ֆերիտում: Այս գիծը նման է դիագրամի ES գծին, այսինքն՝ α պինդ լուծույթը ենթարկվում է նույնպիսի փոխարկման, ինչ որ γ պինդ լուծույթը ES գծի վրա:

Վերջապես, երբեմն դիագրամի 210° -ով տարվում են կետագծեր: Այդ ցեմենտիտի մագնիսական հատկությունների փոփոխման ջերմաստիճանի գիծն է: Մինչև այս ջերմաստիճանը տաքացնելիս ցեմենտիտը մագնիսական է, դրանից վերև՝ մագնիսական չէ:

Այսպիսով, վիճակի դիագրամի օգնությամբ հետևեցինք այն բոլոր ստրուկտուրային փոխարկումներին, որոնք տեղի են ունենում $Fe-C$ միահալվածքների դանդաղ տաքացման և սառեցման ընթացքում: Եվ քանի որ նախօրսք գիտենք առանձին ստրուկտուրային կամ ֆազային բաղադրիչների հաշվությունները և ի վիճակի ենք որոշել նրանց քանակական հարաբերությունը միահալվածքներում (հատվածների կանոնի օգնությամբ), հետևապես կարող ենք գաղափար կազմել այս սխեմայի

բոլոր միահալվածքների հատկությունների մասին, որը, ինչպես հայտնի է, մետաղագիտության առարկայի հիմնական խնդիրն է:

Անհրաժեշտ է հիշել՝ դիագրամի հորիզոնական գծերը (HJB, ECF, PSK) ցույց են տալիս, որ փոխարկումը տվյալ միահալվածքում սկսվում է վերջանում է նույն հաստատուն ջերմաստիճանում, իսկ թեք գծերը ցույց են տալիս, որ փոխարկումն ընթանում է ջերմաստիճանների խնայարկով:

Նշված փոխարկումների յուրացմանը մեծ չափով կօգնի այն, եթե գիտենանք դիագրամի ամեն մի տեղամասին համապատասխանող ստորակտորային բաղադրիչները: Օրինակ, եթե դիագրամի BC գծից վերև միահալվածքները հեղուկ լուծույթի վիճակում են, իսկ նրանից ցածր՝ հեղուկ լուծույթի և առատների, հետևապես միահալվածքը սառեցնելիս այդ գծով կսկսվի առատների բյուրեղացումը: Եթե ES գծից ցածր առատներն ու ցեմենտիտն են, իսկ նրանից վերև՝ միայն առատներն, նշանակում է տաքացնելիս այդ գծի ջերմաստիճաններում կվերջանա առատներից ցեմենտիտի լուծման պրոցեսը, իսկ սառեցնելիս առատներից կսկսվի ցեմենտիտի արտազատումը և այլն:

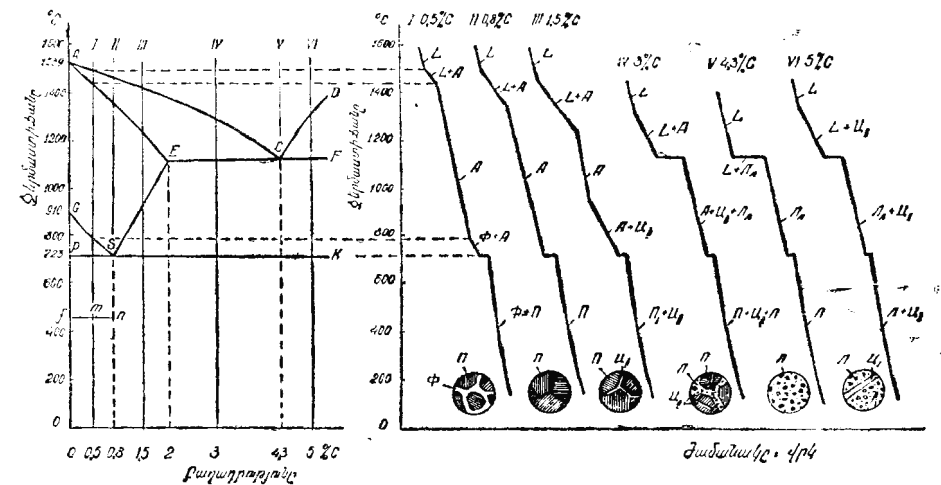
4. ՍԱՌԵՑՄԱՆ ԿՈՐԵՐ

Վիճակի դիագրամը կառուցելու համար անհրաժեշտ է ունենալ տվյալ սիստեմի միահալվածքների սառեցման որոշ քանակի կորեր (տե՛ս աչխ. IV): Որպեսզի դադափար կազմել, թե ինչպիսի՞ն են $Fe-C$ միահալվածքների սառեցման կորերը, լուծում են հսկայական խնդիրը: Ունենալով սիստեմի վիճակի դիագրամը, վերականգնում են սառքեր միահալվածքների սառեցման կորերը և վերլուծում դրանք: Սա կսօսանդակում է վիճակի դիագրամի յուրացմանը:

Օրինակ՝ նկ. 57-ում վերականգնված են մի շարք միահալվածքների սառեցման կորերը: Ընդ որում, քանի որ վիճակի դիագրամում բացակայում է ժամանակի գործոնը, անհրաժեշտ է նրա ճշգրիտ վերականգնումը: Այնուամենայնիվ, սառեցման կորի արսցիմների առանցքում ժամանակի մասշտաբը հաջողվում է փոքրիշատե պահպանել, հիշելով, որ միահալվածքի սառեցման արագությունը փոքր է, ինչպես և այն հանգամանքը, որ եթե ջերմաստիճանների խնայարկով սառեցման ժամանակ միահալվածքում տեղի է ունենում փոխարկում, ապա նա պատճառ է դառնում ջերմության դոզայման: Անջատված ջերմությունը դանդաղեցնում է միահալվածքի սառեցման արագությունը, հետևաբար այս ժամանակահատվածը կորը կունենա ավելի փոքր թեքություն,

քան երբ բացակայում է փոխարկման պրոցեսը (գլխավորապես միահալվածքում):

Կորերի վերականգնման եղանակը պարզ երևում է բերված նկարից: Իրագրամի հորիզոնական գծերը կորերի կանգանների հետքերն



Նկ. 57. $Fe-Fe_3C$ միահալվածքների սառեցման կորերի վերականգնման օրինակներ:

են, որոնք ցույց են տալիս, որ պրոցեսն ընթանում է հաստատուն ջերմաստիճանի պայմաններում: Իրագրամի թեք գծերը պայմանավորված են սառեցման կորերի բեկումներով:

Նկ. 57-ում բերված $Fe-C$ միահալվածքների վերականգնված սառեցման կորերի վերլուծությունը կատարված է վերևում (§ 3-ում):

5. ՀԱՏՎԱԾՆԵՐԻ ԿԱՆՈՆԵԻ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ՕՐԻՆԱԿՆԵՐ

Վիճակի դիագրամները թույլ են տալիս հատվածների կանոնով որոշել տաանձին միահալվածքների ստորակտորային կամ ֆազային բաղադրիչները կշռալին հարաբերությունը և նրանց քիմիական բաղադրությունը (կոնցենտրացիան) սովորականով:

Այս խնդիրները լուծելու համար դիագրամի երկֆազ տեղամասի տվյալ կետից տանում են արսցիմների առանցքին զուգահեռ գծ՝ մինչև դիագրամի մոտակա գծերի հետ հասնելը (ավելի ճիշտ, մինչև այն գրծերը, որտեղ որոնելի ֆազային կամ ստորակտորային բաղադրիչները կազմում են 100%): Այս գծի հատվածների թվային հարաբերությունը հակադարձ համեմատական է որոնելի ֆազային կամ ստորակտորային բաղադրիչների կշռալին հարաբերությանը, իսկ դրա ծայրամասերից

իջեցրած ուղղահայացների և արացիաների առանցքի հատման կետերում կարգացվում է միահալվածքի սարուկտորային կամ ֆազային բաղադրիչների կոնցենտրացիան ստիմաներով:

Օրինակ, ենթադրենք ցանկանում ենք որոշել դիագրամի վրա նրշված m կետում (այսինքն՝ $0,6\%_0$ ածխածին պարունակող միջնջվածակտորային պողպատում, 460°C -ում, որի սարուկտորային բաղադրիչներն են ֆերիտը և պեռլիտը) պողպատի n° մասն է պեռլիտ, որը՝ ֆերիտ, ինչպես նաև նրանց քիմիական բաղադրությունը (նկ. 57): Որոշելու համար m կետից զուգահեռ ենք տանում արացիաների առանցքին՝ միջև n և f կետերը, իմանալով, որ միահալվածքում $0,8\%_0$ ածխածին պարունակվելու դեպքում $100\%_0$ պեռլիտ է, իսկ մոտավորապես $q_{00}\%$ -ի դեպքում՝ $100\%_0$ ֆերիտ:

Հատվածների կանոնի համաձայն կարելի է ասել, որ միահալվածքի պեռլիտային մասի կշիռը (Q_n) այնպես է հարաբերում նրա ֆերիտային մասի կշռին (Q_f), ինչպես mf հատվածը՝ mn -ին,

$$\frac{Q_n}{Q_f} = \frac{mf}{mn} = \frac{0,6}{0,8-0,6} = 3 \text{ անգամ:}$$

Նշանակում է, որ $0,6\%_0\text{C}$ պարունակող պողպատի երեք մասը պեռլիտ է, մեկ մասը՝ ֆերիտ: Պեռլիտի գերակշռման հետևանքով այս պողպատի հատկությունները, այնպիսի մոտ կլինեն պեռլիտի հատկություններին, քան նրանց (Φ -ի և Π -ի) միջին թվաբանական հատկություններին:

Երկրորդ խնդիրը լուծելու, այլալ դեպքում ֆերիտի և պեռլիտի քիմիական բաղադրությունը որոշելու համար, տարված գծի ծայրերից, այսինքն f և n կետերից, իջեցրած ուղղահայացների և արացիաների առանցքի հատման կետերում կարգում ենք՝ ֆերիտում ածխածինը $0\%_0$ է, պեռլիտում՝ $0,8\%_0$:

Կամ ենթադրենք անհրաժեշտ է որոշել, թե դիագրամի S կետի համար պողպատի n° մասն է կազմում ֆերիտային ֆազային բաղադրիչը, n° մասը՝ ցեմենտիտայինը:

S կետի վրայով արացիաների առանցքին զուգահեռ գիծ է տարված (PSK գիծը): Հատվածների կանոնի համաձայն, այս գծի SK մասը համեմատական է միահալվածքի ֆերիտային ֆազային բաղադրիչի կշռին (Q_Φ), իսկ PS մասը՝ ցեմենտիտայինին (Q_n):

$$\frac{Q_\Phi}{Q_n} = \frac{SK}{PS} = \frac{6,67-0,8}{0,8} = 7,34 \text{ անգամ:}$$

Նշանակում է այս պողպատի ֆերիտային ֆազային բաղադրիչի կշիռը $7,34$ անգամ ավելի է նրա ցեմենտիտային ֆազային բաղադրիչի կշռից (մոտ $87\%_0$ ֆերիտ է, իսկ $13\%_0$ ՝ ցեմենտիտ):

Օրինակ, $3\%_0\text{C}$ պարունակող չուգունի մեջ, 1130°C պարմաններում, ինչպիսի՞ն է առատենիտի և լեդեբուրիտի կշռային հարաբերությունը:

$$\frac{Q_d}{Q_l} = \frac{4,3-3}{3-2} = 1,3:$$

Այսինքն՝ այս չուգունի մեջ տվյալ ջերմաստիճանում առատենիտի կշիռը $1,3$ անգամ ավելի է լեդեբուրիտի կշռից (մոտ $57\%_0$ առատենիտ է, $43\%_0$ ՝ լեդեբուրիտ):

VIII ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԱՌԱՋԱԳՐԱՆՔԸ

1. Որոշակի մասշտաբով գծել $Fe - Fe_3C$ սխեմի միահալվածքների վիճակի դիագրամը, նշելով լոյոր հանգույցային կետերում համապատասխան տառերը, ջերմաստիճանները, կոնցենտրացիաները, ինչպես նաև դիագրամի սարքեր տեղամասերին համապատասխան սարուկտուրային և ֆազային բաղադրիչները:

2. Դիագրամի կողքին, նույն ջերմաստիճանային մասշտաբով, վերականգնել մի որևէ միահալվածքի սառեցման կորը և սխեմատիկորեն նկարագրել այդ միահալվածքի միկրոստրուկտուրան:

3. Նկարագրել նույն միահալվածքում հալված վիճակից մինչև սենյակային ջերմաստիճանը դանդաղ սառեցման ժամանակ տեղի ունեցող սարուկտուրային փոփոխությունները:

4. Սահմանել հավասարակշռության վիճակում դանդաղ երկաթ-ածխածնային միահալվածքների ֆազային և սարուկտուրային բաղադրիչների բնույթը և նշել նրանց մեխանիկական հատկությունները բնութագրող ցուցանիշների մեծությունները:

Ա Շ Խ Ա Տ Ա Ն Ք IX

ՀԱՎԱՍԱՐԱԿՇՈՒԹՅԱՆ ՎԻՃԱԿՈՒՄ ԳՏՆՎՈՂ ԱԾԽԱԾՆԱՅԻՆ ՊՈՂՊԱՏՆԵՐԻ ՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՆ ԵՎ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

1. ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Տեխնիկայում օգտագործվող պողպատները գերադանցապես ածխածնային պողպատներ են, հետևապես դրանց ուսումնասիրման գործի վրա անհրաժեշտ է առավել մեծ ուշադրություն դարձնել:

Թեև նշվեց, որ մինչև $2\%_0\text{C}$ պարունակող երկաթ-ածխածնային միահալվածքներն են կոչվում պողպատներ, սակայն իրականում պողպատների քիմիական բաղադրությունն ավելի բարդ է:

Բացի երկաթից և ածխածնից, ածխածնալիճ պողպատները պարունակում են նաև, այսպես կոչված, ստորադաս կամ նորմալ խառնուրդներ (Mn, Si, S, P, O, N, H և այլն), որոնց առկայությունը պայմանավորված է հիմնականում պողպատի արտադրության տեխնոլոգիական առանձնահատկություններով: Հատկանշի է, որ այդ տարրերը փոփոխելով պողպատի բաղադրությունը, կիրառվեն նաև պողպատի ստրուկտուրան, հետևապես և նրա հատկությունները: Ի՞նչ չափով:

Ածխածնալիճ պողպատների մեջ, սովորական խառնուրդների պարունակությունը՝ նույնիսկ արտաբերության եղանակին (մարտնչյան, կոնվերտորային, բեռնմեղքան և այլն), համեմատաբար փոքր սահմաններում է տատանվում (բացառությամբ սիլիցիումի պարունակության տատանումից՝ հոսցուց և հանգարա պողպատների մեջ): Դա նշանակում է, որ պողպատի ստրուկտուրայի և հատկությունների վրա խառնուրդների ազդեցությունը համեմատաբար հաստատուն է, և տեղադրվող ցանկացած տարրերի ազդեցությունը այնքան մեծ չէ, ինչքան ածխածնի պարունակության ազդեցությունն է: Ածխածնի պարունակությունը սառանամբ մեծ չափով է փոխախում պողպատի ստրուկտուրան և հատկությունները: Այդ պատճառով հիշյալ պողպատները համարում են որպես թինար՝ երկու կոմպոնենտ պարունակող (երկաթ-ածխածնալիճ) միահալվածքներ: Այդ հանգամանքը մեծ չափով թեթևացնում է պողպատների ստրուկտուրայի, հետևապես և նրանց հատկությունների ուսումնասիրումը հավասարակշռությունը մոտիկ վիճակում: Իսկ խառնուրդների ազդեցության չափի մասին հատուկ վերապահումներ են արվում

Միահալվածքները հովասարակշռությունը մոտիկ վիճակում են դնելով թրծաթողված, նորմալացված (սուռտենիտի վիճակից հանդարտ օդում սառեցված) և ձուլված վիճակներում:

Հավասարակշռության վիճակում գտնվող միահալվածքների ըստրուկտուրաները համապատասխանում են վիճակի դիագրամում նշված ստրուկտուրային բաղադրիչներին: Հետևապես, ածխածնալիճ պողպատների ստրուկտուրայի փոփոխման մասին զալափար կազմելու համար (նույնիսկ ածխածնի պարունակության և ջերմաստիճանի փոփոխությունը) անհրաժեշտ է գիմել $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$ սիստեմի վիճակի դիագրամին (աշխ. VIII):

Այս աշխատանքի նպատակն է ծանոթանալ ածխածնալիճ պողպատների միկրոստրուկտուրային բաղադրիչների պատկերների և հատկությունների փոփոխություն չափի հետ՝ նախադրանքում ածխածնի, ինչպես նաև սովորական խառնուրդների պարունակությանը՝ հավասարակշռության վիճակի պայմաններում: Չհավասարակշռված վիճակում (միլված, միամեղմված, սառը վիճակում պլաստիկ դեֆորմացիայի ենթարկված և այլն) պողպատները կունենան այլ ստրուկտուրա և, հետևաբար, այլ հատկություններ (աշխ. XI—XII և XIII):

2. ԱՇԽԱՇՆԱՅԻՆ ՊՈԳՊՍՏՆԵՐԻ ՄԻԿՐՈՍՏՐՈԳՏՈՒՐԱՆ ԵՎ ՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

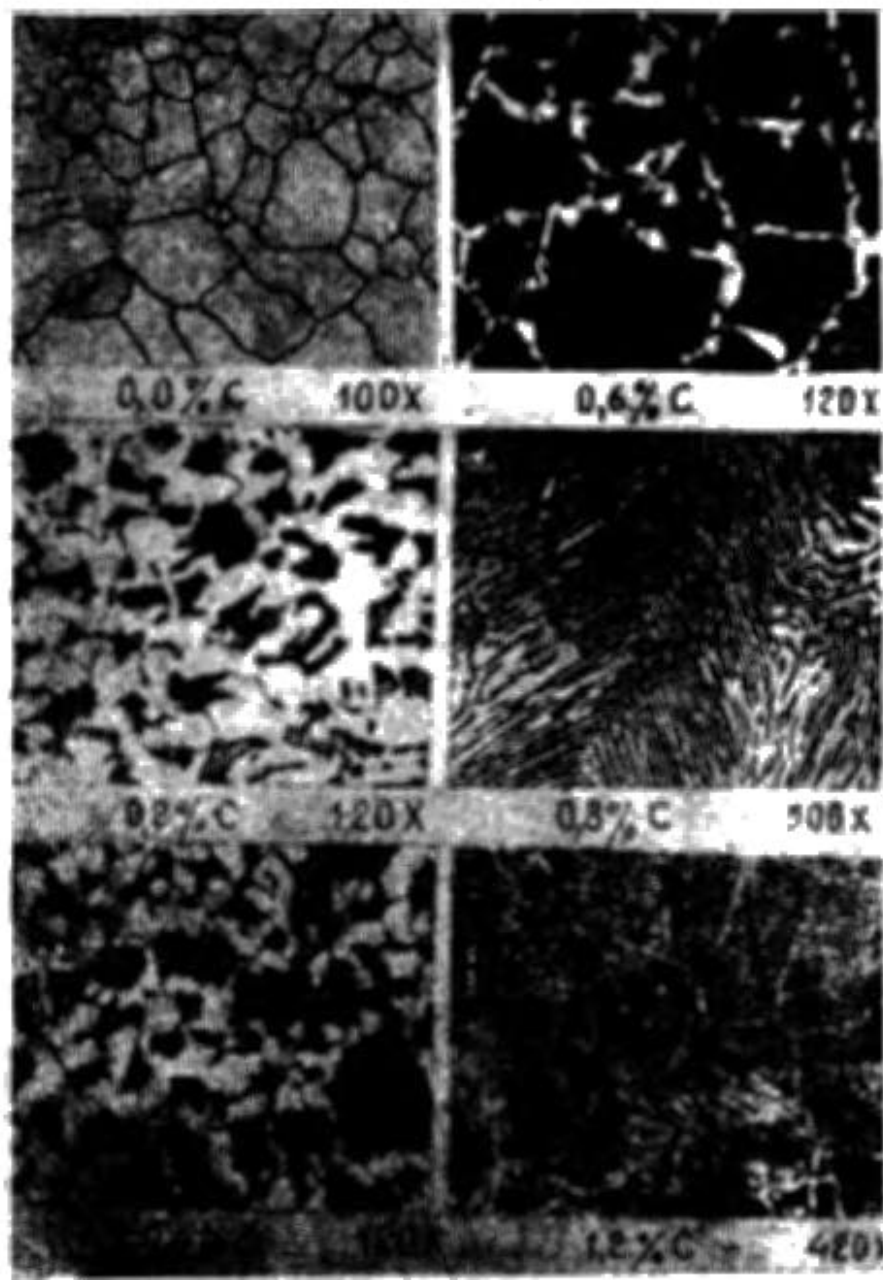
Նկ. 58-ում արված են տարբեր քանակությամբ ածխածնի պարունակող պողպատների միկրոստրուկտուրաների պատկերները:

Ինչպես երևում է բերված միկրոստրուկտուրային պատկերներից, պողպատի մեջ ածխածնի բաղադրության աճին համեմատաբար նվազում է ֆերիտի և մեծանում պեռլիտի քանակը: $0,80\%$ -ից ավելի ածխածնի պարունակելու դեպքում ֆերիտը, որպես ստրուկտուրային բաղադրիչ, քոլոդային սահմանում է և նրա տեղն սկսում է զբաղել կվանկոտիդից ավելացած երկրորդային ցեմենտիտը:

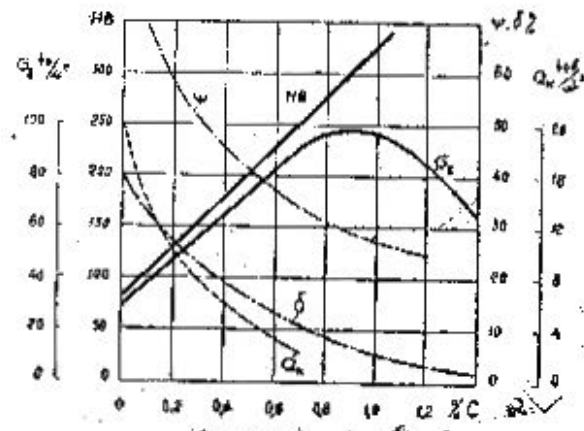
Այսպիսով, մինչև վանկոտիդային ($0,02$ -ից մինչև $0,80\%$ C պարունակող) պողպատների ստրուկտուրան բաղադրված է ֆերիտից և պեռլիտից, կվանկոտիդայինները՝ միայն պեռլիտից, հետևապես կվանկոտիդայինները՝ պեռլիտից և երկրորդային ցեմենտիտից:

Կիրառելով հատվածների կանոնը, միճա՛վ դիագրամով հեշտությամբ կարելի է որոշել այն կամ այն պողպատի ստրուկտուրային կամ ֆուգային բաղադրիչների քանակական հարաբերությունը: Իմանալով այդ, ինչպես նաև առանձին ստրուկտուրային բաղադրիչների հատկությունները, հիմնվելով կոմունալ-Մատիսենի դրալլի վրա, հաջողվում է որոշել այն կամ այն քանակությամբ ածխածնի պարունակող պողպատի հատկությունները:

Նկ. 59-ում ցույց է արված ածխածնի պարունակության ազդեցությունը պողպատի մի քանի մեխանիկական հատկությունների պոստիչներին մեծաթյունների վրա: Այս դրաֆիկից երևում է, որ պողպատի մեջ, ածխածնի քանակի աճին գոգրնից, նրա կարծրություն և ամրությունը ցուցանիչները մեծանում են, իսկ պլաստիկության և ճլրկության ցուցանիչները (δ , ψ և α_K)՝ նվազում: Դա տեղի է ունենում շնորհիվ այն բանի, որ ածխածնի պարունակության աճին գոգրնից պողպատի մեջ մեծանում է կարբիդային ֆուգի քանակը: Մոտ $0,90\%$ -ից ավելի ածխածնի պարունակելու դեպքում պողպատի ամրությունը սահմանի սնվումը բացառվում է երկրորդային ցեմենտիտի արտադրվածքների առաջացումով, որոնք, թաղանթի ձևով կոտակվելով պեռլիտի հատիկի սահմաններում, պողպատը դարձնում են բեկուն (նմուշը արտակենտրոն ձգելու ավելի շատ կոտակվում է այդ սահմաններից, քան ճյուն կերպով քայքայվում): Եթե պեռլիտի հատիկի շարքը երկրորդային ցեմենտիտի թաղանթի պատուկ կամ քայքայել (հատուկ ջերմամշակման կամ կամային միջոցով) և այն պողպատի մեջ հանգուցի դա մեկուսացված մասնիկների ձևով, ապա դրա քանակի ավելացման հետ միասին կմեծանա այդ միահալվածքի ամրությունը:



Նկ. 58. Տաքերը քանակությամբ ածխածին պարունակող պողպատների միկրոստրուկտուրան:



Նկ. 59. Ածխածնի քանակի ազդեցությունը ածխածնային պողպատների մեխանիկական հատկությունների ցուցանիշների մեծության վրա:

Այս գրաֆիկը (Նկ. 59) կոտուցված է փորձնական սովորյալների հիման վրա, որը ծառայում է որպես Կուռնակով-Մատիսկևի ռազադրոթյուն-հատկությունն զիազրամների ճշտության վառ ապացույց: Ուստի կարելի է այդ գրաֆիկի օգնությամբ հեշտությամբ որոշել, որինակ, տրվյալ պողպատի կարծրությունը և գաղափար կազմել նաև նրա այլ մեխանիկական հատկությունների քննության մասին:



Նկ. 60. Խոզիվալի գծային մեթոդով հետերոդեն մեխանիկական ստրուկտուրային բաղադրիչների քանակական հարաբերություն որոշման սխեմա:

Գործնականում հաճախ միկրոանալիզի մեթոդով որոշում են տրվյալ պողպատի ածխածնի մոտավոր պարունակությունը: Այդ խնդիրը լուծելու համար ի հայտ բերված միկրոստրուկտուրայում որոշում են ֆերիտի և պերլիտի քանակական հարաբերությունը: Դա կատելի է որոշել աչքալափով, եթե օպերատորը բավականին փորձառու է: Այս հարաբերությունն սովելի երշտ կարելի է որոշել, եթե կատարենք մանրադիսակում հրեացող տեսադաշտում եղած պերլիտի հատիկների մակերեսաչափում կամ, էլ ավելի հասարակ ձևով, կիրառենք Թոդիվալի գծային մեթոդը, ինչպես այդ ցույց է արված Նկ. 60-ում:

Այս մեթոդով միանշանակության ստրուկտուրային կամ ֆազային բաղադրիչների քանակը որոշելու համար օգտադրվում են մանրագի-

տակի օկուլյար-միկրոմետրը: Մի քանի անգամ տարբեր ուղղություններով հաշվում են քանոնի տարբեր ստրուկտուրային բաղադրիչների վրա ընկած բաժանումների թիվը: Այս թվերը կհամապատասխանեն տվյալ ստրուկտուրային բաղադրիչների օտկոսների միջին թվաքանակաին: Օրինակ, նկ. 60-ում բերված դեպքի համար քանոնի 100 բաժանումներից 45-ը գրավում են պեռլիտի հատիկները, իսկ 55 մասը՝ ֆերիտի, հետևապես, տվյալ պողպատի մեջ 45% պեռլիտ է և 55%՝ ֆերիտ: (Սակայն վստահելի տվյալներ ստանալու համար անհրաժեշտ է այս չափումները կրկնել մի քանի տասնյակ անգամ և որպես արդյունք ընդունել այդ չափումների միջին թվաքանականը: Տես աղյ. VII):

Երբ որոշված է պեռլիտի և ֆերիտի քանակի հարաբերությունը, անտեսելով ֆերիտում գտնվող ածխածնի առկայությունը (0,006%-ի չափ է), և ընդունելով, որ պողպատի մեջ ամբողջ ածխածինը գտնվում է պեռլիտում, և որ ֆերիտի ու պեռլիտի տեսակարար կշիռները հավասար են (տարբերությունը 0,1 է), հեշտությամբ կորոշվի տվյալ պողպատի մեջ ածխածնի պարունակությունը: Մեր օրինակի համար ածխածնի քանակը կլինի՝

$$C = \frac{45 \cdot 0,8}{100} = 0,36\%$$

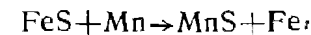
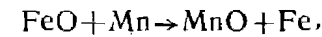
Պողպատի մեջ ածխածնի պարունակությունը գիտենալը թույլ կտա ճշգրիտ որոշել տվյալ պողպատի կրիտիկական կետերի դիրքը, որոնք անհրաժեշտ են նրա ջերմամշակման և ճնշումով տաք մշակման ջերմաստիճանային ռեժիմների ընտրության համար:

3. ՆՈՐՄԱԼ ԽԱՌՆՈՒՐԴՆԵՐԻ ԱԶԻԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԱԾԽԱԾՆԱՅԻՆ ՊՈՂՊԱՏՆԵՐԻ ՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՅԻ ԵՎ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՎՐԱ

Պողպատների նորմալ խառնուրդներ են համարվում մանգանը, սիլիցիումը, ծծումբը, ֆոսֆորը, ինչպես նաև թթվածինը, ազոտը և ջրածինը, որոնք, ինչպես նշվեց, դրանց ժամանակակից արտադրության տեխնոլոգիական պրոցեսների լուրահատկությունների հետևանքով, այս կամ այն քանակությամբ գտնվում են բոլոր պողպատների մեջ:

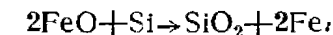
Ածխածնային պողպատների մեջ թվարկված տարրերի վերին սահմանի պարունակությունն է՝ 0,7% Mn, 0,5% Si, 0,05% S, 0,05% P, և է՛լ ավելի քիչ քանակությամբ թթվածին, ազոտ ու ջրածին: Այդ խառնուրդների նշված քանակից ավելի պարունակվելու դեպքում պողպատը համարվում է լեգիրված:

Մանգանը կիրառվում է պողպատը երկաթի օքսիդից և երկաթի սուլֆիդից մաքրելու համար: Մանգանի ազդակցությունը թթվածին և ծծմբին ավելի մեծ է, քան երկաթինը, այդ պատճառով մանգանը երկաթի օքսիդից խլում է թթվածին, երկաթի սուլֆիդից՝ ծծումբ և առաջացնում է MnO և MnS:



Մանգանի օքսիդը և սուլֆիդը մասամբ անցնում են խարամին, մասամբ մնում պողպատի մեջ որպես մեկուսացված ստրուկտուրային բաղադրիչներ, չեն գոյացնում վտանգավոր դյուրահալ ստրուկտուրային բաղադրիչներ: Մանգանը մասամբ լուծվում է ֆերիտում և բարձրացնում նրա (պողպատի հիմքային ֆազի) ամրությունը, հետևապես և պողպատի ամրությունը: Այն մասամբ լուծվում է նաև ցեմենտիտում: Նշված քանակությամբ պարունակվելու դեպքում կարելի է առաջացնում:

Սիլիցիումը նույնպես ծառայում է որպես պողպատի օքսիդիչ՝



Սիլիցիումի օքսիդը հիմնականում անցնում է խարամին:

Պողպատի մեջ գտնվող սիլիցիումը լիովին լուծվում է ֆերիտում և բարձրացնում նրա, հետևապես և պողպատի, ամրությունը: Նա (սիլիցիումը կամ նրա քիմիական միացությունը) որպես մեկուսացված ստրուկտուրային բաղադրիչ չի նկատվում պողպատներում:

Սիլիցիումը և մանգանը պողպատի մեջ օգտակար խառնուրդներ են:

Ծծումբը և ֆոսֆորը, ընդհակառակը, վտանգավոր խառնուրդներ են, եթե դրանք չ'են մտցվել պողպատի մշակելիությունը կտրման միջոցով բարելավելու համար: Ծծումբը և ֆոսֆորը պողպատին են անցնում հանքանյութերից և վառելիքի այրման արգասիքներից (SO₂):

Ծծմբի որոշակի և մանգանի սակավ քանակի դեպքում պողպատը դառնում է շիկաբեկուն, որը տաք վիճակում անհնարին է կռել: Հարվածի կամ ճնշման ազդեցության տակ նախապա տրաստվածքը ջարդվում, փշրվում է: Դա նշանակում է, որ այդպիսի պողպատից անհնարին է գլանվածքներ կամ կոյածքներ պատրաստել:

Երկաթի խառնուրդային էությունը հետևյալն է: Երկաթի՝ սուլֆիդը երկաթի հետ առաջացնում է որոշ քանակությամբ դյուրահալ էվտեկտիկական խառնուրդ, որը բյուրեղանում է 985°C-ում: Այդ էվտեկտիկան պողպատի ձուլադանդվածի պնդացման ընթացքում արտամղվում

և կոտորվում է հատիկների սահմաններում և բյուրեղանում պնդացման վերջին պահին: Իսկ ձուլադառնումը դառնում են ավելի բարձր ջերմաստիճանում ($1100 \pm 1200^\circ\text{C}$): Այդ ջերմաստիճանում էփռակրկան դառնում է հեղուկ վիճակում, հետևապես հատիկների միջև կապը թուլանում է և ալգ անկ ամրությունը պոդպատի չնչին լարումների ազդեցությամբ ասի քայքայվում է:

Պոդպատի մեջ բավարար քանակությամբ մանրան լինելու դեպքում, ինչպես արդեն նշված էր, երկաթի սուլֆիդի վառարեն ծծումբը հանդես է դալիս մանրանի սուլֆիդի վիճակում (MnS), որը էփռակրկան միաձուլվածք չի առաջացնում, ունի հալման բարձր ջերմաստիճան (1620°C), ոտաի նա պոդպատի մեջ, եթե չի անցել խառամին տալիս է մեկուսացված ստրուկտուրային բաղադրիչ, որն արդեն այնքան վառագալոր չէ:

Ծծմբի պարունակությունը համեմատաբար մեծ է բենեմերջան կոնվերտորներում արտադրվող պոդպատների մեջ (մինչև $0,06\%$), ավելի քիչ է հիմնալին մարտենյան և էլեկտրավառարաններում արտադրված պոդպատների մեջ (բարձրագույն պոդպատներում՝ $0,02 - 0,03\%$, սովորականներում՝ $0,01 - 0,05\%$):

Այս մասնակի պոդպատներում ծծմբի պարունակությունը դառափառլալ հասցվում է $0,15$ -ից մինչև $0,3\%$ -ի: Այդ պոդպատները պարունակում են նաև բավարար քանակությամբ մանրան, ծծումբը կապված է մանրանի սուլֆիդի ձևով, որի ստեղծված հետևանքով կարումով մշակման ժամանակ սա աքլում է դլտարեկ առաջիկ: Դա հնարավորություն է տալիս ալգպիսի պոդպատներից պատրաստված դետալները (հիմնականում նսրմալները) մշակելու ալումաումների վրա: Հոկրոսի գեպքում մապավենած գարս եկող առաջին անհարին է դարձնում դետալի մշակումն ալումաումների վրա: Այս գեպքում ծծումբը համալում է որպես օգտակար խառնուրդ:

Ֆոսֆորի մեծ քանակի ($0,1\%$ -ից ավելի) գեպքում պոդպատը դառնում է սառնաբեկան: Ֆոսֆորը լուծվելով երկաթի (ավելի ճիշտ ֆերիտի) մեջ, մեծ չալիով աղալալում (լարում) է նրա վառգալր, իջեցնում ալաոսիկությունը և, մանավանդ դալից հաժը ջերմաստիճաններում, պոդպատի գետալը հալվածի ալգեցություն առի հեղաաթլամբ է ջարդվում:

Բենեմերջան կոնվերտորներում արտադրված պոդպատի մեջ ֆոսֆորի քանակը հառնում է $0,07$ -ից մինչև $0,12\%$ -ի: Իսկ հիմնալին մարտենյան և էլեկտրավառարաններում արտադրվածներում՝ $0,04$ -ից մինչև $0,02\%$:

Ֆոսֆորով հարուստ պոդպատները նալնպես ծառալում են որպես ալումաումաալին: Սակայն այս գեպքում ֆոսֆորը լուծված չի լինում ք

երկաթում: Նրա առղը գրումում է որե է ալլ աոլրը, օրինակ՝ պղինձը: Այդպիսի պոդպատների մեջ ֆոսֆորը հանդես է գալիս երկաթի ֆոսֆիդի ձևով (Fe_3P), որը, լինելով կարձր, առաջիկ դարձնում է դառարակ:

Թթվածինը, աղոար և ջրածինը պոդպատի վառագալոր խառնուրդների թվին են պաոկանում: Թթվածինը առաջացնում է օքսիդներ, աղոար՝ նիտրիդներ (ոչ մետաղական խառնուրդներ): Ջրածինը չնչին պարունակության գեպքում պոդպատի մեջ առառնում են ճեղքվածքներ (ֆլուկեններ): Այդ բոլորը խախտում են պոդպատի հոծաթլանը և ալն դարձնում բեկան:

Մանհից ավելի շատ դադալին խառնուրդներ ունեն բենեմերջան կոնվերտորներում սառցվող պոդպատները: Մարտենյան և էլեկտրական վառարաններում, ինչպես և նոր՝ թթվածնա-կոնվերտորալին պոդպատների մեջ (վերջինում օղի փոխարեն վերից թթվածին են մղում) գագերի քանակն ավելի քիչ է:

Պոդպատների մեջ գագերի և ոչ մետաղական խառնուրդների նալգեցման արմատալան միջոցաոումը վառումում հալման կամ լցման մեթոդի կիրառումն է: Վառումում սառցված պոդպատի հառակթլաններն ահհառնումաա ալելի լալին են:

Ալապիտով, պոդպատի երալը, ստրուկտուրան և հառակթլանները կալիում են նաև արտադրաթլան կղանակից, ոտաի պոդպատ բարելալա անհրաժեշտ է առադրաթլան գառձնել նաև ալգ հառգառնալի վրա:

4. ՊՈԳՊԱՏՆԵՐԻ ՄԻԿՐՈՍՏՐՈՒԿՏՈՒԲԱՏԻՆ ԱՐԱՏՆԵՐԸ

Բացի մալրոստարալառալին արառնելից, օրինակ՝ էնկամալին փալիից, կծկումալին փխրաթլանից, ենթակեղեալին փալինելից, մաղառքելից, գոնալին և առաալարար կառալին լիվաղիալից և ալլն, մետաղական միաձուլվածքներն առեն նաև միկրոստառաներ, որոնք ալլ կամ ալլն չալիով աղղում և փոխոսում են նրանց հառակթլանները:

Պոդպատների հիմնական միկրոստրուկտուրալին արառնելից են՝ ոչ մետաղական խառնուրդները, խոշորահառիկաթլանը, փղմանառաալին ստրուկտուրան, առալնաթլանը կամ առառառան, գեպալումը, ածխածնաղրկումը, գենդրիտալին լիլաղիան և ալլն, ինչպես նաև ենթամիկրոստրուկտուրալին արառնելը, օրինակ՝ թերաղարեղներ մոգալի կառալվածքը, դիսոկաղիաները, գիսոկաղված իոնները, աղաա (վալանա) տեղերը և ալլն: Թվարված գրեթե բոլոր ստրուկտուրալին արառնելը բնորոշ են ոչ միալն պոդպատներին, ալլն, առառառալ, բոլոր մետաղական միաձուլվածքներին:

Այստեղ, ձեռնարկի ծավալի վերաբերյալ հետևանքով, համառոտակի կճանարկվեն միայն դրանցից մի քանիսը:

Պողպատի մեջ ոչ մետաղական խառնուրդները, օրինակ՝ սիլիկատները, սուլֆիդները, օքսիդները և այլն, խախտելով պողպատի հսկայական, իջեցնում են նրա ամրությունը, պլաստիկությունը, ճլրկվածությունը, դիմացկունությունը (հոգնածություն) սահմանը և այլն:

Իրենթե բոլոր խառնուրդները սառը միճակում բեկուն են, իսկ տաք միճակում՝ պլաստիկ: Պողպատի գլանման ժամանակ դրանք ձգվում և տեղաբաշխվում են կռաձգման ուղղությամբ: Նրանից պատրաստված գետնալը բեռնավորելիս այդ տեղամասերը ծառայում են որպես լարամենների համակենտրոնիչներ: Տվյալ դեպքում գետնալները, այդ տեղերով ավելի ցածր լարամենների ազդեցության տակ կարող են ճաքել և կտրվել: Հիշյալ տեղերը կարող են ծառայել որպես հոգնածության, ինչպես նաև միմյան ճաքերի զարգացման ուղղություններ:

Տվյալ պողպատի մեջ ոչ մետաղական խառնուրդների թուլացումները քանակը, մեծությունն ու ձևը դեռահատկապես համար ուլի պողպատի միլրոպասկերը համեմատում են խառնուրդների էտալոնային սանդղակի հետ (ГОСТ 1778—62):

Պողպատի գերաքանցման (սուլիդուսի պոլին մոսիկ ջերմաստիճանում), բարձր ջերմաստիճանում երկար պահելու, պողպատի ձուլողանգվածի դանդաղ սառնեցման և այլ պայմանների հետևանքով դրանում առաջանում են խառնուրդային խառնուրդներ՝ կրեմնի՝ վիդմանշտեռային ստրուկտուրա, ինտենսիվ ածխածնադրվում և օքսիդացում: Բոլորն էլ վտանգավոր երևույթներ են:

Խոշորահատիկ և մանրահատիկ պողպատների ստատիկ պայմաններում որոշված մեխանիկական հատկությունների ցուցանիշները գրեթե նույնն են, սակայն խոշորահատիկային դիմադրողական դիմադրությունը, օրինակ՝ հարվածային ճլրկվածություն, անհամեմատ ավելի փոքր է:

Վիդմանշտեռային ստրուկտուրայի առանձնահատկությունն այն է, որ էվոկոտիդից ավելացած ֆերիտը միջնաշտիկային պողպատների մեջ, երկրորդային ցեմենտիդ՝ հեռավորակալիցներում, որոնք պողպատի նորմալ ստրուկտուրայի դեպքում գտնվում են պեռլիտի հատիկի շուրջը, որպես ստրուկտուրային բաղադրիչներ տեղավորվում են նաև պեռլիտի հատիկի ներսում: Այս դեպքում նույնպես մեծ չափով նվազում է պողպատի հարվածային ճլրկվածությունը, մանավանդ, երբ հետ-էվոկոտիդային պողպատն է ունենում վիդմանշտեռային ստրուկտուրա:

Ածխածնադրվումը պողպատի ամենամասնագավոր արտաներից մեկն է: Ածխածնադրվման դեպքում փշանում է գետնալի ամենակարևոր աշխատող մասը՝ մակերևույթը, որն աշխատանքի պահին հաճախ ավելի

լարված պայմաններում է գտնվում: Նրա կարծրությունը, ինչպես և ամրությունը, դիմացկունությունը սահմանը և մաշագիմացկունությունը նվազում են: Ածխածնադրվումը կանխելու և նվազեցնելու միջոցառումը չեղարկվում է միջոցառումն ունեցող վտանգներում այն առաջացնելն է:

Պողպատի գլանման կամ, առնասարակ, կոման ընթացքում թերաբլորեզները ձգվում են կռաձգման ուղղությամբ և միկրոստրուկտուրան դառնում է սողային: Ուղղվում են հատիկների սահմանները (սահմանալին նյութը, ոչ մետաղական մասնիկները): Այդ դեպքում պողպատի հատկությունները թեղքերի երկայնական և լայնական ուղղություններով տարբեր են լինում: Հավասարառանցք, հետևապես և քլասիկոտրոպային ստրուկտուրան դառնում է անիզոտրոպ: Երկայնական ուղղությամբ հարվածային ճլրկվածությունը (դիմադրությունը հարվածին) նվազում է, իսկ լայնական ուղղությամբ՝ աճում, վստահում են պողպատի սառը դրոշմման և կտրման մշակման տեխնոլոգիական հատկությունները:

Պողպատի հատկությունների փոփոխման վրա առավել մեծ չափով ազդում են ենթամիկրոստրուկտուրային արտաները (թերաբլորեզի մոդալի կառուցվածքը, դիսլոկացված իոնները և այլն): Դրանք բյուրեղային վանդալի կառուցվածքի անհշտություններն են, որոնք հատուկ են ժամանակակից տեխնիկայի միջոցներով արտադրված մետաղի կառուցվածքի բնույթին, շատ նպաստավոր՝ մեխանիկական ռուշ հատկությունների համար:

2. ԱԾԽԱԾՆԱԳԻՆ ՊՈՂՊՈՏՆԵՐԻ ԴԱՍԱԿԱՐԳՈՒՄԸ

ԵՎ ՏԵՍԱԿԱՆՈՒՄԸ

Տեխնիկայի դանդաղան պահանջները բավարարելու համար կիրառվում են մեծ քանակությամբ տարբեր բաղադրությամբ, հետևապես և տարբեր հատկություն ունեցող, պողպատներ: Այդ պողպատները միմյանցից հեշտությամբ տարբերելու, նրանց ուսումնասիրման գործը թեթևացնելու և տարբեր աշխատանքային պայմանների համար համապատասխան հատկություններով նյութի ընտրումը հնարավոր դարձնելու համար անհրաժեշտ է լինում ենթակել դրանց դասակարգման և տեսական շման:

Տեխնիկայում կիրառվող բոլոր պողպատները հիմնականում դասակարգվում են՝ ըստ քիմիական բաղադրության, ըստ ստրուկտուրայի, ըստ կիրառման և ըստ արտադրության եղանակի հատկանիշների (արտադրության եղանակն է հիմնականում բնորոշում պողպատի որակը):

Ըստ բաղադրության հատկանիշի բոլոր պողպատները բաժանվում են երկու մեծ խմբի՝ ածխածնային պողպատների և լեգիրված պողպատների:

Ածխածնային պողպատները, ըստ ստրուկտուրային հատկանիշի, թրծաթաղված վիճակում բաժանվում են՝

1) Մինչէվտեկտոիդային պողպատների, որոնց ստրուկտուրայում առկա է նաև էվտեկտոիդից ավելացած ֆերիտը:

2) էվտեկտոիդային պողպատի, որի ստրուկտուրան բաղկացած է միայն պեռլիտից:

3) Հետէվտեկտոիդային պողպատների, որոնց ստրուկտուրան պարունակում է նաև էվտեկտոիդից ավելացած ցեմենտիտ:

Այսպիսի դասակարգումը թեթևացնում է պողպատների ուսումնասիրման գործը, նույն խմբին պատկանող պողպատներն ունեն նման ստրուկտուրային բաղադրիչներ, նույն քանակի կրիտիկական կետեր և այլն:

Ըստ կիրառման հատկանիշի ածխածնային պողպատները բաժանվում են կոնստրուկցիոն և գործիքային պողպատների: Հատուկ անդ են զբաղվում սովորմատային խմբի պողպատները:

Կոնստրուկցիոն պողպատները իրենց հերթին ստորաբաժանվում են սովորական և որակավոր պողպատների, իսկ գործիքային պողպատները՝ որակավորների և բարձրորակների: Որակավոր պողպատների մեջ վտանգավոր խառնուրդների (S,P) առկայությունը հասնում է մինչև 0,05-ի, իսկ բարձրորակներում՝ 0,03%-ից ոչ ավելի:

Սովորական որակի կամ ընդհանուր նշանակման ածխածնային կոնստրուկցիոն պողպատները, ըստ ГОСТ 380—60-ի, ստորաբաժանվում են երեք խմբի՝ А, Б և В:

А խմբի քիմիական նշանակման պողպատները մատակարարվում են ըստ մեխանիկական հատկությունների: Դրանք չեն ենթարկվում ջերմամշակման, կռման, դրոշմման և եռքի, այլ կիրառվում են մատակարարված (համ) վիճակում: Դրանք ГОСТ-ով երաշխավորվում են ըստ մեխանիկական հատկությունների (աղ. 14):

Աղյուսակ 14

А БՄԲԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՆՇԱՆԱԿՄԱՆ ՊԱՂՊԱՏՆԵՐԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ ԵՎ ՄԵՏԱՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԻՋԻՆ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԻՆԵՐԸ

Պողպատի տեսականիշը	Ամրության սահմանը՝ σ_b կգ/մմ ²	Պայմանական հոսու-նության սահմանը՝ $\sigma_{0.2}$ կգ/մմ ² (ոչ պակաս)	Հարաբերական երկարացումը՝ $\delta_5\%$ (ոչ պակաս)
Ст.0	≥ 32	—	22
Ст.1, Ст.1кп	32—40	—	33
Ст.2, Ст.2кп	34—42	22	31
Ст.3, Ст.3кп	38—47	24	21—27
Ст.4, Ст.4кп	42—52	26	21—25
Ст.5	50—62	28	15—21
Ст.6	60—72	31	11—16
Ст.7	70 և ավելի	—	8

Ст ինդեքսը կարգացվում է сталь (պողպատ): Թվերը (1, 2, 3 և այլն) պողպատի տեսակի հերթական համարներն են: Որքան թիվը մեծ է, այնքան պողպատի պարունակած ածխածինը շատ է և, այդ պատճառով, այնքան ամրությունը՝ բարձր, իսկ պլաստիկությունը՝ ցածր: Кп ինդեքսը նշանակում է кипящая (եռացող), пс-ը՝ полуспокойная (կիսաճանդարա): Առանց այդպիսի, ինդեքսի՝ պողպատը հանդարտ է (спокойная):

Եթե սպառող գործարանը պողպատը պետք է ենթարկի տաք մշակման (կռման, դրոշմման, և այլն), դեռալի նախապատրաստվածքը, այլ պայմաններում սառելով, կարող է ձևոք բերել այլ ստրուկտուրա, հետևապես այլ հատկություններ: Այդ դեպքում սպառողին ավելի շատ է հետաքրքրում պողպատի բաղադրությունը, որովհետև բաղադրությունը է պայմանավորված պողպատի տաք մշակման սեփմը և շինվածքի վերջնական ստրուկտուրան ու մեխանիկական հատկությունները: Այդ պատճառով մյուս՝

Б խմբի քիմիական նշանակման կոնստրուկցիոն պողպատները ГОСТ-ով երաշխավորվում ու մատակարարվում են ըստ իրենց քիմիական բաղադրության (աղ. 15):

Б խմբի պողպատների առանձնահատկությունների մասին զբոսով են М, К կամ В տառերը, որոնք ցույց են տալիս արտադրության եղանակը՝ М-մարտենիչան, К-կոնվերտորային և В-բեսեմերչան:

Աղյուսակ 15

Б БՄԲԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՆՇԱՆԱԿՄԱՆ ՊԱՂՊԱՏՆԵՐԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐՆ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԸ

Պողպատի տեսականիշը	Ածխածին	Միջին խմբի	Մանրան	Ծծումբ	Ֆոսֆոր
МСт.0	$\leq 0,23$	—	—	0,070	0,060
МСт.1кп, КСт.1кп	0,06—0,12	$\leq 0,0505$	0,25—0,50	0,045	0,055
МСт.2кп, КСт.2кп	0,09—0,15	$\leq 0,07$	0,25—0,50	0,045	0,055
МСт.3кп, КСт.3кп	0,14—0,22	$\leq 0,07$	0,30—0,60	0,045	0,055
МСт.3	0,14—0,22	0,12—0,30	0,40—0,65	0,045	0,055
МСт.4кп, КСт.4кп	0,18—0,27	$\leq 0,07$	0,40—0,70	0,045	0,055
МСт.4	0,18—0,27	0,12—0,30	0,40—0,70	0,045	0,055
МСт.5	0,28—0,37	0,15—0,35	0,50—0,80	0,045	0,055
МСт.6	0,38—0,49	0,15—0,35	0,50—0,80	0,045	0,055
МСт.7	0,50—0,62	0,15—0,35	0,50—0,80	0,045	0,055

В խմբի սովորական որակի ածխածնային շիկազնված պողպատները երաշխավորվում ու մատակարարվում են միաժամանակ ըստ մեխանիկական հատկությունների և ըստ բաղադրության: Դրանք արտադրվում են միայն մարտենիչան վառարաններում և կիրառվում եռակցվող կոնստրուկցիաներում:

Այդ խմբի պողպատների տեսականիչների առջև դրվում է B տառը: Օրինակ՝ BCт.1, որն ունի СТ.1 տեսականիչի պողպատի մեխանիկական հատկություններ (այ. 14) և МСг.1кп պողպատի բաղադրություն (այ. 15): Նույնը կարելի է ասել նաև BCт.2-ի, BCт.3-ի մասին և այլն:

Որակավոր կոնստրուկցիոն ածխածնային պողպատները երաշխավորվում ու մատակարարվում են ըստ քիմիական բաղադրության, օրովհետև սրանցից են հիմնականում պատրաստվում այն զենայները, որոնք հաճախ ենթարկվում են ջերմային մշակման:

Որակավոր կոնստրուկցիոն ածխածնային պողպատները բաժանվում են երկու խմբի.

I խումբը՝ մանգանի նորմալ պարունակությամբ,

II խումբը՝ մանգանի նորմալից բարձր պարունակությամբ:

I խմբի պողպատների տեսականիչներն են՝ 05кп, 08кп, 08, 10кп, 10, 15кп, 15, 20кп, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85: Այս թվերը ցույց են տալիս պողպատի մեջ ածխածնի միջին պարունակությունը հարյուրերորդական տոկոսով:

II խմբի որակավոր կոնստրուկցիոն ածխածնային պողպատների տեսականիչներն են՝ 15Г, 20Г, 25Г, 30Г, 35Г, 40Г, 45Г, 50Г, և 60Г:

Թվերը պողպատի մեջ ածխածնի միջին պարունակությունն է հարյուրերորդական տոկոսով, իսկ Г տառը ցույց է տալիս, որ այդ պողպատները պարունակում են մոտավորապես 1% մանգան ($0,7 \div 1,0\%$):

Բացի սրանցից, պատրաստվում են ևս երկու տեսականիչի պողպատներ՝ 65Г և 70Г, որոնցում մանգանի պարունակությունը 0,9-ից մինչև $1,2\%$ է:

Որակավոր ածխածնային գործիքային պողպատների տեսականիչներն են՝ У7, У8, У9, У10, У11, У12, У13, որտեղ У տառը պետք է կարդալ՝ ածխածնային գործիքային պողպատ (углеродистая инструментальная сталь): Թվերը ածխածնի միջին պարունակության տասներորդական տոկոսներն են, օրինակ՝ У8-ում $0,8\%$ С, У12-ում՝ $1,2\%$:

Բարձրորակ ածխածնային գործիքային պողպատների տեսականիչներն են՝ У7А, У8А, У8ГА, У9А, У10А, У11А, У12А և У13А: А տառը ցույց է տալիս, որ պողպատը բարձրորակ է, ընդ որում, ինչպես նշվեց, ժամրի և ֆոսֆորի պարունակությունը հասցված է նվազագույնի ($S \leq 0,02$, $P \leq 0,03\%$): У8ГА տեսականիչի պողպատի մեջ Мп-ի պարունակությունը հավասար է $0,35-0,6\%$ -ի, իսկ մնացածներում այն չի գերազանցում $0,3\%$ -ից:

У7, У7А, У8 և У8ГА տեսականիչի պողպատները կիրառվում են հարվածի պայմաններում աշխատող գործիքների համար, իսկ բարձրաձրաժանային պողպատները, որոնց ճլուխները սովորի ցածր է, երբ

գործիքը ենթակա չէ հարվածների, պահանջվում է բարձր կարծրություն գործիքի մաշակայունությունն ապահովելու համար:

Ավտոմատային պողպատների տեսականիչներն են А12, А20, А30 և А40Г (ГОСТ 1414—54), որտեղ թվերը ցույց են տալիս ածխածնի պարունակությունը հարյուրերորդական տոկոսով:

Տարբեր տեսակի ածխածնային պողպատների և այլ մետաղյա արտադրանքների մասին ավելի մանրամասն տեղեկություններ կարելի է գտնել ГОСТ 380—60, ГОСТ 9543—60-ում և այլ ուսանդարտներում:

IX ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԱՌԱՋԱԳՐԱՆԵՐԸ

1. Ածխածնային պողպատները դասակարգել ըստ ստրուկտուրային հատկանիշի թրծաթոգված վիճակում:

2. Նկարագրել և սխեմատիկորեն նկարել պողպատների միկրոստրուկտուրան ածխածնի 0,01, 0,2, 0,6, 0,8 և $1,2\%$ -ի պարունակության դեպքում, սլաքներով ցույց տալով առանձին ստրուկտուրային բաղադրիչները:

3. Գծել $Fe-Fe_3C$ ֆուտեմի վիճակի դիագրամի ներքևի ձախ մասը և որոշել պեղիտի ու ֆերիտի քանակական հարաբերությունը 20 և 60 տեսականիչի պողպատների մեջ:

4. Հիմնվելով կուռնակով-Մատիսենի դրոյթի վրա, որոշել հիշյալ պողպատների մոտավոր կարծրությունը ըստ Բրինելի, ամրությունը սահմանը, հարաբերական երկարացումը և տեսակարար կշիռը:

5. Որոշել ածխածնի մոտավոր պարունակությունը ածխածնային պողպատների մեջ, եթե զբաղեց միկրոստրուկտուրայում պեղիտը կազմում է 20 և 60% :

ԱՇԽԱՏԱՆՔ X

ԶՈՒԳՈՒՆՆԵՐԻ ՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՅԻՆ ԲԱՂԱԴՐՈՒՋՆԵՐԸ ԵՎ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

1. ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Երկու տոկոսից ավելի ածխածին պարունակող երկաթ-ածխածնային միահալվածքները կոչվում են չուգուններ (թուջեր): Ածխածնի տոկոսը չուգունի մեջ, ըստ $Fe-C$ միահալվածքների վիճակի դիագրամի, հասնում է 6,67-ի, սակայն գործնականում օգտագործվող չուգունների մեջ ածխածնի քանակը տատանվում է $2,5 \div 3,5\%$ -ի սահմաններում:

Շնորհիվ իրենց բավականաչափ բարձր մեխանիկական հատկությունների, էժանություն, լավ ձուլման հատկությունների (համեմատա-

բար ցածր հորմոն ջերմաստիճանի, լավ հեղուկահոսունակության, փոքր կծկվածքի) և լավ մշակելիական (կարող դործիքով), չափաները՝ որպես կոնստրուկցիան նյութ մեքենաշինության մեջ քանակապես դրուվում են տառջին տեղը, հետևաբար, միանգամայն հանկանայի է, որ նրանց ուսումնասիրության վրա անհրաժեշտ է ատմիկ մեծ աշակրտություն պարճնել:

Չափունները, պոպոլասների հետ համեմատում, ավելի բարձր բույժականություններ միահալվածքներ են, որովհետև նրանց մեջ նույն ասիություն խառնուրդների պարունակումը ավելի շատ է, քան պոպոլասների մեջ, որանց ազդեցությունը չափունի ստրուկտուրայի և հատկությունների վրա պզալի է:

Նույն չափունի բաղադրությունը (նրա մեջ գտնվող խառնուրդների քանակին և դրանց քանակական հարաբերությունը), ձուլվածքի սառնցման արագությունը և նրա հետագա փրկամշակմանը, նրա մեջ գտնվող ածխածինը հանցես է գույնը կա՛մ, հիմնականում, ապառ փրկումը՝ դա՛մբիտի ձևով, կա՛մ լիովին երկուսի հետ քիմիական կուպիված փրկումը, ցեմենտիտի ձևով, Սևաջին գեպրում չափունը կոչվում է պոք չափուն, երբնուրդ գեպրում՝ սպիտակ չափուն:

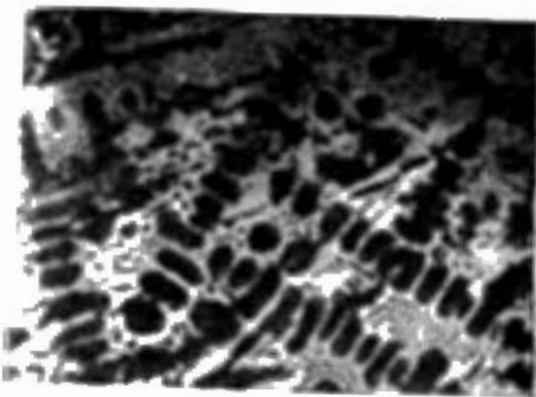
Սպիտակ չափունը, իր մեծ կարծրությունը և բեկունակություն պատահաով, անխնդրում, որպես կոնստրուկցիան նյութ, գրեթե չի ոգտագործվում: Սրա չափով օգտագործվում է, ալուպեո կոչված, սպիտակապիված (ОТБЕЛЕННЫЙ) չափունը: Այդպես են աճեմանում չափունը, երբ ձուլվածքի արատքին շիտար օրոշ խորություններ անենում է սպիտակ չափունի ստրուկտուրա, իսկ խորքը՝ պոքի: Այսպիսի չափունի պատրաստում են, օրինակ, դրանոց գտնալներ, երբնաթաղանթն փաղոնները անիվներ, խափիլի կարպ եզրերը և այլն: Կեկի չափուն պատրաստելիս ձուլվածքը սկզբում անենում է սպիտակ չափունի ստրուկտուրա:

Սպիտակ չափունի ստրուկտուրան նշված է VԵ ԻԸ Հ միանարվածքների փրկայի գրադամում: Մինչև փակեկտիկան չափունի (2-4-3) Հ պարունակելու գեպրում) ստրուկտուրան բույլապատ է պեղիտից, բեքերուրիտից և երկրորդային ցեմենտիտից, Լիտեկտիկան չափունի (1-3) Հ պարունակելու գեպրում) միտին լիկերուրիտից, հեմիկտիկանիտիտիտից՝ լեզերուրիտից և ուսալնուլին ցեմենտիտից: Այս չափունների միկրոստրուկտուրաները պատկերները բերված են, համապատասխանաբար, նկ. 61, նկ. 62 և նկ. 63-ում:

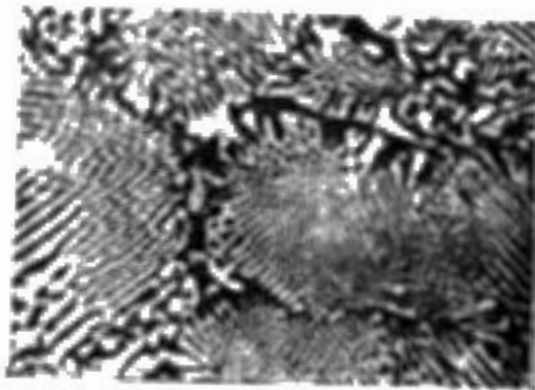
Ինչպես ցույց է տալիս այդ չափունների միկրոստրուկտուրաների դնումը, գրանց հիմքը կազմում է ցեմենտիտը (պեղիտի հատիկները կամ ալկալիտները չափապատված են ցեմենտիտով), և յո՛ւնի որ ցեմենտիտը շատ կարծր է, ալը պատճառով որանք մեկան են և:

146

որպես կոնստրուկցիան նյութ՝ ոչ սպիտակի, ճեմենտիտում ոգտագործվող չափունները հիմնականում պոք չափուններն են:



Նկ. 61. Մինչև փակեկտիկան սպիտակ չափունի միկրոստրուկտուրան՝ պեղիտ, լիկերուրիտ և երկրորդային ցեմենտիտ, 500X:



Նկ. 62. Էփանկտիկան սպիտակ չափունի մեկրոստրուկտուրան՝ լիկերուրիտ, 500X:



Նկ. 63. Հեմիկտիկան սպիտակ չափունի միկրոստրուկտուրան՝ ուսալնուլին ցեմենտիտ և լեզերուրիտ, 500X:

2. ԳՈՐԾ ԶՈՒԳՈՒՆՆԵՐ

Գորշ շագանների մեջ ածխածինը դասվում է դիստորմացիա ազատ գիծաձև՝ գրաֆիտի ձևով: Սրա կոտրվածքն ունի գորշ գույն, սրտեղից և ծաղեկ է նրա տեսքը:



Չագանի մեջ գրաֆիտի դասայումը (գրաֆիտացումը) բաժանված է բարդ պրոցեսների առկայանք է, կախված է մի ամբողջ շարք պրոցեսներից: Մակայն հիմնականում նրա գրաֆիտացման պրոցեսի վրա ազդում են նրա քիմիական բաղադրությունը և մաշվածքի սառնցման արագությունը: Գրաֆիտացումը նյութատար ասարեքի բժին են պատկանում C-ը, Si-ը, Al-ը:



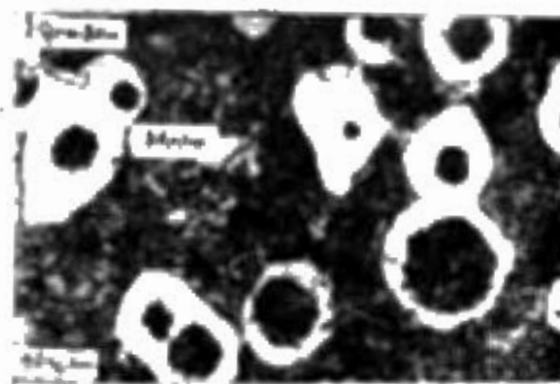
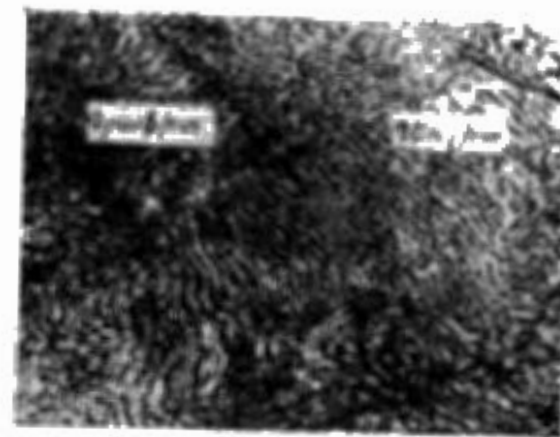
Նկ. 66. Ֆերիտային գորշ շագանի միկրոստրուկտուրան՝ ֆերիտ և չեքաժուր գրաֆիտ: 140 X:

Նկ. 64. Հասարակ գորշ շագանի միկրոստրուկտուրան՝ սղորկաձից նեռա (նախքան խաժառանգը): Սե մասը չեքաժուր գրաֆիտի մոտիվներ են, «պրոսեր»՝ մեռողական հիմքը: 120 X:



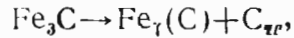
Նկ. 65. ա) Ֆերիտալոյիտային գորշ շագանի միկրոստրուկտուրան՝ ֆերիտ, պեռլիտ և չեքաժուր գրաֆիտ:
բ) պեռլիտային գորշ շագանի միկրոստրուկտուրան՝ պեռլիտ և չեքաժուր գրաֆիտ: 275 X:

Նկ. 67. Մոլիբդենային պեռլիտային գորշ շագանի միկրոստրուկտուրան՝ պեռլիտ և մոնո չեքաժուր գրաֆիտ: 200 X:

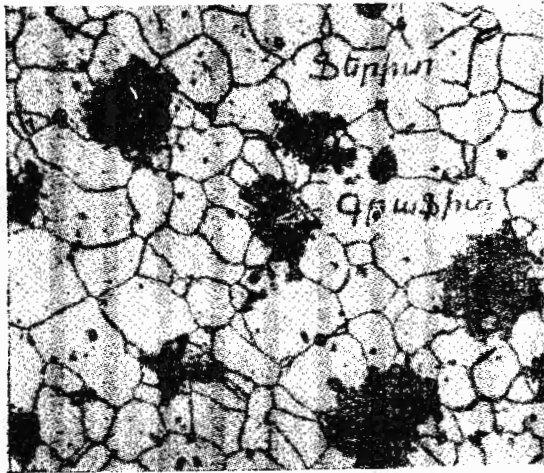


Նկ. 68. Մարմարային շագանի միկրոստրուկտուրան՝ պեռլիտ և ֆերիտ: 100 X:

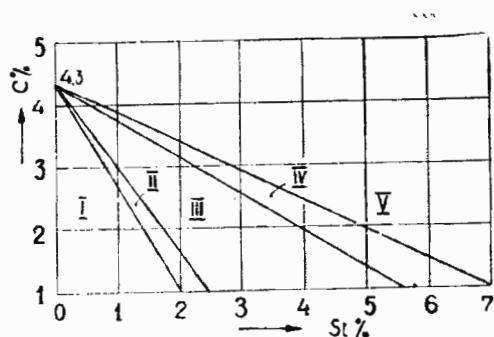
Ni-ը, Cu-ը և արիշ տարրերը: Ձուգունի մեջ այս տարրերի բաղադրությունը որոշակի քանակի դեպքում, լարձը չհիմնաստիճանում (723° -ից բարձր), ցեմենտիտը գոյացվում է՝



այսինքն՝ ցեմենտիտը քայքայվում է, առաջացնելով առատներում և գրաֆիտ: 723° -ից ցածր չհիմնաստիճանում ցեմենտիտի քայքայումից առաջանում են ֆերիտ և գրաֆիտ (լարձը չհիմնաստիճանում և երկար ժամանակամիջոցում):



Նկ. 69. Ֆերիտային կռելի չուգունի միկրոստրուկտուրան՝ ֆերիտ և մաթիլաձև գրաֆիտ: $165 \times$:



Նկ. 70. Ձուգունի ստրուկտուրային գիտագրամը (Մատրերի գիտագրամ):

Այս կամ այն ստրուկտուրայի չուգուն ստանալու համար հիմնականում փոփոխում են գրանում սիլիցիումի քանակը: Նկ. 70-ում բերված է, այսպես կոչված, չուգունի ստրուկտուրային (Մատրերի) գիտագրամը: Այդ գիտագրամը չուգունի մեջ սիլիցիումի և ածխածնի պարունակությունը փոխադարձ կապն է, երբ չուգունը ձևոք է բերում այս կամ այն ստրուկտուրան: Դա ձուլվածքի պատի սրուչակի (50 մմ) հաստու-

թյան դեպքի համար է (ձուլվածքի պատի հաստությունը է պայմանավորվում նրա ստեղծման արագությունը), երբ հեղուկ չուգունը լցվում է հողե կաղապարի մեջ:

Ճառագայթաձև գծերը գիտագրամը բաժանում են հինգ տեղամասի:

I տեղամասում չուգունի ստրուկտուրան կլինի $\text{P} + \text{L}$, որը սպիտակ չուգունի ստրուկտուրա է:

II տեղամասում ստացվում է $\text{P} + \text{L} + \text{Gr}$ ՝ կիսախառը չուգուն (ПОЛОНН ЧУГУН): Այսպես լեգերումը սպիտակ չուգունի ներկայացուցիչն է, իսկ գրաֆիտը՝ գորշ չուգունի:

III տեղամասում չուգունի ստրուկտուրայում կստացվի $\text{P} + \text{Gr}$ ՝ պեպիտային գորշ չուգուն (նկ. 65-բ):

IV-ում՝ $\text{P} + \text{F} + \text{Gr}$ ՝ պեպիտաֆերիտային չուգուն (նկ. 65-ա):

V-ում՝ չուգունի ստրուկտուրան կլինի $\text{F} + \text{Gr}$ ՝ ֆերիտային չուգուն (նկ. 66):

Այսպիսի ստրուկտուրային բաղադրիչներ են ստացվում չուգունում՝ կախված նրա գրաֆիտացման աստիճանից:

Օրինակ: Եթե անհրաժեշտ է ձուլվածքում ստանալ պեպիտային հիմքով գորշ չուգուն, 3% ածխածին պարունակելու դեպքում, սիլիցիումի քանակը պետք է լինի $1-2\%$ -ի սահմաններում: Բովախառնուրդը պետք է հաշվարկել այնպես, որ չուգունի մեջ մնա միջին թվով $1,6\%$ Si: (Դիագրամի օրգինատային առանցքի $3\% \text{C}$ -ի մակարդակով շարժվում ենք դեպի աջ՝ մինչև նրա III տեղամասի միջին մասը, այդտեղից իջնում և արացիաների առանցքի վրա կարդում սիլիցիումի անհրաժեշտ քանակը):

Գույություն ունի այդպիսի մի այլ գիտագրամ (կլինգենշտեյնի գիտագրամը), որի միջոցով ձուլվածքի տվյալ ստրուկտուրան ստանալու համար որոշվում է ածխածնի և սիլիցիումի գումարի քանակը չուգունում՝ կախված ձուլվածքի պատի հաստությունից (ստեղծման արագությունից):

Նայած չուգունի ձուլվածքի արտադրության տեխնոլոգիական պրոցեսի եղանակին և նրա հետագա ջերմային մշակմանը, ստացվում են չուգունի հետևյալ հիմնական տեսակները.

- 1) գորշ չուգուն (ստուրակային),
- 2) մոդիֆիկացված չուգուն,
- 3) բարձրամուր չուգուն,
- 4) կռելի չուգուն:

Դրանք բոլորն էլ գորշ չուգուններ են, որոնք միմյանցից տարբերվում են իրենց գրաֆիտային արտադասովածքների ձևով, մեծությունով, մեկուսացման աստիճանով և այլն:

Ձուգունի մեխանիկական հատկությունների վրա նրա գրաֆիտային արտադասովածքների ազդեցությունը այնքան մեծ է ու էական, որ

ГОСТ 3443—46-ով գրանք դասակարգված են ըստ մի շարք հատկանիշների:

Դրանց գնահատման համար մշակված և կիրառվում են հատուկ սանդղակն է:

Գորշ չափումում գրաֆիտի մասնիկները դասակարգվում են ըստ հետևյալ հատկանիշների՝ ըստ չափերի, քանակի, փոխադարձ մեկուսացման աստիճանի, ուղղագծուծյան աստիճանի, կոնֆիգուրացիայի և բաշխվածության բնույթի:

1) Ըստ չափերի գրաֆիտային արտադատվածքները չափանի մեջ բաժանվում են ութ համարների՝ N1, N2, N3, , N8: Յուրաքանչյուր համարի գրաֆիտի չափերը որոշվում են հետևյալ ֆունկցիոնալ կախվածությունից՝

$$l=2^{8-N} \text{ մմ, որտեղ}$$

l -ը գրաֆիտի մասնիկի միջին երկարությունն է, 100 անգամ մեծացնելու դեպքում,

N-ը՝ գրաֆիտի մասնիկի սառնադարտ համարը:

Հետևապես, N1 գրաֆիտի իրական երկարությունը կլինի՝

$$l = \frac{2^{8-1}}{100} = 1,28 \text{ մմ, իսկ N8-ինը՝ } 0,01 \text{ մմ:}$$

Գործնականում, ըստ այդ հատկանիշի, տվյալ չափանի գրաֆիտային արտադատվածքների համարը որոշելիս դիմում են էտալոնային սանդղակին (նկ. 71):

Տվյալ ստրուկտուրան, որի գրաֆիտային արտադատվածքներն անհրաժեշտ է գնահատել, համեմատում են այդ (նկ. 71) սանդղակի հետ, նմանեցնում և որոշում գրաֆիտի համարը: N1, N2, N3 և N4 գրաֆիտը համարվում է խոշորահատիկ, N5 և N6-ը՝ միջին մեծությամբ, իսկ N7 և N8-ը՝ մանրահատիկ գրաֆիտ: Հասկանալի է, որ N1 խոշորահատիկ գրաֆիտ ունեցող չափանի մեխանիկական հատկություններն ամենացածրն են, իսկ N8-ինը՝ ամենաբարձրը:

2) Ըստ քանակի նույն ГОСТ-ով չափանի գրաֆիտի արտադատվածքները բաժանվում են 6 կարգի՝ Г02, Г05, Г08, Г11, Г14 և Г15: Г02 կարգի դեպքում միկրոշիֆի մակերեսի մոտ 20%-ը պատվում է գրաֆիտը, Г15-ի դեպքում՝ 150%-ից ավելին:

3) Ըստ փոխադարձ մեկուսացման աստիճանի գրաֆիտային արտադատվածքները բաժանվում են հինգ տեսակի՝

Г1—ցանցաձև գրաֆիտային արտադատվածքներ,

Г2—քիչ մեկուսացված,

Г3—միջին չափով մեկուսացված,

Г4—մեծ չափով մեկուսացված,

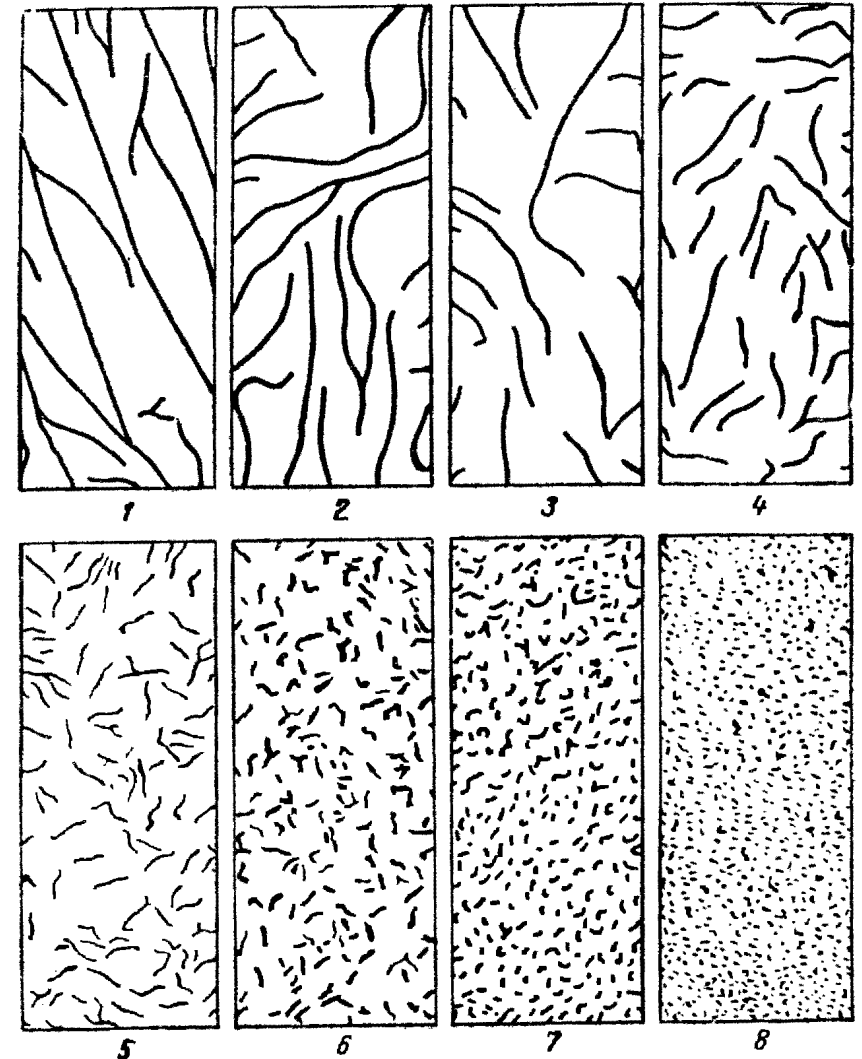
Г5—լրիվ մեկուսացված գրաֆիտային արտադատվածքներ:

4) Ըստ ուղղագծուծյան աստիճանի գրանք բաժանվում են երեք տեսակի՝

Гр1—ուղղագիծ գրաֆիտային արտադատվածքներ,

Гр2—միջին աստիճանի խճճված,

Гр3—խճճված գրաֆիտային արտադատվածքներ:



Նկ. 71. Չափանի գրաֆիտային արտադատվածքների չափերի դասակարգման սանդղակը ըստ ГОСТ-ի, 100X մեծացնելիս:

5) Ըստ կոնֆիգուրացիայի (եզրաձևի) գնահատելու համար ընդունված է հաշվի առնել դրանց երկարությունը հարաբերությունը հաստությունը: Ըստ կոնֆիգուրացիայի դրանք բաժանվում են վեց ենթախմբի՝ Դո1, Դո2, Դո3, Դո4, Դո5 և Դո6: Դո1 ենթախմբի գրաֆիտային արտադատվածքների երկարությունը հարաբերությունը նրա հաստությունը հավասար է 3-ի, Դո6-ինը՝ ավելի քան 40-ի:

6) Ըստ բաշխվածության բնույթի գրաֆիտային արտադատվածքները գորշ չուգունի մեջ բաժանվում են չորս ձևի՝

- 1) միջգենդրիտային գրաֆիտ,
- 2) ցանցաձև գրաֆիտ,
- 3) վարդաձև գրաֆիտ,
- 4) խճճված գրաֆիտային արտադատվածքներ:

Տվյալ չուգունի գրաֆիտային արտադատվածքների տեսակն ստուգելու համար նրա միկրոստրուկտուրան համեմատում են թված հատկանիշներով էտալոնային պատկերների հետ, ընտրում, նմանեցնում որևէ մեկին և, այսպիսով, տալիս դրանց, հետևապես և այդ չուգունի հատկությունների, գնահատականը:

Գորշ (սովորական) չուգունի մեջ գրաֆիտային արտադատվածքները շերտավոր են (ավելի ճիշտ թեփուկաձև), ստացվում են այն դեպքում, երբ չուգունի որակը լավացնելու համար ոչ մի հատուկ միջոցառում չեն ձեռնարկում: Այդ չուգունի մեջ գրաֆիտային արտադատվածքների քանակը և չափերը մեծ են, մեկուսացված չեն (նկ. նկ. 64, 65, 66): Այդ պատճառով նման չուգունի ինչպես ամրություն, այնպես էլ պլաստիկության ու ճլուխյան հատկությունների ցուցանիշները ցածր են:

Չնայած այդ չուգունների կարծրությունն այնքան բարձր չէ, սակայն դրանք շատ բեկուն են, որովհետև դրանց գրաֆիտը, ունենալով չնչին ամրություն և լինելով շերտավոր, կտրտում և մասերի է բաժանում դրանց մետաղական հիմքը:

Չուգունի մեխանիկական հատկությունների ցուցանիշների մեծությունները խիստ կախված են ինչպես նրա պարունակած գրաֆիտային արտադատվածքների չափերի մեծությունից, ձևից, քանակից և այլն, այնպես էլ նրա մետաղական հիմքի ստրուկտուրայի բնույթից:

Ըստ գրաֆիտացման աստիճանի լիակատարության (որը, ինչպես արդեն նշվել է, կախված է նրա պարունակած տարրերի քանակի փոխհարաբերությունից և ձուլվածքի սառեցման արագությունից), բոլոր տեսակի գորշ չուգունների մետաղական հիմքի ստրուկտուրան պեռլիտային, ֆերիտա-պեռլիտային կամ ֆերիտային է:

Հետևապես, գորշ չուգունը պողպատ է, որը պարունակում է նաև գրաֆիտ: Համեմատաբար բարձր են պեռլիտային չուգունի ամրության

ցուցանիշները, իսկ ֆերիտային չուգունինը՝ պլաստիկությունն ու ճլուխյունը:

Մոդիֆիկացված (ձևափոխված) չուգունի մեջ գրաֆիտային արտադատվածքները թեև նույնպես շերտավոր են, բայց դրանք համեմատաբար ավելի մանր են և ավելի մեծ չափով մեկուսացված: (Համեմատեք այդ չուգունի միկրոստրուկտուրան (նկ. 67) սովորական գորշ չուգունի ստրուկտուրայի հետ): Այդ պատճառով տվյալ չուգունի ամրությունն ավելի մեծ է, քան սովորական գորշ չուգունինը:

Բարձրամուր չուգունի մեջ գրաֆիտային արտադատվածքներն ուղղակի գնդաձև են, հետևապես, մեծ չափով մեկուսացված (նկ. 68): Այստեղից է բխում այդ չուգունի բարձր ամրությունը: Նշանակալից այն է, որ այդ չուգունն ունի միաժամանակ և՛ բարձր պլաստիկություն, և՛ որոշ ճլուխյուն, որոնք ժամանակին լուրահատուկ էին միայն կռելի չուգունին:

Բարձրամուր չուգունը պատկանում է մոդիֆիկացված չուգունների շարքին: Այդպիսի չուգուն ստանում են կրկնակի մոդիֆիկացման միջոցով, նախ մագնեզիումով, ապա ֆերիտիլիցիումով: Երբ այդ չուգունի ստացման տեխնոլոգիական պրոցեսում հալթահարվեն որոշ խոչընդոտներ, այն կարող է փոխարինել ոչ միայն կռելի չուգունին, այլև, շատ դեպքերում, նաև պողպատին: Կռելի չուգունի մեջ փաթիլաձև գրաֆիտն ստացվում է համեմատաբար երկարատև թրծաթողման շնորհիվ, իսկ բարձրամուր չուգունի մեջ նա ստացվում է դեղիկաձև, ուղղակի ձուլվածքում: Դա այս չուգունի տեխնոլոգիական մեծ առավելությունն է:

Շնորհիվ այդ չուգունի գրաֆիտային արտադատվածքների ձևի, նրա ամրության և պլաստիկության հատկությունների ցուցանիշները շատ մոտ են պողպատի նույնանման ցուցանիշներին: Այդ պատճառով վերջերս հաճախ պողպատյա զետախների փոխարեն օգտագործում են այս չուգունից պատրաստված ձուլվածքներ:

Կռելի չուգունի մեջ գրաֆիտը փաթիլաձև է (նկ. 69), որի ըստացման համար ձուլվածքները պատրաստում են սպիտակ չուգունից, հետո այն ենթարկում թրծաթողման և ստանում կռելի չուգուն:

Լեգերությունում գտնվող ցեմենտիտը և երկրորդային ցեմենտիտը թրծաթողման ընթացքում քայքայվում են, ստացվում է փաթիլաձև գրաֆիտ (որը երբեմն անվանվում է թրծաթողման գրաֆիտ): Եթե թրծաթողման պրոցեսը ավարտենք նրա առաջին փուլում, ապա կլստացվի պեռլիտային մետաղական հիմքով կռելի չուգուն: Սակայն առավել մեծ կիրառում ունի ֆերիտային մետաղական հիմքով կռելի չուգունը, որի ստացման համար թրծաթողումը շարունակում են ավելի ցածր ջերմաստիճանում: Թրծաթողման այդ փուլում քայքայվում է նաև

պեղիտում գտնվող ցեմենտի, ստացվում է ֆերիտային մետաղական հլմքով կռելի չուգուն:

Թեև այս չուգունը անվանվում է կռելի չուգուն, սակայն չուգունները, այդ թվում և այս չուգունը, չեն կոտմ: Չուգունն զետախները պատրաստվում են միայն ձուլման եղանակով:

Շնորհիվ իրենց գրաֆիտային արատադատվածքների ձևի, համեմատած գորշ (սովորական) չուգունների հետ, կռելի չուգուններն ունեն բավականին բարձր հարաբերական երկարացման ցուցանիշ ($\epsilon=2\div12\%$), մինչդեռ սովորական գորշ չուգունի այդ ցուցանիշը 0.3% -ից պակաս է: Պատտիկաթյան ցուցանիշի մեծությունը պատճառով էլ դրանք կոչվում են կռելի չուգուններ:

Այդ չուգուններից պատրաստում են գյուղատնտեսական մեքենաների մի շարք զետախներ, օրինակ՝ հոլովակավոր շղթաների օւլակներ, անիվներ, գլանային ստամանիվներ և այլն, որոնք աշխատանքի ընթացքում դիմանում են բարձր հարվածային լարումներին:

3. ԶՈՒԳՈՒՆՆԵՐԻ ՏԵՍԱԿԱՆՇՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Հետ ГОСТ 1412—54 թվի, գորշ (սովորական), այդ թվում և մոդիֆիկացված չուգունների տեսականիչներն են՝ СЧ00, СЧ12—28, СЧ15—32, СЧ18—36, СЧ21—40, СЧ22—44, СЧ28—48, СЧ32—52, СЧ35—59 և СЧ38—60: СЧ տառերը պետք է կարդալ՝ серый чугуn (գորշ չուգուն): СЧ00 տեսականիչի չուգունը չի փորձարկվում: Մնացածների ստաջին թիվը արտահայտում է այդ չուգունի ամրության սահմանը ձգման զեպքում, երկրորդը՝ ամրության սահմանը ծռման զեպքում: Այս չուգունների կարծրությունը տատանվում և 143—229 միավորի սահմաններում՝ ըստ Բրինելի СЧ12—28 տեսականիչի չուգունի համար, մինչև 207—269 միավոր՝ СЧ38—60 տեսականիչի չուգունի համար: Վերջին չորս տեսականիչի չուգուններն ստացվում են գրաֆիտացնող հալերանյութերով մոդիֆիկացման մեթոդով, որոնց տեսականիչի ստջն հին ГОСТ-ով գրվում էր М տառը, որը նշանակում է՝ մոդիֆիկացված:

Բարձրամուր չուգունների (ГОСТ 7293—54) տեսականիչներն են՝ ВЧ45—6, ВЧ50—1,5, ВЧ60—2, ВЧ45—5 և ВЧ40—10: ВЧ տառերը նշանակում են высокопрочный чугуn (բարձրամուր չուգուն): Առաջին թիվը ամրության սահմանն է ձգման զեպքում, երկրորդը՝ հարաբերական երկարացումը, տոկոսներով: Ամենամեծ կարծրություն ունի ВЧ60—2 տեսականիչի չուգունը՝ HB197—269, ամենափոքր՝ ВЧ40—

10—ը՝ HB156—197: Վերջին տեսականիչի չուգունի հարվածային ճլտությունը ամենամեծն է՝ $a_k=3$ կգսմ²:

Կռելի չուգունների տեսականիչներն են (ГОСТ 1215—59)՝ КЧ30—6, КЧ 33—8, КЧ 35—10, КЧ 37—12, КЧ45—6, КЧ50—4, КЧ56—4, КЧ 60—3 և КЧ 63—2: КЧ պետք է կարդալ ковкий чугуn (կռելի չուգուն): Այդ տառերից հետո նշված առաջին թիվը ամրության սահմանն է ձգման զեպքում, երկրորդը՝ հարաբերական երկարացումը տոկոսներով: Այդ չուգունների կարծրությունը աստիճանաբար աճում է HB 163-ից մինչև 269 միավոր: Առաջին չորս տեսականիչի չուգունները ֆերիտային կռելի չուգուններն են, վերջինները՝ պեղիտային:

Անհրաժեշտ է նշել, որ չուգունների նշված մեխանիկական հատկությունների ցուցանիշները որոշված են ստանդարտ չափի նմուշներ փորձարկելիս: Իսկ եթե փորձարկվող նմուշները պատրաստել նույն տեսականիչի չուգունն ձուլվածքից, տարբեր պայմաններում գոյացված ստրուկտուրայի հետևանքով այդ ցուցանիշները կարող են այլ լինել:

Ավելի բարձր հատկություններ ունեն լեգիրված չուգունները:

Տ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԱՌԱՋԱԿԱՆՔԸ

1. Նշել սպիտակ և գորշ չուգունների ստացման հիմնական պայմանները: Այդ կապակցությամբ կատարել չուգունի ստրուկտուրային զննարկումները և բերել դրանցից օգտվելու օրինակներ:

2. Դիտել, նկարագրել և սխեմատիկորեն նկարել սպիտակ, սովորական գորշ, մոդիֆիկացված, այդ թվում և բարձրամուր, ինչպես նաև կռելի չուգունների միկրոստրուկտուրաները: Նկարելուց հետո սխեմներով ցույց տալ առանձին ստրուկտուրային բաղադրիչները, նկարագրման ընթացքում նշել թվարկված չուգունների հիմնական մեխանիկական հատկությունները բնութագրող ցուցանիշների մեծությունները (կարծրությունը, ամրության սահմանը և հարաբերական երկարացումը):

ԱԾԽԱԾՆԱՅԻՆ ՊՈՂՊԱՏՆԵՐԻ ԶԵՐՄԱՅԻՆ ՄՇԱԿՈՒՄԸ ԵՎ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ

1. ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Աշխատանքի նպատակն է՝ գործնականորեն ծանոթանալ պողպատի հիմնական ջերմային մշակման (թրծաթողման, նորմալացման, միսման և միսամեղման) օպերացիաներին, ուսումնասիրել տվյալ օպերացիայի ընթացքում պողպատի մեջ տեղի ունեցող սարակտորային փոխարկումները և, դրանց հետ կապված, նրա հատկությունների փոփոխման օրինաչափությունները:

Ջերմային մշակման բոլոր օպերացիաները պողպատի տաքացման, այդ ջերմաստիճանում միառժամանակ պահելու և այս կամ այն տրամաթվամբ սառեցնելու պրոցեսների ամբողջությունն են: Նախած տաքացման ջերմաստիճանին, այդ ջերմաստիճանում պահելու ժամանակին և սառեցնելու արագությունը, պողպատի մեջ գոյանում են համապատասխան ստրուկտուրային բաղադրիչներ, որոնց հատկություններն ղեկավարեն տարբերվում են միմյանցից:

Թրծաթողումից և նորմալացումից հետո ածխածնային պողպատները ստրուկտուրան համապատասխանում է $Fe-C$ միաճարվածքների վիճակի դիագրամում նշված ստրուկտուրային բաղադրիչներին: Այդ օպերացիաներից հետո մինչէվտեկտոիդային պողպատների ստրուկտուրան ֆերիտ և պեռլիտ է, էվտեկտոիդայինին՝ պեռլիտ, իսկ հետէվտեկտոիդայիններին՝ պեռլիտ և երկրորդային ցեմենտ, որոնց մեծ ծանոթացանք VIII աշխատանքը կատարելիս:

Ընդունված է, որ պողպատը թրծաթողումից և նորմալացումից հետո գեղևու գտնվում է հում վիճակում: Սակայն իրականում այդ օպերացիաները կատարվում են տարբեր նպատակով, իսկ երբեմն՝ պողպատի ստրուկտուրան վերջնական ջերմամշակման նախապատրաստելու համար:

Եթե պողպատը տաքացվում է իր վերին (Ac_3 և Ac_{cm}) կրիտիկական կետերից ավելի բարձր, ապա նա գտնվում է աուստենիտի վիճակում: Այդ ջերմաստիճաններում պահելն անհրաժեշտ է, որպեսզի էվտեկտոիդից ավելացած ֆազերը՝ ֆերիտը (մինչէվտեկտոիդային պողպատներում) և ցեմենտիտը (հետէվտեկտոիդայիններում) լրիվ լուծվեն աուստենիտում, ստացվի համասեռ աուստենիտ: Հետագա դանդաղ (փուլային) հետ միառին) սառեցման ժամանակ՝ Ar_3 -ից մինչև Ar_1 ջերմաստիճանների ինտերվալում, մինչէվտեկտոիդային պողպատներում աուս-

տենիտից կանչառվի էվտեկտոիդից ավելացած ֆերիտը, իսկ հետէվտեկտոիդային պողպատներում, Ar_{cm} -ից մինչև Ar_1 ջերմաստիճանների ինտերվալում դանդաղ սառեցնելիս, աուստենիտից կանչառվի էվտեկտոիդից ավելացած ցեմենտիտը: Երկու դեպքում էլ մնացած աուստենիտը, որտեղ ավելացած ֆերիտի և ցեմենտիտի անջատման հետևանքով ածխածնի պարունակությունը Ar_1 կետում հասել է $0,8\%$ -ի, կենթարկվի էվտեկտոիդային փոխարկման՝ կրիտարկվի պեռլիտի: Պողպատն այդ դեպքում կգտնվի հավասարակշռության մոտիկ վիճակում: Այդպիսի տաքացման, պահելու և սառեցման պրոցեսների ամբողջությունն անվանվում է թրծաթողում:

Նույնպիսի փոխարկումներ տեղի կունենան պողպատների մեջ, եթե դրանք սառեցնենք ոչ թե փառարանում, այլ հանդարտ օդում: Տրվյալ դեպքում ջերմամշակման օպերացիան կոչվում է նորմալացում: Հանդարտ օդում սառեցնելու արագությունը ածխածնային պողպատների համար նույնպես համեմատաբար դանդաղ է, և նրանք նորմալացումից հետո նույնպես գտնվում են հավասարակշռության մոտիկ վիճակում: Նորմալացման օպերացիան թրծաթողման համեմատությամբ ավելի շահավետ է, և գործնականում հաճախ նորմալ թրծաթողման փոխարեն կատարում են նորմալացում:

Սակայն, բացի նորմալ թրծաթողումից (կամ, ինչպես երբեմն այն անվանում են, երկրորդ կարգի թրծաթողում կամ թրծաթողում՝ ֆազային փոխարկումներով), պողպատները ենթարկվում են նաև այլ տեսակի թրծաթողումների (որոնք արդեն չի կարելի փոխարինել նորմալացումով)՝ վերաբրյուրեղացման, համալինիզացիոն կամ դիֆուզիոն, թրծաթողման՝ հատիկավոր պեռլիտ ստանալու նպատակով, կամ սֆերոիդիզացիոն թրծաթողման և այլն:

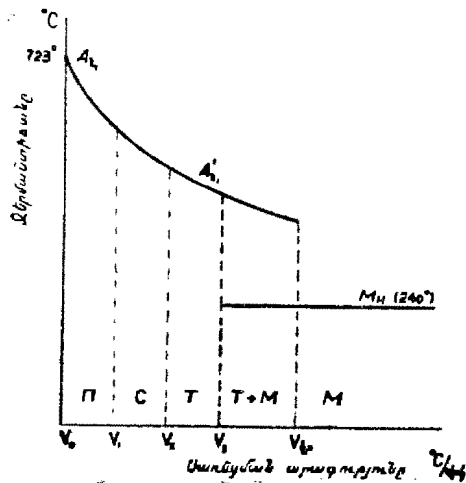
Բոլոր տեսակի թրծաթողումները պողպատը մոտեցնում են կայուն հավասարակշռության վիճակին: Օրինակ՝ առաջ վիճակում պլաստիկ դեֆորմացիայի ենթարկված պողպատի կոնիվածքը վերացնելու նպատակով այն ենթարկում են վերաբրյուրեղացման թրծաթողման՝ տաքացնում մինչև վերաբրյուրեղացման շեմքի և ստորին ֆազային փոխարկման ջերմաստիճանների ինտերվալի սահմանում, որոշ ժամանակ պահում այդ ջերմաստիճանում և դանդաղ սառեցնում: Այդպիսի թրծաթողումից հետո պողպատի կոնիվածքն անհետանում է՝ ներքին լարումները վերանում են, ամրությունը նվազում է և պլաստիկությունը՝ վերականգնվում:

Սակայն պողպատի հիմնական ջերմամշակման օպերացիաներ են միսումը և միսամեղմումը: Միսումից և միսամեղմումից հետո է, որ պողպատը զգալիորեն փոխում է իր հատկությունները, ուստի անհրաժեշտ է մանրամասն ծանոթանալ այդ օպերացիաներից հետո ստացվող ստրուկտուրային բաղադրիչների և դրանց հատկությունների հետ:

2. ՊՈՂՊԱՏԻ ՄԵՈՒՄԸ

Եթե պողպատը առատենիտի վիճակից արագորեն սառեցնենք (օրինակ՝ ջրում), օպերացիան կանվանվի միտում: Միտումից հետո նա կգտնվի անհավասարակշռության (մետաստաբիլ) վիճակում: Վերևում թվարկած փոխարկումները պողպատի մեջ տեղի չեն ունենա, ժամանակը չի բավարարի հավելյալ ֆազային բաղադրիչների արտադրաման համար: Պողպատի մեջ տեղի կունենան այլ փոխարկումներ, հանգես կգան այլ ստրուկտուրային բաղադրիչներ, որոնք և կունենան այլ հատկություններ:

Միտման ընթացքում արագ սառեցնելու և դետալի տարբեր հատվածքներում տարբեր ժամանակամիջոցներում տեղի ունեցող ֆազային փոխարկումների հետևանքով պողպատի մեջ երևան են գալիս ջերմային և ստրուկտուրային փոխարկման լարումներ: Միտումից հետո պողպատը գտնվում է խիստ բեկուն վիճակում: Ներքին լարումների վերացման, կարծրության նվազման և ճլրթվան բարձրացման նպատակով միտումից հետո դետալը ենթարկում են միտամեղմման, ալիինքն՝ տաքացնում, որոշ ժամանակ պահում $170-650^{\circ}\text{C}$ ջերմաստիճանի ինտերվալում և ապա սառեցնում: Միտամեղմման ջերմաստիճանի մակարդակը կախված է պողպատին ներկայացվող պահանջներից: Եթե դետալից պահանջվում է բարձր մաշակայունություն, այն տաքացնում են $170-200^{\circ}\text{C}$ սահմաններում (ցածր միտամեղմում), իսկ եթե պահանջվում է առավելագույն ճլրթվուն՝ $550-650^{\circ}\text{C}$ սահմաններում (բարձր միտամեղմում):

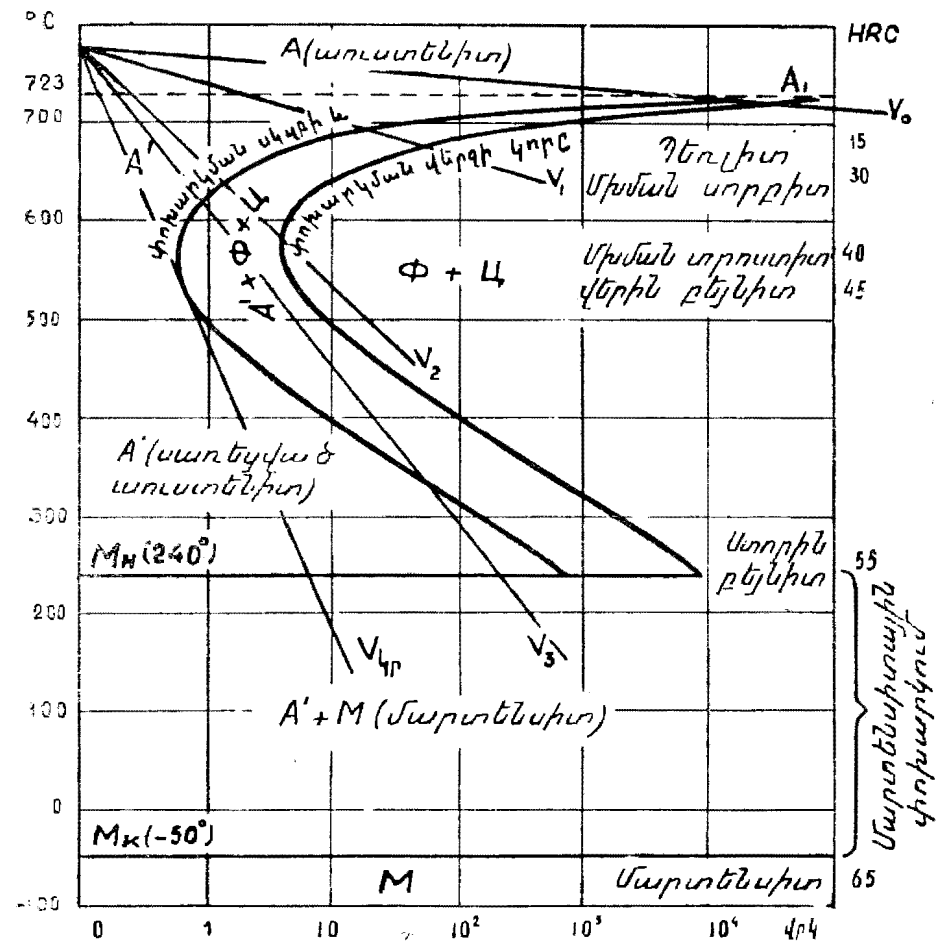


Նկ. 72. Եվտեկտիդային պողպատի կրիտիկական կետերի դիրքի Կախվածությունը սառեցման արագությունից (սխեմա):

Միտման միջոցով ստացված լարվածությունը ստանալու համար դետալը պետք է տառեցնել որոշակի արագությամբ: Այս կամ այն արագությամբ սառեցնելու շնորհիվ է, որ պողպատում գոյանում են այս կամ այն ստրուկտուրային բաղադրիչները:

Նկ. 72-ում բերված է էվտեկտիդային պողպատի սառեցման արագության և կրիտիկական կետերի դիրքի միջև եղած կապի գրաֆիկը, որտեղ նշված են նաև պողպատի սառեցման տարբեր արագությունների դեպքում գոյացած ռոտրուկտուրային բաղադրիչները:

Ինչպես երևում է նկ. 72-ում բերված գրաֆիկից, սառեցման արագության մեծացման հետ միասին այդ պողպատի՝ առատենիտի փոխարկվելու ջերմաստիճանը հավասարակշռության վիճակի դիրքից (A_{T1}) իջնում է A'_{T1} ջերմաստիճանների մակարդակին: Սառեցման V_3 -ից մինչև V_{40} արագությունների ինտերվալը երևան է գալիս ևս մի կրիտիկական՝ առատենիտա-մարտենսիտային փոխարկման կետ (M_H): V_{40} սառեցման արագության մակարդակում A'_{T1} կետն անհետանում է, մնում է միայն M_H կետը, որի դիրքն այդ պողպատի համար 240°C է: Սառեցման արագության հետագա մեծացումը չի ազդում այդ նոր կետի դիրքի վրա:



Նկ. 73. Եվտեկտիդային պողպատի առատենիտի իդոթերմիկ փոխարկման դեպքում:

Սառեցման փոքր արագութիւնների դեպքում (մինչև V_1) այդ պողպատի առատեանիսը փոխարկվում է պեռլիտի (П), սառեցման V_1 -ից մինչև V_2 արագութիւնների ինտերվալում փոխարկվում է միաման սորբիտի (С), V_2 -ից մինչև V_3 -ը՝ միաման տրոստիտի (Т), իսկ V_3 -ից մինչև V_4 ինտերվալում՝ միաման տրոստիտի և մարտենսիտի ($T+M$) վերջապես, այսպես կոչված, սառեցման կրիտիկական արագութիւն և ավելի բարձրի դեպքում՝ միայն մարտենսիտի:

Միումից հետո, պողպատի մեջ երևան եկող ստրուկտուրային բազա դադրիչներն ավելի հասակորեն պատկերվում են պողպատի առատեանիտի իզոթերմիկ փոխարկման դիագրամի միջոցով:

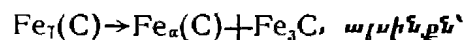
Առատեանիտի իզոթերմիկ փոխարկման դիագրամի վրա, որը կառուցվում է նույն կոորդինատային առանցքներում, ինչ որ սառեցման կորերը (շերմաստիճան-ժամանակ), տեղադրված են տարբեր արագութիւնների սառեցման կորեր (սառեցման արագութիւն նշումները նույնն են, ինչ որ նկ. 72-ում): Այստեղից պարզ երևում է, որ սառեցման V_0 արագութիւն կորը հատում է առատեանիտի իզոթերմիկ տրոհման սկզբի և վերջի կորերը պեռլիտի գոյացման շերմաստիճանների գոտում, V_1 -ը՝ սորբիտի գոյացման շերմաստիճանների գոտում և այլն:

Առատեանիտի իզոթերմիկ փոխարկման դիագրամից երևում է, որ այդ պողպատի մեջ, որոշ (սկզբում արագ, ապա շատ դանդաղ) եղանակով սառեցնելու դեպքում, պողպատի մեջ կարող է գոյանալ նաեւ բեյնիտային (ասեղնավոր տրոստիտային) ստրուկտուրա:

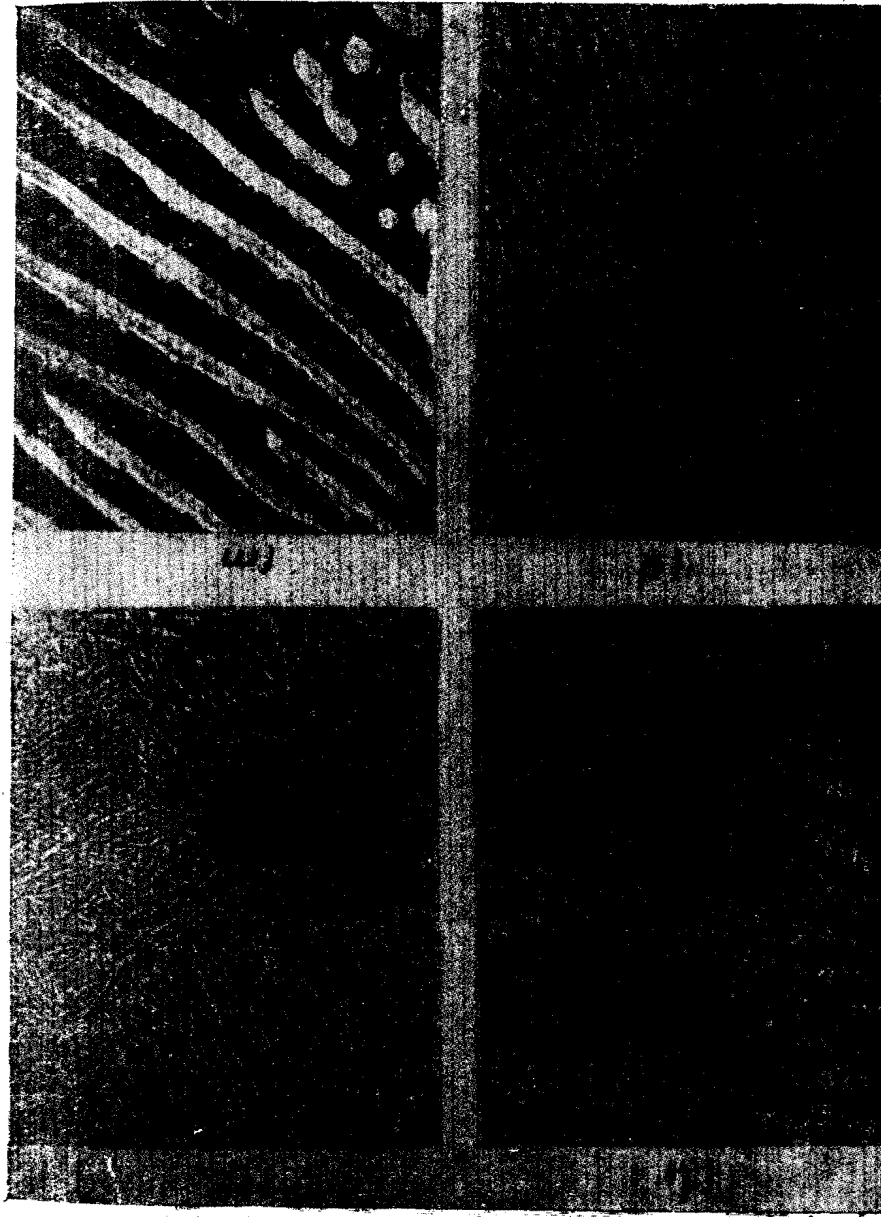
Նշված բոլոր նոր ստրուկտուրային բաղադրիչները՝ սորբիտը, տրոստիտը, վերին և ստորին բեյնիտները (նկ. 73), բացի մարտենսիտից և սառեցված առատեանիտից (A'), պեռլիտի ընդամենին պատկանող ստրուկտուրային բաղադրիչներ են: Հետևապես, դրանք ֆերիտի և ցեմենտիտի մեխանիկական խառնուրդներ են: Դրանց կարծրութիւնն ավելի բարձր է, քան պեռլիտի կարծրութիւնը, որովհետեւ, սառեցման արագութիւն մեծացմանը զուգընթաց, ցեմենտիտի շերտիկները գնալով մանրանում են:

Ցեմենտիտի շերտիկներն այդ ստրուկտուրային բաղադրիչներում այնքան մանր են, որ չեն նկատվում օպտիկական մանրադիտակում, դրանք ի հայտ են բերվում էլեկտրոնային մանրադիտակով (նկ. 74):

Հետևապես, A_1 և M_n շերմաստիճանների ինտերվալում առատեանիտի փոխարկումը կարելի է պատկերել հետևյալ կերպ՝



առատեանիտի տրոհումից առաջանում է ֆերիտի և ցեմենտիտի մեխանիկական խառնուրդ: Ընդ որում, կրկնում ենք, այստեղ գոյութիւն չունեն որոշակի շերմաստիճանների ինտերվալներ և նշված աստիճանները



Նկ. 74. Սառեցված առատեանիտի իզոթերմիկ տրոհման արագութիւնների միկրոստրուկտուրան A_1 և M_n շերմաստիճանների ինտերվալում ($10000\times$): ա) 700°C -ում՝ խոշոր շերտավոր պեռլիտ, բ) 600°C -ում՝ միաման տրոստիտ, գ) 370°C -ում՝ վերին բեյնիտ (ասեղնավոր տրոստիտ), դ) 260°C -ի դեպքում՝ ստորին բեյնիտ (բստ նյութերի փորձարկման ամերիկյան ընկերության):

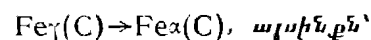
(П, С, Т, В) պայմանական են: Պարզապես սառեցման արագության բարձրացմանը զուգընթաց (մինչև V_{kr}) միահալվածքում ցեմենտիտի շերտիկները սահուն կերպով մանրանում են, որի հետևանքով նրա կարծրությունն աճում է 15-ից (պեռլիտի համար) մինչև 55 միավոր (ստորին բեյնիտի համար)՝ ըստ Ռոկվելի C սանդղակի:

Որոշ տվյալների համաձայն, առատենիտը բեյնիտի փոխարկվելու կամ, ինչպես ընդունված է ասել, առատենիտի միջակա փոխարկման դեպքում, ֆերիտը ստացվում է որոշ չափով գերհագեցված վիճակում: Հետևապես, բեյնիտի մեջ նրա վանդակը լարված է: Դա համարվում է բեյնիտի բարձր կարծրության մյուս պատճառը:

Մարտենսիտը ածխածնի գերհագեցված պինդ լուծույթ է քառանկյանաձևի ա երկաթի մեջ: Որքան մեծ է պինդ լուծույթի պարունակած ածխածնի քանակը, այնքան մեծ է նրա քառանկյանաձևի աստիճանը, այնքան մեծ չափով է լարվում վանդակը և բարձր է պողպատի կարծրությունը: Ա երկաթի տարածական վանդակի տարրական բջիջը խորանարդաձև է, հետևապես, բյուրեղային վանդակի պարամետրերը միմյանց հավասար են ($a=b=c$): Սակայն մարտենսիտի վիճակում a վանդակը քառանկյանաձև է, այդտեղ $a=b \neq c$, c պարամետրի հարաբերությունը a -ին մեծ է մեկ միավորից: Որքան այդ հարաբերությունը մեծ է, այնքան մեծ է վանդակի քառանկյանաձևի աստիճանը, այնքան վանդակն ավելի բարձր լարված վիճակում է, այնքան բարձր է մարտենսիտի կարծրությունը:

Առատենիտ-մարտենսիտային փոխարկումը ոչ դիֆուզիոն պրոցես է: Այդ փոխարկմանը մասնակցող ֆազերի քիմիական բաղադրությունը չի փոփոխվում: Սառեցման մեծ արագությունների հետևանքով ածխածինը մնում է իր տեղում՝ պինդ լուծույթում (ստացվում է գերհագեցված պինդ լուծույթ), իսկ նիստակենսարոնացված γ վանդակը վերածվում է քառանկյան a վանդակի: Երկաթի իոններն այդ փոխարկման ընթացքում կատարում են չնչին՝ միջատոմային հեռավորության տեղաշարժումներ:

Սովածը սխեմատիկորեն կարելի է արտահայտել հետևյալ կերպ՝



γ պինդ լուծույթը փոխարկվում է քառանկյան a պինդ լուծույթի, առատենիտը՝ մարտենսիտի: Այս փոխարկման հետևանքով երկաթ-ածխածնային միահալվածքները ստանում են առավելագույն կարծրություն:

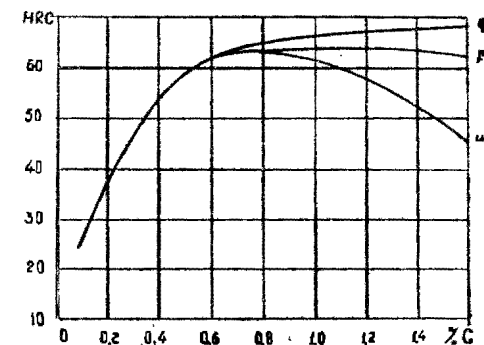
Մարտենսիտի կարծրությունը, պողպատի պարունակած ածխածնի քանակին համեմատ, փոփոխվում է նկ. 75-ում բերված գ կորի համաձայն:

Ինչպես երևում է այդ կորից, մարտենսիտի պարունակած ածխածնի քանակի աճին զուգընթաց մեծ չափով բարձրանում է նրա կարծրությունը, իսկ սկսած $0,6 \div 1,6\%$ C-ից հասնում իր առավելագույն արժեքին՝ 62-68 միավորի ըստ Ռոկվելի C սանդղակի: Թեև մինչև $0,3-0,4\%$ ածխածնի քանակը կարծրության աճը ինտենսիվ է, սակայն նրա արժեքը դեռ այնքան մեծ չէ: Այդ է պատճառը, որ քիչ ածխածին պարունակող պողպատների միում չեն կատարում: Սկսած $0,5-0,6\%$ C-ից մարտենսիտի կարծրության աճի ինտենսիվությունն զգալիորեն նվազում է:

Միված պողպատի կարծրությունը կախված է նաև նրա տաքացման ջերմաստիճանից, սառեցման արագությունից և պողպատի M_n և M_k կետերի (ջերմաստիճանների) դիրքից:

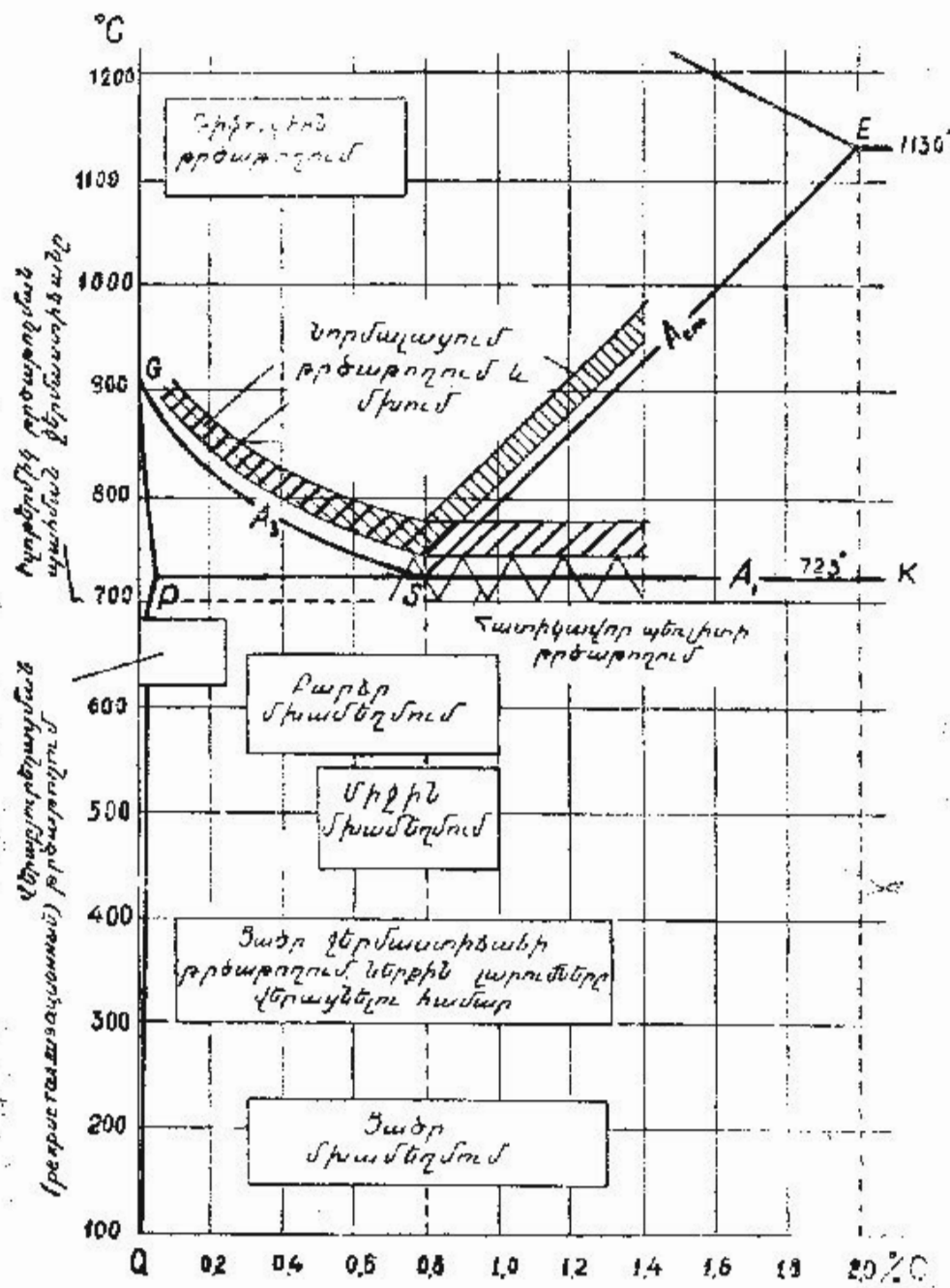
Միմյան համար ածխածնային պողպատների տաքացման օպտիմալ ջերմաստիճաններն ընդգծված են նկ. 76-ում բերված դիագրամում:

Մինչեվ առկա զգալի համար կատարվում է լրիվ մըլխում, իսկ հետեվադիտի դեպքում համար՝ ոչ լրիվ մըլխում: Դա պայմանավորվում է նրանով, որ ոչ լրիվ մըլխում գեպքում մինչև վտեղի դեպքում պողպատների ստրուկտուրայում մնում է էվակուիտից ավելացած ֆերիտ, որն զգալիորեն նվազեցնում է միված պողպատի կարծրությունը: Իսկ հետեվադիտի դեպքում պողպատների ոչ լրիվ մըլխում գեպքում էվակուիտից ավելացած ֆազի (H_1 -ի) առկայությունը, ընդհանրապես, որոշ չափով նախնի բարձրացնում է միված պողպատի կարծրությունը (որովհետև ցեմենտիտի կարծրությունը մարտենսիտի կարծրությունից ավելի բարձր է): Հետեվադիտի դեպքում պողպատների լրիվ (առատենիտի վիճակից) միմյան գեպքում, նախ, կարծրությունն ավելի փոքր է ստացվում, այնուհետև, միմյան ջերմաստիճանը բարձր լինելու հետևանքով, մեծանում են պողպատի ջերմային լարումները, որոնք կարող են հաճախ խոտանի պատճառ դառնալ: Համոզվելու համար, որ հետեվադիտի դեպքում պողպատների լրիվ մըլխում ստացված կարծրությունն ավելի



Նկ. 75. Միված պողպատի կարծրությունը՝ նայած ածխածնի պարունակությանը և մըլխման ջերմաստիճանին:

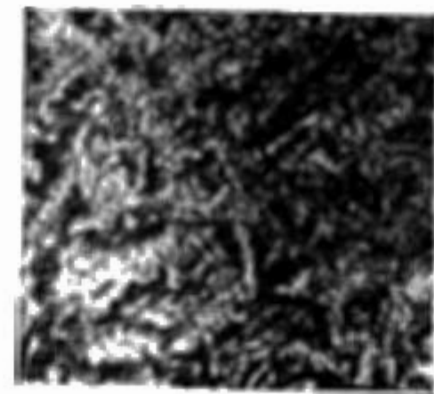
ա) մըլխում A_{C3} և A_{Ccm} կետերից բարձր տաքացնելու, բ) մըլխում A_{C3} կետից բարձր (770°C) տաքացնելու, գ) մարտենսիտի կարծրությունը կախված նրանում ածխածնի պարունակությունից (ըստ Ա. Պ. Գուլյանի):



Նկ. 76. Պողպատների միման և մյուս ջերմամշակումների տարացման օպտիմալ ջերմաստիճանների ինտերվալները (ընդգծված Fe-C միանյութաձևերի γ փուլի դիագրամի հստակացումների տեղումսի վրա):

ցածր է, կարելի է դիմել նկ. 75-ում բերված կորերին: Սա բացատրվում է նրանով, որ առատենիտի փրկումում դոնվող պողպատի միման դեպքում ստրուկտուրայում չկա ելքորդային ցեմենտիտ: Բացի դրանից, հեռավորությունից, ամօլի ճիշտ $\sim 0,60\%$ -ից ավելի ածխածին պարունակող պողպատների միմանից հետո մնում է որոշ քանակությամբ մնացորդային առատենիտ (որքան բարձր է ածխածնի առկայությունը, այնքան ավելի շատ): Նորովհետև այդ պողպատների M_k կետը (առատենիտից մարտենսիտի փոխարկման վերջին ջերմաստիճանը) դոնվում է բացասական ջերմաստիճանների գոտում:

Այսպիսով, մինչև $\sim 0,50\%$ C պարունակող միման պողպատների ստրուկտուրան բաղկացած է մարտենսիտից (լրիվ միմանից հետո), 0,5-ից մինչև 0,90% C պարունակողներինը՝ մարտենսիտից և ստեղծված առատենիտից, իսկ 0,90-ից ավելի ածխածին պարունակողներինը՝ մարտենսիտից: ստեղծված առատենիտից և երկրորդային ցեմենտիտից (վերջինների ոչ լրիվ միման դեպքում):



Նկ. 77. Միմանի փրկումից հետո միման պողպատի միկրոստրուկտուրան (մարտենսիտ) 500°C:

Մնացորդային առատենիտը վերացնելու և առափնագրուն կարծրություն հասցնելու համար (առատենիտի կարծրությունը համեմատաբար ցածր է) միման, հիմնականում հեռավորությունից, պողպատները մշակում են ջուրով միջախալում՝ առաջացնում M_k կետից ավելի ցածր ջերմաստիճանում: Այդ մշակման ընթացքում մնացորդային առատենիտը փոխարկվում է մարտենսիտի, կամ կատարում են միմանից, որի շնորհիվ մնացորդային առատենիտը տրոհվում է դիսպերս ֆերիտացեմենտիտային խառնուրդի, որի կարծրությունը նույնպես առատենիտի կարծրությունից ավելի բարձր է:

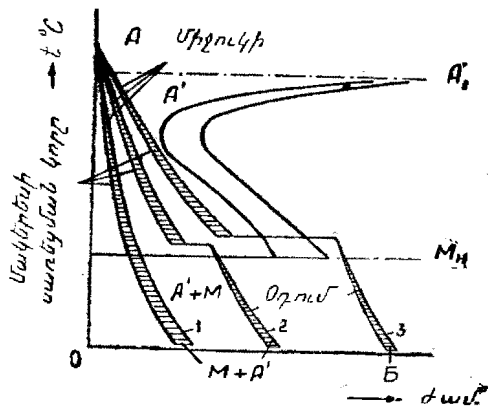
3. ՊՈՂՊՈՍԻ ՄԵՄԱՆ, ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ ԸՍՏ ՍԱՌԵՅՄԱՆ ԵՎԱՆԱԿԻ

Բոտ առեցման եղանակի, դոյուկուն ունեն միման հետևյալ հիմնական տեղակները՝

- սովորական միման,
- իզոթերմիկ միման,
- աստիճանական միման:

Սովորական միտում կատարելիս պողպատը սաքացնում են վիճակի դիագրամի GSK գծին համապատասխանող ջերմաստիճաններից 20—30°C ավելի բարձր, միառժամանակ պահում այդ ջերմաստիճանում և արագ, անընդհատ սառեցնում մինչև սենյակային ջերմաստիճանը: Նկ. 78-ում բերված են սովորական և այլ տեսակի միման սխեմաները, որտեղ սառեցման կորերը տեղադրված են ատեստենիտի իզոթերմիկ փոխարկման դիագրամի վրա:

Ինչպես երևում է նկ. 78-ից, սովորական միման դեպքում պողպատը սառում է կրիտիկական արագությունից ավելի արագ՝ սառեցման



Նկ. 78. Սառեցման կորերը, սովորական (1), առաժանցական (2) և իզոթերմիկ (3) միման սենյակների դեպքում, տեղադրված ատեստենիտի իզոթերմիկ փոխարկման դիագրամի վրա:

լանում են բարձր ջերմային կծկումային լարումներ: Դրանց գումարվում են նաև սորոկտորային փոխարկման լարումները, որոնք ստաջանում են շինվածքի հատվածքում տարբեր ժամանակամիջոցներում տեղի ունեցող ատեստենիտ-մարտենիտային փոխարկման հետևանքով (ատեստենիտի տեսակարար ծավալը մոտ 30%-ի չափով ավելի փոքր է, քան մարտենիտինը): Այդ լարումները կոչվում են ներքին լարումներ: Դրանք հաճախ գերազանցում են պողպատի ամրության սահմանը և շինվածքում առաջանում են ճաքեր, ամրության սահմանից ցածր լինելու դեպքում՝ կորոցումներ: Սովորական միման ժամանակ խոտանի առկայությունը բարձր է:

Միման ընթացքում շինվածքում առաջացող ներքին լարումների նվազեցման նպատակով կիրառվում են համեմատաբար նոր տեսակի միմաններ: Դրանք հիմնականում իզոթերմիկ և ատեստենիտային միման տեսակներն են, որոնք բացառում են խոտանը:

կորը չի հասնում ատեստենիտի իզոթերմիկ տրոհման կորերը, ուստի ատեստենիտը չի արոհվում, այլ սառում է մինչև M_n կետը և սկսում փոխարկվել մարտենիտի: Հետևապես, պողպատը ձեռք է բերում իր առաջնագույն կարծրությունը:

Սովորական միմանը ամենապարզն է, այդ իսկ պատճառով՝ ամենատարածվածը:

Սակայն սովորական միման ժամանակ ջերմաստիճանի մեծ անկման հետևանքով շինվածքում գո-

իզոթերմիկ միմանը ջերմամշակման օպերացիա է, որի դեպքում պողպատը սաքացնում են մինչև միման ջերմաստիճանը (վիճակի դիագրամի GSK գծին համապատասխանող ջերմաստիճանից 20—30°C ավելի բարձր), որոշ ժամանակ պահում այդ ջերմաստիճանում, արագ սառեցնում հալված աղերում՝ մինչև ատեստենիտ-բեյնիտային տրոհման ջերմաստիճանները, իզոթերմիկ պահում այդ ջերմաստիճանում մինչև տրոհման վերջը և օդում սառեցնում:

Իզոթերմիկ միման դեպքում շինվածքում ջերմային կծկումային լարումներն ավելի փոքր են ջերմաստիճանների փոքր անկման հետևանքով (սառեցումը կատարվում է երկու անգամ, նկ. 78-ում բերված դեպքի համար, նախ՝ մոտ 750-ից մինչև 260°C, հետո 260°C-ից մինչև սենյակային ջերմաստիճանը): Սորոկտորային փոխարկման լարումները բոլորովին չեն գոյանում, որովհետև ատեստենիտ-բեյնիտային փոխարկումը դիֆուզիոն պրոցես է և տեղի է ունենում ատեստենիտ-բեյնիտային փոխարկման շինվածքի ամբողջ հատվածքում:

Այսպիսով, իզոթերմիկ միման դեպքում շինվածքում ներքին լարումները գրեթե չկան, հետևապես, միմանը միման կարիք չի զգացվում: Գոյացած սորոկտորային սորոին բեյնիտ է, որն ունի բավականին մեծ կարծրություն (էվտեկտիդային պողպատի համար HRC 55 միավոր է):

Իզոթերմիկ, ինչպես նաև ատեստենիտային միման մեթոդների հիմնական թերությունն այն է, որ այդ եղանակներով չի հաջողվում մոտավորապես 10 մմ-ից ավելի հասարակական ենթարկել իսկական միման (ստանալ բեյնիտ կամ մարտենիտ), որովհետև ավելի մեծ հոտոտություն ունեցող գետալը սաք միջավայրում, ատեստենիտի միմանը ինկտացիոն ջերմաստիճանների գոտում, բավարար բարձր արագությամբ չի սառչում: Հասարակական ատեստենիտը գտնվող սառեցման հետևանքով սկսում է արոհվել տրոստիտի, սորոինի կամ նույնիսկ պեռլիտի, որոնց կարծրությունները համեմատաբար ցածր են: Լեգիրված պողպատների համար գետալի հոտոտությունը կարող է անհամեմատ ավելի մեծ լինել:

Առաջնահանգի միման դեպքում մինչև էվտեկտիդային պողպատները տաքացվում են A_{cm} , իսկ հետևիտեկտիդայինները՝ A_{cl} կետից 20—30°C ավելի բարձր, որոշ ժամանակ պահում այդ ջերմաստիճանում, սառեցնում հալված աղերում մինչև M_n կետից 15—20°C ավելի բարձր ջերմաստիճանները, միառժամանակ (համեմատաբար քիչ) պահում այդ ջերմաստիճանում և հետո սառեցնում օդում: Գոյացած հիմնական սորոկտորային մարտենիտ է:

Առաջնահանգի միման ժամանակ, ինչպես և իզոթերմիկ միման դեպքում, ջերմաստիճանների անկման մեծությամբ սովորականի համեմատությամբ փոքր է: Միման ջերմաստիճանից մինչև սենյակային ջերմաստ-

տիճանը սառեցումը կատարվում է երկու անգամ, որի հետևանքով ջերմային կծկումային լարումները փոքր են: M_n կետի մոտ իզոթերմիկ պահելիս դետալի հատվածքում ջերմաստիճանները հավասարվում են և օդում հետագա սառեցման ընթացքում առատենիտա-մարտենիտային փոխարկումը արտաքին ջերտում ու միջուկում տեղի է ունենում գրեթե միաժամանակ: Այսպիսով, ստրուկտուրային փոխարկման լարումները չեն հասնում իրենց առավելագույն արժեքին և նույնպես փոքր են: Հետևաբար, աստիճանական միմյան ժամանակ շինվածքում նույնպես ճաքեր կամ կորացումներ չեն առաջանում:

Աստիճանական միմյան մեթոդով միմյան β են, օրինակ, փոքր տրամագծի շաղափներ, ներպարուրակիչներ, բարակ դանակներ և այլ կտրոդ գործիքներ, մանր գնդառանցքակալային պահուսակներ և այլն, որոնցից պահանջվում է բարձր կարծրություն՝ մաշակայունությունն ապահովելու համար:

Այդպիսի միմյան թվին կարելի է դասել նաև ինքնամիսամեղմումով և ընդհատումով կատարվող միմյան տեսակները:

Ինքնամիսամեղմումով միմյան կատարելիս դետալը սառեցնող միջավայրից հանում են այն պահին, երբ նա դեռ ունի այնքան ջերմություն, որն ի վիճակի է տաքացնել նրա սառեցված (միված) մասը մինչև միսամեղմման ջերմաստիճանը: Սակայն դժվար է որոշել սառեցնող միջավայրից դետալը հանելու մոմենտը, հաշվի առնել նրանում պահպանված ջերմության քանակը: Այդ պատճառով միմյան այս տեսակը տարածված չէ:

Ընդհատումով (երկու սառիչում) միմյան կատարելիս մինչև մըխման ջերմաստիճանը տաքացված պողպատը նախ սառեցնում են ջրի մեջ մինչև M_n կետին մոտիկ ջերմաստիճանների սահմանը, հետո՝ լուղում: Այսպիսի սառեցումը կատարվում է առատենիտի նվազագույն կալունություն գոտում՝ տրոհումից խուսափելու և M_n կետում սկսվող առատենիտա-մարտենիտային փոխարկման ինտենսիվությունը իջեցնելու համար: Իսնդաղ սառեցման պայմաններում ստրուկտուրային փոխարկման լարումները փոքր են: Սակայն այս տեսակի միմյան ժամանակ նույնպես դժվար է որոշել ջրով սառեցնելու ընդհատման մոմենտը, այդ պատճառով միմյան այս տեսակը նույնպես գործնականում լայն տարածում չի գտել:

4. ՊՈՂՊԱՏԻ ՄԵԱՄԵԼՄՈՒՄԸ

Միսամեղմումը $Fe-C$ միահալվածքների վերջնական և կարևորագույն ջերմամշակման օպերացիաներից մեկն է:

Միված պողպատն ունենում է բարձր կարծրություն, գտնվում է խիստ լարված և բեկուն վիճակում՝ ունենում է շատ փոքր հարվածա-

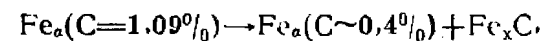
լինճություն: Պողպատի ներքին լարումներն ու բեկունությունը վերացնելու և ճլուխումը մեծացնելու համար այն ենթարկում են միսամեղմման: Միսամեղմման ժամանակ հաճախ մեծ չափով նվազում է միված պողպատի կարծրությունը:

Միսամեղմումը ջերմամշակման օպերացիա է, երբ մարտենիտի միված պողպատը տաքացնում են A_{c1} ջերմաստիճանից ավելի ցածր, միաժամանակ պահում այդ պայմաններում և այս կամ այն արագությունով սառեցնում:

Միսամեղմումից հետո, ինչպես արդեն նշվեց, միված պողպատի ներքին լարումներն անհետանում են, կարծրությունն ընդհանրապես նվազում է, ճլուխումը՝ մեծանում: Իհարկե, միանգամայն հասկանալի է, որ հատկությունների փոփոխությունը կատարվում է միսամեղմման ընթացքում տեղի ունեցող ֆազային փոխարկումների հետևանքով:

Ըստ ակադեմիկոս Գ. Վ. Կուրդյումովի և այլ գիտնականների տվյալների՝ օրինակ՝ $1,09\%C$ պարունակող միված պողպատի միսամեղմման ընթացքում տեղի են ունենում հետևյալ փոխարկումները՝

Միսամեղմման առաջին փուլում պողպատը $80-180^\circ C$ տաքացնելիս քառանիստ մարտենիտը փոխարկվում է միսամեղմման մարտենիտի՝

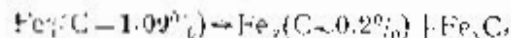


որտեղ նշված ջերմաստիճանների ինտերվալում այդ մարտենիտը $\sim 0,4\%C$ պարունակող (հետևապես դեռ գերհալեցված) α պինդ լուծույթի և անորոշ բաղադրությամբ կարբիդների խառնուրդ է:

Միահալվածքներում նման փոխարկումներ տեղի ունենալու դեպքում, երբ համեմատաբար ցածր ջերմաստիճանում և երկար ժամանակի ընթացքում գերհալեցված պինդ լուծույթից արսազատված կարծր, մանր մասնիկների կոագուլման (ավելի ճիշտ կոալեսցենցիայի) շնորհիվ այդ մասնիկների չափերը հասնում են որոշակի մեծության՝ կրիտիկական աստիճանի դիսպերս չափերի. ամբողջ միահալվածքի կարծրությունը, համեմատած տվյալ պինդ լուծույթի կարծրության հետ, մեծանում է, և պրոցեսը կոչվում է հնացում: Այս մասնիկների հետագա կոալեսցենցմանը՝ չափերի միահալվածքի կարծրությունը և ամրությունն սկսում են նվազել, և պրոցեսը կոչվում է միսամեղմում:

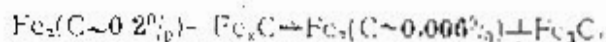
* Որոշակի, կրիտիկական աստիճանի դիսպերս մասնիկները չափերից ավելի մանր չափ ունեցող մասնիկները իրենց գոյությունը չեն պահպանում, թերմոդինամիկորեն անկայուն են, քայքայվում են, նրանց հալվին աճում են նշված աստիճանից ավելի մեծ մասնիկները: Չափաչափող մանր մասնիկների հալվին խոշոր մասնիկների աճը կոչվում է կոալեսցենցիայի երևույթ, իսկ երբ մասնիկները խոշորանում են իրար միանալու հետևանքով, երևույթը կոչվում է կոագուլում:

Փոխարկումների երկրորդ փուլում, երբ պողպատը տաքացվում է 200—300°C, մնացորդային առատներն անջատվում և միասնական մարտնչություն:



որտեղ α պինդ լուծույթի ամրամնչ պարունակությունը, պահման ազդեցության շտապի, նվազի ա հասել է 0.2%:

270—400°C ինտերմիալում պրոցեսը մանր է իր երրորդ փուլը, որի ընթացքում շարունակվում է α պինդ լուծույթի հետագա տրանսֆորմացիան, հասնում իր նորմալ լուծելիության սահմանին: Այդ պայմաններում անորոշ ռազադրոթյուն կարող է լինել մասնակի: Հազանազաբ րազարտվում ամրամնչ, կազմում են երկու շտապի կարգի (ցիմենտի):



այլ կերպ ասած՝ երրորդ փուլում միամեղման մարտնչություն փոխարկվում է արտադրության էնթալպիայի և արտադրության անվտանգության է միամեղման արտադրության, որտեղ, ի տարբերություն միմյան արտադրության, ցիմենտի մասնակիները հատկապես են՝ կլորացվում:

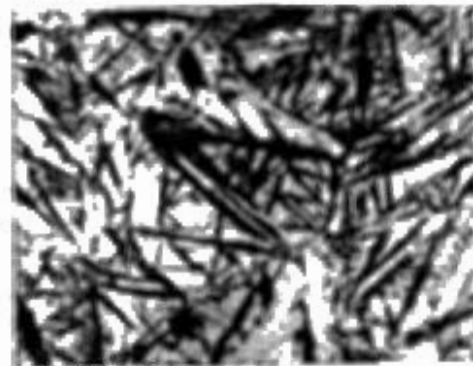
Հետագա տաքացմից ցիմենտի մասնակիները, ենթարկվելով կոալեսցենցիային, շարունակում են մեծանալ: Մոտ 550—650°C ինտերմիալում կոալեսցենցիայի, միամեղման արտադրության, իսկ էլ ավելի բարձր ջերմաստիճանի տաքացմից (մինչև 800°C) դառնում է հատկապես պեպտիզացիայի (պեպտիզացիայի)՝ մոտ 0.5% (պարունակի պեպտիզացիայի):

Այսպիսով, պեպտիզացիայի, արտադրության և արտադրության արտադրության կարգի է հասնում ինչպես միմյան, այնպես էլ միամեղման եղանակներով՝ ինչպես արտադրության, այնպես էլ մարտնչության արտադրության: Ընթացքում միմյան և միամեղման արտադրության (շտապի) արտադրության բաղադրիչների կարծրության և ամրության ցուցանիշները, իսկ միամեղման արտադրության բաղադրիչները (հատկապես)՝ պարունակությունն ու ճշգրտությունը (ցիմենտի):

Գործնականում գոյություն ունեն զուգահեռ, միմյան և բարձր միամեղման օպերացիաներ:

Երբ գետնի տեխնոլոգիայի ընթացքում ենթարկվում է ինտենսիվ տեսակարար ճնշումների, պահանջվում է մեծ կարծրություն՝ մասնաշաղկապային ապահովելու համար (սրինակ՝ կորոզ դրծիցները, ատամնանիվների ատամները, լիսեռների վրիկները և այլն), այն ենթարկում

են ցածր միամեղման: Օպերացիան անվտանգ է ցածր միամեղման, երբ միմյան ամրամնչի պողպատը տաքացվում է 170—200°C ինտերմիալում: Համեմատաբար երկար ժամանակ պահվում և որևէ արտադրության սահմանում: Այդպիսի միամեղմանից հետո պողպատի արտադրության միամեղման մարտնչություն է: Ներքին բարամնչը գրեթե վերականգնում են, իսկ կարծրությունը համարյա չի պակասում:



Նկ. 79. Հեռանկարային միմյան պողպատի միկրոստրուկտուրան (մարտնչություն, մնացորդային առատներ և երկրորդային ցիմենտ) 300X:

Եթե գետնից պահանջվում է մեծ ամրություն, բարձր առաջնայնություն և բազալ բարձրություն (պահանջներ, զսպանակներ, հարվածող մասեր, դարձնողային մուրհերի գործիքներ և այլն), կատարում են միմյան միմյան, ալիքի միմյան պողպատը տաքացվում է 300—450°C, պահվում և արտադրում: Այս պեպտիզացիայի պողպատն արտադրում է միամեղման արտադրության արտադրության:

Իսկ երբ գետնի աշխատում է ցիմենտների, տառամեղմների և հարվածների պայմաններում (սրինակ՝ շտապիները, գրանց հեղուկները, տարբեր լիսեռներ, սանիներ և այլն), գետնի նյութից պահանջվում է բարձր ճշգրտություն և բազալների մեծ ամրություն: Նման պայմանների տեսնելիակա պահանջներն ապահովելու համար կատարում են բարձր միամեղմում, ալիքի միմյան պողպատի գետնի տաքացվում է 550—650°C, պահվում և արտադրում: Այսպիսով արտադրության միամեղման արտադրություն է:

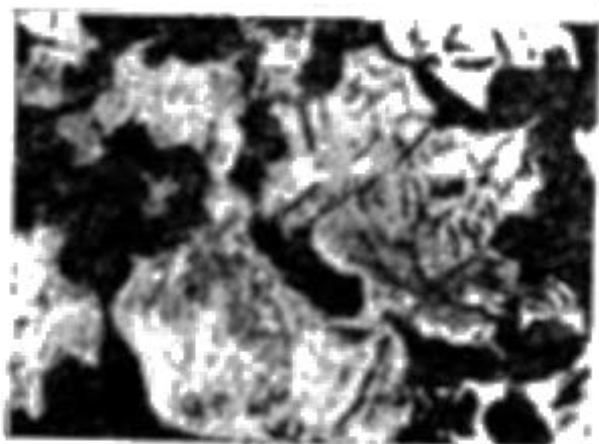


Ընդունվում է միմյան և բարձր միամեղմումն օպերացիաներն անվտանգ է մեկ լուսնով՝ բարելավում:

Նպաստող երևում է Նկ. Նկ. 79—83-ում բերված պատկերները:

Նկ. 80. Ոչ լցված միմյան (740°C) դրոշմած միմյանային պողպատի միկրոստրուկտուրան՝ մարտնչություն և ցիմենտ (500X):

առատեղիների կողմ մայրենիների տրամադրման հետևանքով գոյացած ընտրակրթականների (միման և միամենդաման սրբիների, տրուսիների, առնդ նույնը տրուսիների կամ բնիների) ֆազային բաղադրիչները ապրիկանալ:

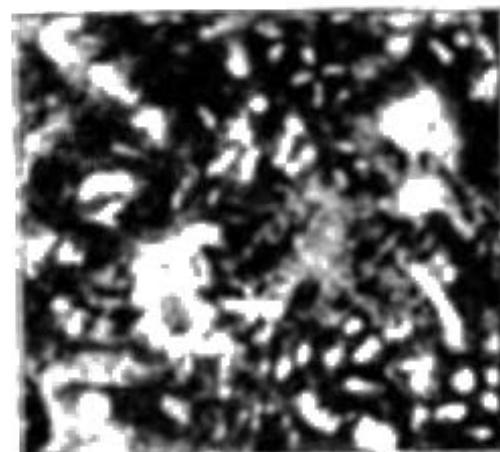


Նկ. 81. Սև գի մեջ միման միմենդամանի պոզայների միկրոտրուսիանը՝ մայրենիներ (այստակ) և «կ մամ»՝ միման տրուսիներ (500x):

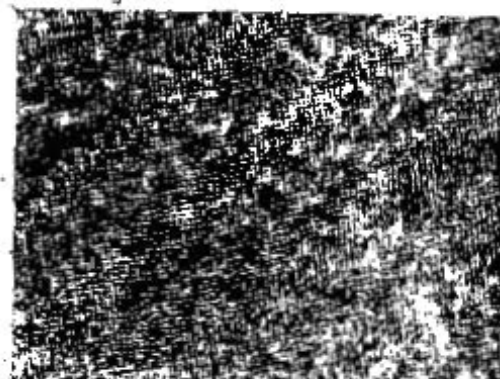
մանրագիտակցով պոզայների հն բաղադրվում, ապի միման՝ չեն նկատվում, իրանց տրուսիներն ֆազային բաղադրիչները և հարա են բերվում էլեկտրոնային մանրագիտակցով (Նկ. 74), որտեղ պարզ հրեամ են ցեմենտիների մամիկները ֆերիտային հիմամ: Միկ սանայիդի բնիմացքում, երբ կոսկածիլի է, թե սր տրուսիանային բաղադրիչն է սակա, դիմամ են կոզմանայի, սրիանայ, կոսկածիլային չափման մեկոզիլն:

Սկզբում անհրաժեշտ է նույնպես իմանալ ավելի պոզայների համապատասխան տրուսիանային բաղադրիչների կարծրությունները: Իրանց քնայիլը բաղադրվում է տարբեր ֆիզիկո-քիմիական և տեղագեղան տրուսիանային անալիզների միջոցով:

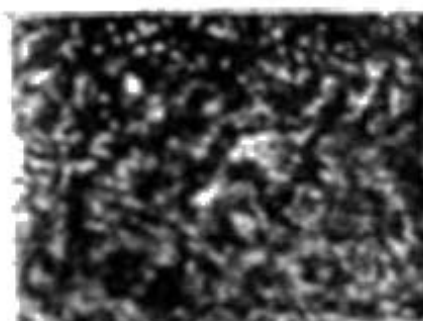
Բոլոր ջերմամշակման սպեկտրների էլեկտրոնային ինչպես արդեն նշվիլ է, անհրաժեշտ է գիտալը որոշ ա-



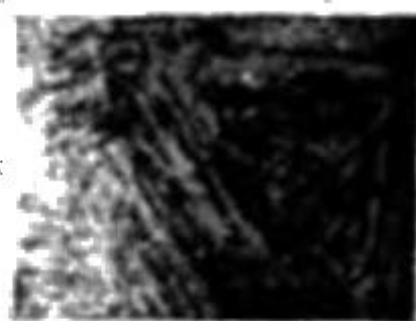
Նկ. 82. Միման և զածր միմենդաման (200°C) միմենդամանի պոզայների միկրոտրուսիանը՝ միման և «կ մամ»՝ միման տրուսիներ (500x):



Նկ. 83. Միման և զածր միմենդաման (200°C) միմենդամանի պոզայների միկրոտրուսիանը՝ միման և «կ մամ»՝ միման տրուսիներ (500x):



Նկ. 84. Միման և զածր միմենդաման (200°C) միմենդամանի պոզայների միկրոտրուսիանը՝ միման և «կ մամ»՝ միման տրուսիներ (500x):



Նկ. 85. Բարձր (200) ջերմամշակման միմանի պոզայների միկրոտրուսիանը՝ միման և «կ մամ»՝ միման տրուսիներ (500x):

բաղադրվում տրուսիանի միմենդամանի որոշակի ջերմամշակման ալի ջերմամշակման և անամ որոշ մամանակ ալի պոզայի և սրի տրուսիանային սակեղներ: Ջերմամշակման համար նույն անհրաժեշտ է տաքացիլ սրիկայը:

**5. Տեղեկություններ ՊՈՂՊԱՏԻ ՏԱՔԱՅՄԱՆ
ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ**

Ջերմամշակման ժամանակ զետաղները հիմնականում տաքացվում են վառարաններում: Ջերմամշակման տրտադրամտերի հիմնական սարքավորումը վառարաններն են: Նախած կիրառվող վառելանյութի տեսակին, վառարանները լինում են՝ էլեկտրական, գազային, հեղուկ և պինդ վառելանյութի վառարաններ: Ջերմամշակում կատարելու ամենատարածված վառարանները էլեկտրական վառարաններն են, որովհետև դրանք, մնացածների համեմատությամբ, ունեն մի շարք առավելություններ՝ հեշտ են կարգավորվում, աշխատանքային լուցում չկան տարրեր, հաճախ վտանգավոր, ալյուման արգասիքներ, հիդրենիկ են և այլն: Ըստ կոնստրուկտիվ հատկանիշների վառարանները լինում են՝

1. Պարբերական գործողություն, օրինակ՝ կամերային (խցավոր) վառարաններ կամ մոֆեյլային, ոչ մոֆեյլային, հորածն, վաննա-վառարաններ, թունեյլային վառարաններ և այլն:

2. Անընդհատ գործող կամ մեթոդիկ տաքացման վառարաններ (հեռցաներ), օրինակ՝ կոնվեկտորային, հրող հարմարանքով, կարուսեւալին, պատվող ռետորտով և այլն:

Նալաժ աշխատող խցի տարածությունն միջավայրին, որտեղ տեղի է ունենում գետաշեների տաքացումը, վառարանները ունենում են՝

1. Օղբային մ/թնոլորտ կամ ալրման արդասիքների մ/թնոլորտ:

2. Պաշտպանական միջնուղորտ, որն ստացվում է կամ վառարանի աջխառտող խցում, կամ վառարանից դուրս:

3. Վանհա՝վառարաններ, օրինակ՝ աղալիհ, կապտրալիհ և այլն:

Երբեմն ջերմամշակվող գիտունները տաքացվում են էլեկտրական-
տակտային, ավելի հաճախ, էլեկտրաինդուկցիոն եղանակով՝ բարձր հա-
ճախականության հոսանքների միջոցով:

Եզակի դեպքերում տաքացնում են նաև դազալին հրաշխիժի՝ ալ-
րիչի բոցի միջոցով⁶։

Լաբորատոր պայմաններում մետաղները տաքացվում են լաբորատորալին էլեկտրավառարաններում, որոնք ունեն համեմատաբար շատ պարզ կոնստրուկցիա:

Ձերմամշակման կատարման որակի և մշակման արտադրողականության բարձրացման համար մեծ նշանակություն ունի տաքացման ժամանակի (տաքացման արագություն) և միջավայրի ճիշտ ընտրությունը:

* ՀԱՅԲՐՈՒՄՆԵՐԻ ՎԵՐՊՈՋՈՒՄՆԵՐԸ (ՎԿՈՒՄՆԵՐ) ԴԱՏԱՐԱՆԻ ԶԵՆՈՒՄՆԵՐԸ

6. ՏԱԲԱՑՄԱՆ ՓԱՄԱՆԱԿԸ

Կորճ ժամանակում տաքացնելիս դեռալների ջերմամշակման ար-
տադրարկականությունը բարձրանում է, սակայն շատ արագ տաքացման
հեռանկարով կարող է առաջանալ խոտան: Այդ պատճառով անհրաժեշտ
է պեկավարվել գործնականորեն որոշված օպտիմալ տաքացման սեփիմ-
ներով:

Տարացման ժամանակն անհրաժեշտ է ջերմամշակման տեխնոլոգիական քարտեր կազմելու համար, քարտեր, որոնք պետք են ինչպես, առհասարակ, աշխատանքի ընթացքում, այնպես էլ ջերմամշակման արտադրամասեր նախագծելու համար:

Վատարանի աշխատող խցում դեռտալի նյութին ջերմութունը հա-
ղորդվում է ինչպես սնմիրչականորեն մոֆեիի հատակին հալվելու հետե-
վանքով, այնպես էլ կոնվեկցիայով ու ճառագայթմամբ:

Որքան բարձր է վառարանի աշխատող խցի ջերմատրիճանը, այն-
քան արագ է տեղի ունենում տաքացումը:

Օրինակ՝ 100 մմ հաստությամբ տնկցող պողպատե դետալը մինչև 1000⁰ տաքացվում է՝

1000°C ունեցող վառարանում—50 րոպե,

1200° ունեցող փառարանում—15 թույն,

1400°-ի դեպքում — 5 րոպե:

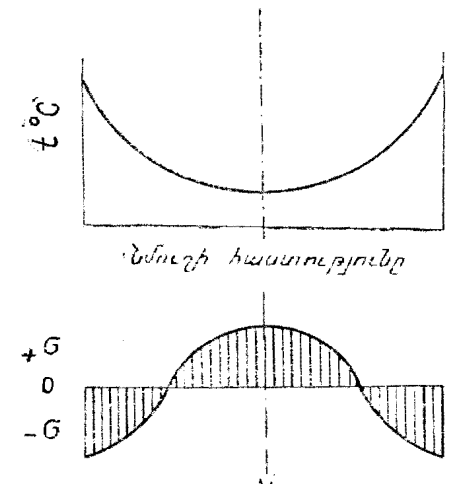
Դեռ առիթ տալուց անմիջապես ընթացքում առաջանում են ներքին՝ ջերմա-
յին ընդարձակման լարումներ: Արտաքին շերտը չուտ է տաքանում և

ձգտում է ընդարձակել, իսկ երբ խորքը դեռ չի տաքացել, նրա նյութն արգելք է հանդիսանում այդ ընդարձակմանը, որի նեղեցիկ արտաքին շերտում գոյանում են սեղմման լարումներ, իսկ խորքում՝ ձգման լարումներ:

Տաքացման ընթացքում ջերմաստիճանները և լարումները լաշխումը գետալի հատվածքում սխեմատիկորեն արված է նկ. 86-ում բերված գրաֆիկում:

Նմուշի արտաքին շերտի և միջուկի ջերմաստիճանների, հետևապես և ներքին լարումների տարբերությունն ալնքան մեծ

Նկ. 86. Տաքացման ընթացքում գետակ հատվածքում ջերմաստիճանների բաշխման լարումների էպլուրի սխեմա:



Նկ. 86. Տաքացիական ընթացքում դեռալի հատվածքում ջերմաստիճանների լրացման և յարդամների էպլուրի սխեմա:

կլինի, որքան բարձր լինի տաքացման արագությունը, և ցածր՝ նյութի ջերմահաղորդականությունը:

Ջերմալիներ լարումներից բացի տաքացման ընթացքում նմուշի մեջ առաջանում են նաև ստրուկտուրային փոխարկման լարումներ: Պողպատը ֆերիտի և ցեմենտիտի միջակում ունի ավելի մեծ տեսակարար ծավալ, քան աուստենիտի միջակում, և քանի որ այդ փոխարկումը տաքացման ընթացքում նմուշի հասվածքում տեղի է ունենում ոչ միաժամանակ, այլ աստիճանաբար, սուսի գոյանում են նաև ըստրուկտուրային փոխարկման լարումներ:

Բացի դրանից, չթրծաթուղված ձուլվածքներում և կռվածքներում լինում են ներքին լարումներ, որոնք պայմանավորված են դրանց պատրաստման աեխնոլոգիայի ընտելթով:

Թվարկած ջերմալիներ, ստրուկտուրային փոխարկման և պետալներում առկա ներքին լարումները կարող են դումարվել ու գերազանցել նյութի ամրութլան սահմանը, և տաքացման ընթացքում կարող են պոչանալ ճաքեր:

Բարձր լեգիրված դորժիքալին պողպատները (օրինակ՝ Р18, Р9, և ուրիշ, X12, X12M, X12T և այլն) և չուգուններն ունեն ցածր ջերմահաղորդականութլան դորժակից: Հետևապես, բարձր լեգիրված պողպատ և չուգունն գետալներն ունհրաժեշտ է տաքացնել գգաշութլամբ, ալոինքըն դանդաղ: Դանդաղ պետք է տաքացնել նաև բարդ ձևի, հատու ու բարակ հասվածքներ և մեծ չափեր ունեցող գետալները:

Մեծ ներքին լարումները կոնստրուկցիոն պողպատների համար վտանգավոր են մինչև 500—600°C, որովհետե մինչև նշված ջերմաստիճանը դրանք ունեն ցածր պլաստիկութլան, իսկ բարձր լեգիրվածները՝ մինչև 700—800°C: Ավելի բարձր ջերմաստիճանում ներքին լարումներն ալլես վտանգավոր չեն, որովհետե այդ պայմաններում գետալը ձևք է բերում քապարտ բարձր պլաստիկութլան: Այդ լարումների ազդեցութլան տակ գետալը կարող է ենթարկվել արդեն պլաստիկ դեֆորմացիայի:

Փորձը ցույց է տալիս, որ ածխածնալին և ցածր ածխածնալին լեգիրված պողպատները կարելի է տաքացնել ցանկացած, գործնականորեն իրադորժելի, բարձր արագութլամբ: Իսկ բարձր ածխածնալին և մանավանդ բարձր ածխածնալին բարձր լեգիրված պողպատները պետք է սկզբում դանդաղ տաքացնել, ալսինքն՝ հախատաքացնել մինչև 500—600 կամ 800—850°C, հետո, ածխածնազրկումից և օքսիդացումից խուսափելու նպատակով, տաքացնել ավելի տրապ:

Օրինակ՝ արագահատ պողպատները տաքացվում են երեք փուլով՝ նախատաքացում մինչև 600°C, հետո մինչև 800—850 և ապա տաքացնում մինչև 1280°C:

Գործնականում տաքացման արագութլանը կարգավորելու համար օգտագործվում է հիմնականում երեք եղանակ՝

1. Զածր արագութլամբ տաքացնելու համար գետալը տեղավորում են սառը վառարանի մեջ, որի ջերմաստիճանը բարձրացվում է աստիճանաբար: Այս դեպքում գետալի արտաքին շերտի և միջուկի ջերմաստիճանների տարբերութլանը փոքր է, հետևապես, փոքր են նաև ներտիճանների: Սակայն սգրեկատի արտադրողականութլանը ցածր է:

2. Դետալը տեղավորում են վառարանի մեջ, որի ջերմաստիճանը հավասար է գետալի տաքացման ջերմաստիճանին: Այդ դեպքում արտաքին շերտի և խորքի ջերմաստիճանների տարբերութլանը մեծ է լինում: Բարձր են նաև առաջացող ներքին լարումները: Վառարանի արտադրողականութլանը համեմատաբար բարձր է:

3. Դետալը տեղավորում են վառարանի մեջ, որի ջերմաստիճանը գետալի տաքացման ջերմաստիճանից բարձր է: Այս եղանակն է արագ գետալի լեգիրված տաքացման հիմնական հնարավորութլանը: Ընդ որում կամ լեգիրված տաքացման հիմնական հնարավորութլանը, ոլնքան մեծ է գետալի տաքացման արագութլանը:

Վերջին եղանակի դեպքում աղբեգատի արտադրողականութլանը ամենաբարձրն է, սակայն գետալի արտաքին շերտի և խորքի ջերմաստիճանների ու լարումների տարբերութլանը հույնպես մեծ է: Այս եղանակով չի հաջողվում տաքացնել բոլոր տեսակի պողպատները:

Առաջին եղանակով տաքացվում են բարձր լեգիրված պողպատները, ինչպես նաև չուգունն գետալները:

Երկրորդ եղանակը հաճախ է կիրառվում և համարվում է ջերմամշակվող պողպատների հիմնական տաքացման եղանակը:

Երրորդ եղանակը կիրառվում է ցածր ածխածնալին պողպատների տաքացման, քիչ պատասխանատու գետալների համար:

Տաքացման արագութլանը կարելի է բարձրացնել՝ օգտագործելով բարձր ջերմաստիճանի գործակից ունեցող միջավալներ, վառարանի ուղիատող խցի գազալին միջավալը փոխարինելով հեղուկ միջավալով: Հեղուկ միջավալի ջերմաստիճանական ունակութլանն ավելի բարձր է, քան գազերինը: Այդ պատճառով մանա-վառարաններում՝ հալված աղբում կամ հալված մետաղական միահալվածքներում տաքացման արագութլանն ավելի բարձր է:

Պողպատի տաքացման ժամանակից բացի անհրաժեշտ է հաշվի առնել նաև պոչելու ժամանակը: Բարձր ջերմաստիճանում պահելն անհրաժեշտ է՝ ստրուկտուրային փոխարկումների ավարտման և աուստենիտի համառեուման համար: Աուստենիտի համառեումը տեղի է ունե

նում համեմատաբար արագ՝ մի քանի րոպեի ընթացքում: Այլ ավալների համաձայն պահելու ժամանակամիջոցը պետք է հավասար լինի տաքացման քառորդ ժամանակամիջոցին:

Տաքացման ժամանակի սեղողությունը կախված է մի շարք գործոններից, գրանցից են օրինակ՝

գետալի չափերը, հիմնականում՝ հատվածքի մեծությունը,

ձևը՝ մեկ միավոր ծավալի մակերևույթի մեծությունը,

գետալների դիրքը վառարանում միմյանց նկատմամբ,

տաքացման սնհրաժեշտ ջերմաստիճանը,

վառարանի աշխատանքային խցի միջավայրի նյութը, դրա ջերմաստիճանը,

գետալի նյութը, բաղադրությունը, ջերմահաղորդականությունը և այլն:

Ինչպես երևում է, տաքացման ժամանակի սեղողությունը վրա ազդող գործոնների թիվը մեծ է: Դրանք բոլորը դժվար է անալիտիկորեն հաշվի առնել: Այդ պատճառով տաքացման ժամանակը որոշվում է փորձերի հիման վրա կազմված սղյուսակային ավալների կամ էմպիրիկ բանաձևերի միջոցով:

Օրինակ՝ ածխածնային պողպատներից պատրաստված գլանաձև նմուշները տաքացնելու և պահելու ժամանակը կարելի է որոշել հետևյալ ավալներով՝

600°C դադարյին վառարանում՝ 1 րոպե, գլանի տրամագծի 1 մմ-ի համար,

100°C » » 0,5 » » » » » »

800°C աղային վառարանում՝ 0,25 » » » » » »

800°C կապարային վառարանում՝ 0,1 » » » » » »

Քառակուսի հատվածք ունեցող նմուշների համար նշված ժամանակը 1,5 անգամ պետք է մեծացնել, իսկ շերտավորների համար՝ 2 անգամ:

Էմպիրիկ կախվածությունների մեթոդներից մեկը, որը գործնականում ավելի է տարածված, հիմնվում է այն դրույթի վրա, որ՝ գետալի տաքացման սեղողությունը ողիղ համեմատական է նրա արամագծին՝

$$\tau = aD, \text{ որակը}$$

Դ-ն տաքացման ժամանակն է վրկ-ով,

D-ն՝ գլանային գետալի տրամագիծը մմ-ով,

a-ն գործակից է, որը որոշում են փորձնականորեն վրկ/մմ-ով:

Եթե գետալը քառակուսի կամ ուղղանկյուն հատվածք ունի, ապա

D-ի փոխարեն վերցնում են նրա հաստությունը՝ H-ը:

a գործակցի արժեքները բերված են աղ. 16-ում:

Վերը տրված էմպիրիկ կապը գետալի համակողմանի տաքացման դեպքի համար է, իսկ երբ վառարանի հատակին միաժամանակ տեղա-

Տաքացնող վառարան	Վառարանի ջերմաստիճանը՝ °C	a գործակիցը տարբեր հատվածքի համար		
		կլոր	քառակուսի	ուղղանկյուն
Էլեկտրավառարան	600	80—100	100—120	120—150
Էլեկտրավառարան	800	40—50	50—60	60—25
Աղային վառարան	800	12—15	15—18	18—22
Աղային վառարան	1300	6—8	8—10	10—12
Կապարային վառարան	800	6—8	8—10	10—12

դրվում են մի քանի գետալներ, նախած դրանց փոխադարձ դիրքին, որոշված ավալը բաղմապատկում են նկ. 87-ում բերված ա գործակցով:

Տաքացման ժամանակի ավելի ճշգրիտ որոշման մեթոդներից մեկը Ա. Կ. Գուլյանի առաջարկած մեթոդն է, որը հիմնված է այն դրույթի վրա, որ պողպատե դնդի լրիվ տաքացման սեղողությունը ողիղ համեմատական է նրա արամագծին:

$$\tau = KD, \text{ որակը}$$

Դ-ն տաքացման ժամանակն է րոպե-ով,

D-ն՝ դնդի տրամագիծը մմ-ով,

K-ն՝ համեմատականության գործակցը:

Հաշված աղի մեջ տաքացնելու դեպքում աղ գործակիցը հավասար է 0,1:

Գետալի աղի ձևի և

աղ պայմաններ հաշվի առնելու համար աղ բանաձևի մեջ մտցվում են լրացուցիչ գործակիցներ՝ K_1 , K_2 և K_3 , որոնք տաքացման ժամանակը՝

$$\tau = 0,1 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot D, \text{ րոպե, որակը}$$

Դնույթների դասակարգումներ	α
	1
	1,3
	1,4
	1,7
	2
	4

Նկ. 87. ա գործակցի արժեքները՝ նախած վառարանի հատակին գետալների դասավորման փոխադարձ դիրքին:

Դ-ն տաքացման ժամանակն է րոպե-ով, որակը

K_1 -ը գետալի ձևը հաշվի առնող գործակից է,
 գնդի համար՝ $K_1=1$,
 գլանի համար՝ $K_1=2$,
 զուգահեռանիստի համար՝ $K_1=2.5$,
 թիթեղիկի համար՝ $K_1=4$:

K_2 գործակիցը բնորոշում է միջավայրի նշաթը, որանդ տեղի է
 ունենում տաքացումը:

Աղի մեջ տաքացման դեպքում՝ $K_2=1$,
 կապարի վաննայում տաքացնելու դեպքում՝ $K_2=0.5$,
 գազային միջավայրում՝ $K_2=2$:

K_3 գործակիցը հաշվի է առնում հավասարաչափ տաքացման պաշ-
 մանը, որը կախված է վառարանի հատակին դետալների դասավորման
 դիրքից: K_3 գործակցի վերաբերյալ տվյալները բերված են նկ. 87-ում (շ):
 Դետալի չափի բնութագրերը (D_1 -ը) դետալի առավելագույն լայ-
 նական հատվածքի նվազագույն չափն է (գնդի համար՝ $D_1=D$):

Դաշակի մեթոդի տաքացման ժամանակի հաշվարկը համեմատա-
 բար ավելի ճշգրիտ է, սակայն իր ավելի մեծ աշխատատարություն հե-
 տանքով աչյու մեթոդը պրոծնականում քիչ է տարածված:

Կան տաքացման ժամանակի հաշվարկման նաև այլ եղանակներ:

7. ՀԱՍԿԱՑՈՂՈՒԹՅՈՒՆ ՊԱՇՏՊԱՆԱԿԱՆ ՄԹՆՈՒՈՐՏՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Տաքացնող վառարանների աշխատանքային խցի միջոցառում
 գտնվում են մի շարք ագրեսիվ գազեր՝ թթվածին, ածխածին, ածխածին գազ, ջրած-
 ին, ջրի գոլորշի և այլն, որոնք բարձր ջերմաստիճաններում համե-
 մատաբար մեծ արագությամբ ածխածնազրկում և օքսիդացնում են
 պողպատե դետալը:

Ածխածնազրկման և օքսիդացման հետևանքով վատանում է դե-
 տալի կարևորագույն՝ մակերեսային մասը, որն աշխատանքի ընթաց-
 քում հաճախ գտնվում է առավել լարված վիճակում և չիման ժամա-
 նակ դիմադրում մաշմանը:

Դետալի կամ գործիքի մակերեսային մասը, մանավանդ բարակ
 հատվածքները և եզրերը, բարձր ջերմաստիճաններում երկար պահվե-
 լույց կարող է լիովին ածխածնազրկվել և ունենալ ֆերիտային ստրուկ-
 տուրա, ուստի միումից հետո այդ տեղամասերը չեն կարծրանա: Ցածր
 կարծրության հետևանքով շատ փոքր կլինեն դրանց մաշակվածությունը
 և դիմացկունությունը սահմանը: Դա շատ վտանգավոր է, օրինակ, ասում-

նանիների առամների, լիսեռների, զսպանների, զսպանակների, կըս-
 րող, ինչպես նաև չափիչ ու ստուգիչ գործիքների համար:

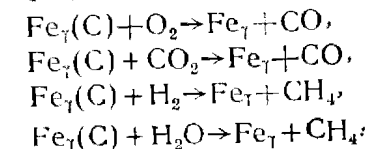
Պողպատի մեջ երկաթի օքսիդացման ինտենսիվությունն զգալի
 չափով բարձրանում է 500-ից ավելի բարձր ջերմաստիճաննե-
 րում: Գոյացած օքսիդաթաղանթը (FeO , Fe_3O_4 , Fe_2O_3) կիպ չի նըս-
 տում մակերեսին: Նա ծակոսկեն է և շատ կարծր: Թթվածինը հեշտու-
 թյամբ այդ շերտերի միջով թափանցում է մետաղի թարմ տեղամա-
 սերը և անընդհատ օքսիդացնում դրանք:

Օքսիդացման պատճառով նախ տեղի է ունենում մետաղի անվե-
 րադարձ կորուստ: Աղավաղվում է շինվածքի երկրաչափական ձևը, ցած-
 րանում ճշգրտությունն ու մաքրությունը: Օքսիդաթաղանթի շատ բար-
 ձր կարծրություն հետևանքով, կարման կամ ճնշման միջոցով կատար-
 վող մշակման ընթացքում, շատ շուտ մաշվում և շարքից դուրս են
 դալիս գործիքների աշխատող մասերը: Այդ պատճառով անհրաժեշտու-
 թյամբ է զգուշանալ նախքան մշակումը դետալի մակերեսը մաքրել օք-
 թվում է զգուշանալ: Դա կատարվում է խաժառման միջոցով, կոտորուքա-
 սիդաթաղանթից: Դա կատարվում է խաժառման միջոցով, կոտորուքա-
 չիթային կամ ավազաշիթային ապարատներով, թմրակներում և
 այլն: Դա նշանակում է դետալների պատրաստման տեխնոլոգիայի
 մեջ մտցնել լրացուցիչ աշխատատար օպերացիաներ: Ուստի շատ կարև-
 ր է ջերմամշակման ընթացքում դետալը պաշտպանել օքսիդացումից
 և ածխածնազրկումից:

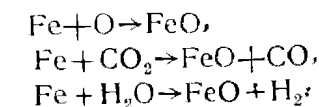
Աշխատանքային խցի զաղակին միջավայրի հիմնական կոմպո-
 նենտները կարելի է բաժանել խմբերի՝

ածխածնազրկողներ՝ O_2 , CO_2 , H_2 և ջրի գոլորշիներ,
 ածխածնադնողներ՝ CO և CH_4 ,
 օքսիդացնողներ՝ O_2 , CO_2 և ջրի գոլորշիներ,
 վերականդնիչներ՝ CO , H_2 և CH_4 ,
 չեղոք գազեր՝ N_2 , Ar և He :

Պողպատի (ստատենիտի) ածխածնազրկումը տեղի է ունենում տա-
 քացնող միջավայրում՝ թթվածնի, ածխածնի, ջրածնի և ջրի գոլոր-
 շիների տակալությամբ դեպքում, հետևյալ սեակցիաների հետևանքով՝



Երկաթի օքսիդացումը տեղի է ունենում թթվածնի, ածխածնի
 և ջրի գոլորշիների ազդեցությամբ տակ՝



Այս ռեալիցիաներից երևում է, որ թիվածինը, ամուսնից զատ չլի գտնվում է, որ ամուսնացնում են պոպուլյար, իսկ ջրածինը միայն ամուսնացնում է:

Որոշ պայմաններում այդ հետևյալները կարող են ընթանալ նաև
կառավարչության մեջ: Այս դեպքում ածխածնի օքսիդը ու մեթանը
կածխածնաջրածնի պոլիպատեր, իսկ ջրածինն ու ածխածնի օքսիդը՝ կլեբու-
կանացնեն օքսիդացված պայմաններ:

Այդ ուսակցիականների ընթացքի ուղղությունը կոխված է դադարելն միջավայրի կոմպոնենտների պարունակության հարաբերությունից, ջերմաստիճանից ու ճնշումից: Ուստի սովյալ պայմաններում ստացւցման համար կարելի է ընտրել միջավայրի՝ ջնպիսի բաղադրություն, որի դեպքում ուսակցվող կոմպոնենտները կարող են գտնվել հավասարա կշռության վիճակում, այսինքն՝ ուսակցիաները նույն արագությամբ կրննթանան և՛ դեպի աջ, և՛ դեպի ձախ: Այդպիսի մթնոլորտը ուսակցիայի մեջ չի մտնի մեատղի հետ, մեատղի նկատմամբ կրինի չեղոք: Հենց այդպիսի մթնոլորտն էլ անվանում են պաշտպանական կամ մերահսկիչ մթնոլորտ:

Պաշտպանական միջոցառում օգտիւցնող է վերականգնող կոմպոնենտների քանակի հարաբերութիւնը պահպանում է որոշակի սահմաններում ունակեալ՝ ինչպես ածխածնազրկող և ածխածնացնող կոմպոնենտների հարաբերութիւնները:

Պաշտպանական միջնորդները նախապատրաստում են հատուկ կաշանքներում և միջնորդությամբ քիչ լարված ճնշման պայմաններում մզում գեպի հերմետիկ փակ մատարանը: Նայած պատրաստման եղանակին, գրանջ լինում են՝

գազի ճառագայիտի աղբյուրի արգասիքներ—ПС (продукты частичного сжигания газа)՝
$$\text{N}_2 + \frac{\text{CO}}{\text{CO}_2} + \frac{\text{H}_2}{\text{H}_2\text{O}},$$

$$\text{դենեբատրային գազ—\Gamma\Gamma' N_2 + \frac{\text{CO}}{\text{CO}_2},$$
$$\xi_{\text{ггп}}[\theta_{\text{ггп}}] \text{ д}[\theta_{\text{ггп}}]_{\text{ггп}} - \text{ПСЭ} \cdot \text{N}_2 + \frac{\text{CO}}{\text{CO}_2} + \frac{\text{H}_2}{\text{CH}_4},$$
$$\text{դիսոցիալած ածուխի (ալիված) - DAC, N}_2 + \frac{\text{H}_2}{\text{H}_2\text{O}} \text{ և}$$

ԻՆԵՐՈՒ ՊԱՊԵԼ:

Ամենապարզ և արդյունավետ միջնորդաներն են՝ բնական, կոք-
սազագի, կամ հեղուկացված ածխաջրածնալին գազերի մասնակի ալ-
բումից պատրաստված միջնորդաները: Դրանք ստացվում են էնդոթեր-
միկ պայմաններում (ՄՇՅ միջնորդա) կամ սովորական ալյուման լուցե-
րում (ՄՇ միջնորդա): ՄՇ միջնորդան ստացվում է խիստ որոշակի

Քանակի գազի և օդի խառնուրդից՝ էնդոթերմիկ գններառուում, ալոհն-
քըն կողմնակի ջերմալին աղբյուրի միջոցով, 1000° C-ում մասնակի ալ-
բումից հետո: Սառնակի ջերմաստիճանը հասնում է 600—700° ջերմաս-

Դիտարկենք հետևյալ փոխարկումը՝ $2\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}_2$ (ԴԱ):

(диссоциированный аммиак ежённый) սիմվոլով:

ԴԱՏ ճիշտորոշ ածխածնազրկում է պողպատը: Այն կիրառվում է պողպատը օքսիդացումից պաշտպանելու նպատակով, երբ ածխածնազրկումը թուլատրելի կամ ջանկալի է (օրինակ՝ տնտիսական երկաթի և տրանսֆորմատորային պողպատի թրծաթթվման դեպքում):

[illegible]

Մեծ բարդություն է պաշտպանական միջոցառումն անցկացնելիս հարկում և մաքրելու խնդիրը: Վերջերս այդ խնդիրը հեշտունթյա՞մբ լուծվում է պինդ Ֆիլարեթի, աշապես կոչված մոլեկուլար մաշերի միջոցով:

Ածխաջնագրկում և օքսիդացում թույլ չտալու նպատակով պոլիստալը տաքացվում է նաև հալված աղերում: Ասկաճն հալված աղերը քնայինպես լուծված վիճակում պարունակում են թթվածին, որը կարող է օքսիդացնել և օքսիդացնել պողպատե դետալը: Այդ պատճառով աշխատանքի ընթացքում աղի վաճառան պարբերաբար ենթարկում են ապաօքսիդացման:

Ծափացման համար կիրառվում են տարբեր աղեր կամ նրանց
խառնուրդներ: Ստորև բերվում են դրանցից մի քանիսի սեղեպա-

Բաղադրար թիվներ	Հալման ջերմաստիճանը, °C	Կիրառման ջերմաստիճանը, °C
75% BaCl + 22% NaCl	640	750 ÷ 900
50% NaCl + 50% KCl	670	
60% NaCl + 20% KCl + 20% NaCO ₃	700	
100% BaCl	960	
		1000 : 1300

Բարձր չեղմաստիճանի համար նախատեսված բարիումի քլորիդի վաճառան ապաօքսիդացնում են ֆերոսիլիցիումով, բորա քաղվ կամ մագնեզիումի ֆտորիդով, իսկ միջին չեղմաստիճանային վաճառաները ($750-900^\circ$) կալիումի երկաթային ցիանիդով (դեպիս արվան աղով¹) $K_4Fe(CN)_6$, որը ինտենսիվ ածխածնացնող նյութ է:

ՍԱՌԵՑՄԱՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆԸ ՏԱՐԵՐ ՄԻՋԱՎԱՑՐԵՐՈՒՄ
(ըստ Ս. Ս. Շաեյսերգի)

Սառեցնող միջավայր	Սառեցման արագությունը °C/վրկ, տարբեր ջերմաստիճանների ինտերվալում	
	650—550°C	300—200°C
Ջուր 18°C պայմաններում	600	270
Ջուր 50°C »	100	270
Ջուր 74°C »	30	200
100% NaOH ջրային լուծույթ (18°C)	1200	300
10% NaCl » »	1100	300
Հանքային յուղի էմուլսիա (ջրում)	70	200
Օճառաջուր	30	200
Հանքային յուղ	150	30

8. ՄԽՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ ՕԳՏԱԳՈՐԾՎՈՂ ՍԱՌԵՑՆՈՂ ՄԻՋԱՎԱՑՐԵՐ

Միումը հաջողությամբ կատարելու համար վճռական նշանակություն ունի սովալ պողպատի սառեցման կրիտիկական արագությունը գիտենալը և համապատասխան սառեցնող միջավայրի ճիշտ ընտրությունը:

Ինչպես հայտնի է, միմյան կրիտիկական արագություն համարվում է սառեցման աֆն արագությունը, որի դեպքում պողպատն առատենիտի միճակից առանց տրոհման սառչում է մինչև M_n կետի մակարդակը և սկսում փոխարկվել մարտենսիտի:

Միմյան համար սառեցնող միջավայր ընտրելիս դիմում են սովալ պողպատի առատենիտի իզոթերմիկ փոխարկման դիագրամին: Ուշադրություն են դարձնում հասկապես առատենիտի նվազագույն կալունությունը գոտու վրա և ընտրում համապատասխան սառեցնող ունակություն ունեցող միջավայր:

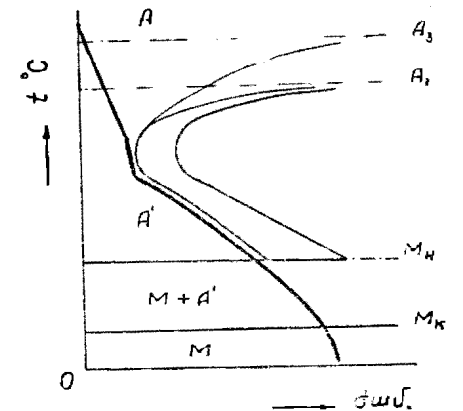
Պողպատների միմյան համար որպես սառեցնող միջավայր կիրառվում են ջուր (տարբեր ջերմաստիճանների), հանքային յուղեր, նատրիումի հիդրօքսիդի տարբեր բաղադրությունների ջրային լուծույթներ, կերակրի աղի, սոդայի և այլ կարբոնատների ջրային լուծույթներ: Իզոթերմիկ կամ աստիճանական միմյան դեպքում որպես սառեցնող միջավայր օգտագործում են հալված սղեր կամ դյուրահալ մետաղական միահալվածքներ (օրինակ՝ $55\% \text{KNO}_3 + 45\% \text{NaNO}_2$, որի հալման ջերմաստիճանը 145°C է, $42,5\text{Bi} + 42,5\% \text{Pb} + 15,5\% \text{Sn}$, որի հալման ջերմաստիճանը 96°C է և այլն):

Այդ նպատակի համար երբեմն օգտագործում են պողպատե կամ պղնձե սալեր, օդ և այլն:

Աղ. 17-ում բերված են որոշ սովալների մի քանի միջավայրերում սառեցման արագության մասին:

Նկ. 88-ում միմյան ընթացքում երևալիսական սառեցման կորը դրված է առատենիտի իզոթերմիկ փոխարկման դիագրամի վրա:

Ցանկալի է, որ միմյան ժամանակ դետալի սառեցումը, մինչև առատենիտի նվազագույն ինկուբացիոն գոտին, տեղի ունենա արագ, իսկ դրանից ցածր ջերմաստիճաններում (երբ առատենիտի կալունությունը մեծանում է)՝ դանդաղ: Այդպիսի սառեցման դեպքում ինչպես ջերմային, այնպես էլ ստրուկտուրային փոխարկման լարումները փոքր կլինեն, ուստի միմյան ժամանակ դետալի կորացումներ ու ճաքեր տեղի չեն ունենա:



Նկ. 88. Իդեալական սառեցման կորի սխեմատիկ միմյան դեպքում:

Պողպատի միումը հաճախ կատարում են բնական ջրում: Ջուրը, որպես սառեցնող միջավայր, $600—550^\circ\text{C}$ ինտերվալում, որն առատենիտի մինիմալ ինկուբացիոն ժամանակաշրջանի ինտերվալն է, ունի եռանդուն սառեցման ունակություն (600°C/վրկ): Դա ջրի դրական առանձնահատկությունն է պողպատի միմյան համար: Սակայն ջուրը համեմատաբար ավելի արագ է սառեցնում նաև $300—200^\circ\text{C}$ ինտերվալում (270°C/վրկ), որն առատենիտ-մարտենսիտային փոխարկման ջերմաստիճանների մակարդակն է: Սա արդեն ջրի բացասական հատկությունն է՝ որպես սառեցնող միջավայր պողպատի միմյան համար:

Բնական լույսը 650—550°C ինտերվալում չորս տնդում ավելի դանդաղ է ստեղծում, քան ջուրը: Սա լույսի բացասական հատկությունն է: Սակայն նա մարտենիտային փոխարկման ջերմաստիճանների գոտում մոտ 10 անգամ ավելի դանդաղ է ստեղծում, քան ջուրը (30°C վրի). սա էլ լույսի գերական առանձնահատկությունն է:

Հետևապես, միմյան ամենալավ Եղանակը ընդհատումով կատարվող միմյան կղանակն է՝ նախ ստեղծել ջրում, ապա՝ լույսում: Սակայն շատ դժվար է կարգավորել ընդհատման մոմենտը, որի պատճառով այդ միմյան մեթոդը գործնականում աստիճանաված չէ:

Առհասարակ, որպես կանոն, ամրապնդված պողպատների միմյան համար կիրառվում է ջուր, իսկ լեգիրվածների համար՝ հանքային լույս:

9. ՀԱՍԿԱՅՈՂՈՒԹՅՈՒՆ ՑՈՒՐՏ ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ ՄՇԱԿՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Յուրա միջավայրում կատարվող մշակումը որոշ պողպատների միմյան օպերացիայի շարունակությունն է:

Այդ միջավայրում մշակում են այն պողպատները, որոնց մեջ մըլումից հետո մնում է մեծ քանակությամբ մնացորդային առտոնիտ: Դրանք բարձր ամրապնդված և բարձր լեգիրված պողպատներն են: Այդ պողպատների առտոնիտա-մարտենիտային փոխարկման վերջի ջերմաստիճանը (M_K կետը) դանդաղ է բացասական ջերմաստիճանների գոտում: Հետևապես, ցուրտ միջավայրում մշակման օպերացիան համարվում է միաված պողպատը M_K կետից ցածր ջերմաստիճաններում ստեղծելուն:

Մոտեցման ընթացքում մնացորդային առտոնիտը փոխարկվում է մարտենիտի, և պողպատը ձեռք է բերում իր առավելագույն կարծրությունը (որովհետև, ինչպես հայտնի է, առտոնիտը համեմատաբար ավելի փափուկ առարկատրային բաղադրիչ է):

Օրինակ՝ կարելի է նշել հետևյալ պողպատներն ու գործիքները, որոնք գործնականում ենթարկվում են մշակման ցուրտ միջավայրում:

1. Արագահատ պողպատները՝ դրանցից պատրաստվող գործիքների մշակվածությունը բարձրացնելու համար:

2. Որոշ չժանգոտվող պողպատները, որոնցից նույնպես հաճախ պատրաստում են կարգի գործիքներ (օրինակ՝ վիրահատման համար):

3. Մագնիսային պողպատները՝ դրանց մագնիսական հատկությունները կաշտարկելու նպատակով:

4. Չափիչ և ստաֆիչ գործիքները՝ դրանց չափերը կայունացնելու, կործրությունը, հետևապես և մաշակման ցիկլները, երկարակեցությունը բարձրացնելու համար և այլն:

Յուրա միջավայրում մշակման օպերացիան կատարելու համար անհրաժեշտ է սեննալ համապատասխան սառը միջավայր ստեղծելու հատուկ կալանք:

Այդ նպատակի համար հաճախ օգտագործում են չոր սառույց՝ կոնգլոմերատի օգնությամբ ամրապնդված գազ և սպիրտ: Դրանց միջոցով կարելի է միջավայրի ջերմաստիճանը հասցնել մինչև -75°C : Եթե ավելի պողպատի M_K կետի դիրքն այդ սահմաններում է, ապա կարելի է բավարարվել դրանով, իսկ եթե այդ կետի դիրքն ավելի ցածր է, անհրաժեշտ է ստեղծել այլ միջավայր, օրինակ՝ խտացված թթվածին, որի ջերմաստիճանը հավասար է -183° , հեղուկ օդ՝ -192°C և այլն:

XI—XII ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ԱՌԱՋԱՐԱՆՔԸ

1. Թվարկել և ապա սահմանել պողպատի հիմնական ջերմամշակման օպերացիաները՝ նշելով դրանց յուրաքանչյուրի նպատակները:

2. Ընտրված և որոշված տվյալները հավաքել և, աշխատանքն ավարտելուց հետո, լրացնել ստորև բերված աղյուսակը:

Աղյուսակ 18

ՊՈՂԱՍ 45-Ի ԿԱՐԾՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՄԻԿՐՈՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՆ ՏԱՐԵՐԻ ՋԵՐՄԱՄՇԱԿՄԱՆ ՕՊԵՐԱՑԻԱՆԵՐԻՑ ԵՎ ՌԵԺԻՄՆԵՐԻՑ ՀԵՏՈ

Նմուշ №	Ջերմամշակման օպերացիայի ան- ունը	Մոտեցման ջերմաստիճանը, °C	Մոտեցման միջավայրը	Կարծրու- թյունը քառ		Մոտեցման արագությունը	
				Ռոկ- վելի	Բրին- ելի	Սխեմատիկ նկարը	անունը
1.	Ելքի (հում) վիճակում						
2.	Միում		10% NaOH ջրային լուծույթ				
3.							
4.	Միում		Ջուր 18°C				
5.							
6.	Միում		հ. նրային լույս				
7.	Նորմալացում						
8.	Նորմալ թրմաթողում						
4.	Ցածր միամեղմում						
5.	Բարձր միամեղմում						
9.	Կեղծ միում	700	Ջուր 18°C				

3. Աղյուսակի և այլ տվյալների հիման վրա կառուցել տվյալ պողպատի համար հետևյալ կորերը՝

ա) կարծրությունից փոփոխման կորը միմյան ժամանակ՝ կախված տարրերի տաքացման ջերմաստիճաններից:

բ) կարծրությունից փոփոխման կորը միմյան ժամանակ՝ կախված տարրերի սառնեցման արագություններից:

գ) տվյալ պողպատի կարծրությունից փոփոխման կորը՝ կախված առարկերի միամեղմման ջերմաստիճաններից:

4. Թվել և սահմանել պողպատի միումից ու միամեղմումից հետո ստացվող առարկաների բաղադրիչների բնույթը, բերելով դրանց հիմնական սխեմատիկ կամ հատկությունները՝ բուլթագրող ցուցանիշների սեծու թվանները:

**ՊՈՂՊԱՏԻ ՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՆ ԵՎ
ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՊԼԱՍՏԻԿ ԴԵՖՈՐՄԱՑԻԱՅԻՑ
ԵՎ ՎԵՐԱԲՅՈՒՐԵՂԱՑՄԱՆ ԹՐԾԱԹՈՂՈՒՄԻՑ
ՀԵՏՈ**

1. ՆԵՐԱՄՈՒԹՅՈՒՆ

Աշխատանքի նպատակն է՝ ծանոթանալ մետաղների պլաստիկ դեֆորմացիայի և վերաբյուրեղացման թրծաթողման ընթացքում տեղի ունեցող երևույթների, ինչպես նաև այդ պրոցեսներից հետո մետաղի ստրուկտուրայի ու հատկությունների փոփոխման աստիճանի հետ: Մեծ հետաքրքրություն պետք է ներկայացնի նաև պլաստիկ դեֆորմացիայի մեխանիզմի հայեցող, որովհետև մետաղի նոր ստրուկտուրան գոյանում է այդ դեֆորմացիայի ընթացքում տեղի ունեցող ստրուկտուրային փոփոխությունների հետևանքով:

Ինչպես նշված է (աղյու. I), մետաղները արտաքին ուժերի ազդեցությամբ տակ նախ ենթարկվում են հիմնականում առաձգական, հետո պլաստիկ, ապա՝ քայքայման դեֆորմացիաների: Մետաղանյութերում դեֆորմացիան տեղի է ունենում նաև ջերմամշակման ընթացքում ստրուկտուրային փոփոխումների և այլ արտաքին ու ներքին գործոնների փոփոխման ժամանակ (դեֆոլդացիի երևույթի շնորհիվ, հալելու ֆազի լուծման և արտադրամասն հետևանքով և այլն), սակայն համեմատաբար շատ փոքր մեծությամբ: Սույն աշխատքին ուժերի ազդեցությամբ տակ մետաղներում տեղի ունեցող դրսևի միալան դեֆորմացիաների մասին է:

Երբ մետաղն նմուշը լարված է համեմատականության սահմաններում, դեֆորմացիան հիմնականում երում է առաձգական բնույթ, ալսինքն՝ բերը վերացնելուց հետո այն զրեթե լիովին անհետանում է: Համեմատական է, որ այդ լարումները մետաղի ներքին (ատոմական) ստրուկտուրայում փոփոխություններ չեն մտցնում, դրանք բյուրեղային վանդակների առաձգական դեֆորմացիաների արդյունք են: Սակայն ճիշտ, այդ լարումների ազդեցությամբ ստակ ստրուկտուրային փոփոխումներ տեղի են ունենում նմուշի չնչին ծավալներում, որովհետև այդ դեպքում մնալան դեֆորմացիան աննշան է:

Սակայն առաձգականության սահմանից բարձր լարումները, ակնհայտ է, որ մեծ փոփոխություններ են մտցնում մետաղների ներքին ստրուկտուրայում, որովհետև այդ դեպքում փոփոխվում են ոչ միայն դեֆորմացիայի ենթարկված նմուշի արտաքին ձևն ու չափերը, այլև

առնադիր նրա բոլոր հատկությունները: Օրինակ՝ մետաղանյութի կարծրությունն ու ամրությունը մեծանում են, պլաստիկությունն ու ճշությունը՝ նվազում, ծավալը՝ աճում, սեռապարար կշիռը՝ փոքրանում, կոռոզիակառնությունը՝ նվազում, էլեկտրադիմադրությունը՝ աճում, փոփոխվում են մագնիսական հատկությունների պարամետրերը, միջուկային փոփոխվում են նրա բոլոր ֆիզիկա-քիմիական և մեխանիկա-տեխնոլոգիական հատկությունները: Տվյալ դեպքում մասնագաման հասկանալի է, որ բոլոր հատկությունների փոփոխությունները ներքին ստրուկտուրայի արմատական փոփոխությունների հետևանք են:

Ենելով մետաղների պլաստիկ դեֆորմացիայի մեխանիզմի վերաբերյալ արդի հայացքներ, բայց որոնց մետաղների մնալան դեֆորմացիան պատկերացվում է որպես մասնիկների հարթությունների վրա պլաստիկ մեխանիկական փոխադարձ սահքի հետևանք, զգալի է հիմնավորել այն երևույթները, որոնք տեղի են ունենում մետաղների ճնշման մշակման ընթացքում և բնական զրանց ֆիզիկական իմաստը (ջերմություն և ներքին լարումների գոյացումը, ծավալի մեծացումը, ամրությունը, քարծրացումը, պլաստիկության նվազումը, օդահեղման կամ եղը՝ ճնշման ազդեցությամբ սակ, և այլն):

Ահա այդ և այլ հարցերի պարզաբանման կապակցությամբ հետաքրքրություն է ներկայացնում մետաղների պլաստիկ դեֆորմացիայի մեխանիզմի ուսումնասիրման հարցը: Հետաքրքրություն են ներկայացնում այն փոփոխությունները, որոնք տեղի են ունենում դեֆորմացված մետաղի ստրուկտուրայում, և նրա հատկությունների փոփոխման առաջին հետևանքը՝ կախված պլաստիկ դեֆորմացիայի աստիճանի մեծությունից: Հետաքրքիր են նաև այն երևույթները, ստրուկտուրայի և հատկությունների փոփոխությունները, որոնք տեղի են ունենում պլաստիկ դեֆորմացիայի ենթարկված մետաղի տաքացման՝ վերաբյուրեղացման թրծածությամբ ընթացքում:

**2. ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ՊԼԱՍՏԻԿ ԴԵՖՈՐՄԱՑԻԱՅԻՑԻ ՄԵԽԱՆԻԶՄԻ
ՎԵՐԱԲՅՈՒՐԵՂԱՆՍՈՒՄԻ ՀԱՅԱՑՔՆԵՐԸ**

Ընդունված է, որ մետաղների պլաստիկ դեֆորմացիան արտաքին ուժերի ազդեցությամբ տեղի է ունենում մեխանիկական (թերաբյուրեղների) բյուրեղաբանական հարթություններում ուժերի և շրջամիջավայրի, երկվալիկների, տարածական վանդակի ծավալ, պոլիգոնացման, բյուրեղացման և բյուրեղների ջարդի միջոցով:

Հաճախ ընդգծվում է, որ թվարկված մասնիկների փոխանցաշարժման ստրուկտուրայի հիմնականը սահքն է: Գտնում են, որ արտաքին ուժի

տանգենցիալ, բաղադրիչի ուղղեցություն տալ միաբյուրեղի մի մասը որոշ շափով սահում է մյուսի վրայով: Շեշտվում է, որ նորմալ լարումներն ի վիճակի չեն մետադր ենթարկել պլաստիկ դեֆորմացիայի, դրանք առաջանում են միայն առաձյական դեֆորմացիա: Սահքի ունակ հարթությունները համարվում են խոններով խիտ դասավորված հարթությունները (ծավալակենտրոնացված խորանարդի վանդակներում դրանք անկյունագծային հարթություններն են, նիստակենտրոնացվածներում՝ ութանիստ, վեցանիստ վանդակում՝ զուգահեռանիստի հիմքերի հարթությունները):

Սահքի ընթացքում տեղի է ունենում նաև թերաբյուրեղի սահող մասերի շրջում: Թիաբյուրեղի մասերը շրջվում են գեպի ուժի ազդեցության ուղղությամբ, որ, ուղղությամբ դրանց բյուրեղաբանական հարթություններում խոնների թիվն ավելի շատ է, որովհետև այդ ուղղությամբ դրանք կարծես ավելի մեծ դիմադրություն կարող են ցույց տալ ալոգոյ ուժին:

Սահքի և շրջման ուղարտումից հետո այդ հարթությունների մոտակա ծավալների ամրությունը մեծանում է: Դա տեղի է ունենում այդ հարթությունների մոտակա բյուրեղաբանական վանդակների ծավալն, պլոլիգոնացման, բլոկադայացման և ջարդի կամ քայքայման շնորհիվ:

Այս բոլորը ներքին (միայն) լարումների գոյացման պատճառ են համարվում, և միաբյուրեղի այդ ծավալը կոմպակտ է, ամրությունն ալոգո-տեղ մեծանում է: Իսկ հետո այդ բանը (սահքը, շրջումը և այլն) տեղափոխվում է նրա հարևան թարմ տեղամասը:

Պլաստիկ դեֆորմացիայի մեխանիզմի մյուս հիմնական տարրը համարվում է երկյակումը: Երկյակումը ուժի տանգենցիալ բաղադրիչի ազդեցության տակ տեղի է ունենում ալոպես, որ միաբյուրեղի մի մասը տեղաշարժվում է երկյակման առանցքի նկատմամբ, մնացած մասի նկատմամբ կանգնում տեղաշարժված վիճակում, հանդիսանալով մյուսի հալելապատկերը: Պատկերացվում է, որ երկյակման ընթացքում միաբյուրեղի այդ մասի տեղաշարժը նույնպես կատարվում է բյուրեղաբանական հարթություններով՝ օրինաչափ սահքերի հետևանքով:

Վերը թվարկված բոլոր տարրական փոխադարձ շարժումները տեղի են ունենում միաբյուրեղի նմուշի մեջ: Որպեսզի պատկերացնել, թե դեֆորմացման ընթացքում բազմաբյուրեղի նմուշի մասերն ինչպես են տեղաշարժվում, գրանք (սահքը, շրջումը, երկյակումը և այլն) պետք է հարմարեցնել իրական մեխանիզմների թերաբյուրեղներին, վերջիններիս սահմաններին, մյուս ֆազային բաղադրիչների և մասնիկների տեղամասերին, օրինակ՝ պողպատի կարբիդային ֆազի մասնիկներին:

Հայանի է, և նկ. 87—89-ում բերված միկրոսարուկաբանական պատկերներն են, որ ճշգրտով մշակման ընթացքում պողպատի

կարբիդային ֆազի մասնիկները չեն ենթարկվում պլաստիկ դեֆորմացիայի: Դրանք պողպատի առաձգական սահմանից բարձր լարումների դեպքում միայն քայքայվում (ջարդվում) են և համեմատաբար հավասարաչափ տեղաբաշխվում նմուշի ծավալում: Ինչպես է այդ տեղի ունենում, ինչպես են դրանք ջարդվում, եթե մեխանիկական հիմքը (օրինակ՝ պողպատի ֆերիտային ֆազը) հոծ է և նրա դեֆորմացիան պետք է տեղի ունենա միայն որոշակի՝ սահքի ունակ հարթություններով, որոնց թիվը սահմանափակ է: Զարգվելիս մասնիկի բեկորները պետք է հեռանան միմյանցից և դրանց հեռացման ուղիները պետք է լցվի շրջապատի միջավայրի նյութով: Դա դժվար է պատկերացնել, եթե այդ մասնիկի շրջապատի միջավայրը բյուրեղային վիճակում է: Կարելի է հեշտությամբ պատկերացնել, եթե շրջապատի միջավայրի նյութը ակտիվ, դյուրահոս վիճակում է:

Արդի պլաստիկ դեֆորմացիայի մեխանիզմի հայացքների հիման վրա դժվար է պատկերացնել այն ուղիները, որոնցով տեղի է ունենում մետաղների ճնշմամբ մշակման ընթացքում մեխանիկական էներգիայի փոխակերպումը ջերմային էներգիայի: Դժվար է, որովհետև ճնշմամբ մշակելիս մետաղի նմուշի մասնիկների կամ մասերի փոխադարձ շարժման արտգոյությունները ավելի կարգի մեծություն սահմաններում են, իսկ ջերմության պատճառ հանդիսացող խոնների և էլեկտրոնների շարժման արտգոյությունը՝ կմ/վրկ կարգի մեծություն սահմաններում:

Այդ հայացքների հիման վրա դժվար է բացատրել մետաղների եռքը ճնշման ազդեցության տակ: Եթե դեֆորմացիան տեղի է ունենում թերաբյուրեղային մասնիկների որոշակի բյուրեղաբանական հարթությունների փոխահքի հետևանքով, և թերաբյուրեղների սահքի ունակ հարթությունները մետաղի ծավալում սահմանափակ ու պատահական օրենքով են կողմնորոշված, ապա այդ դեպքում ինչպես բացատրել, որ եռքը ճնշման ազդեցության տակ անգի է ունենում նույնիսկ այն դեպքում, երբ նմուշները գտնվում են ոտը վիճակում:

Դժվար է բացատրել, թե ինչպե՞ս նմուշների եռքի տեղամասի կարծրությունը լինում է ավելի բարձր, քան հարևան, նույնպես բարձր ստորհանի դեֆորմացված տեղամասին:

Այդ հայացքների հիման վրա դժվար է բացատրել նաև մի շարք ալլերգիկներ, որոնք տեղի են ունենում մետաղները պլաստիկ դեֆորմացիայի ենթարկելիս, օրինակ՝ ամրություն և կարծրություն մեծացումը, պլաստիկության նվազումը, ներքին լարումների գոյացումը և այլն:

Հիմնվելով այն սկզբունքի վրա, որ մետաղի դեֆորմացիան տեղի է ունենում բյուրեղաբանական հարթություններով սահքի հետևանքով, կատարվում են անալիտիկ հաշվարկներ և նկատի ունենալով այդ հար-

թուլթունում գտնվող ատոմների կապի միաժամանակյա հաղթահարումը, ստանում են ավալներ, որոնք 1000 և նույնիսկ մոտ 10000 անգամ ավելի մեծ են, քան մետաղի իրական ամրությունը: Այսպես ապացուցվում և շեշտվում է, որ մետաղի իրական ամրությունը ~10000 անգամ ավելի փոքր է, քան նրա իդեալական ամրությունը:

Եթե հիշենք, որ ջերմամշակմամբ հաջողվում է պողպատի ամրությունը մեծացնել միայն 4—5 անգամ, որ այդքան ամրության մեծացումը բացատրելու համար գոյություն ունի մի ծավալուն գիտություն, որ այդքան ամրության մեծացման իրողորժման համար կառուցվել և գործում են հսկայական ջերմային արտադրամասեր, այն ժամանակ հասկանալի կդառնա, թե ինչպիսի՞ մեծ ճիգեր պետք է գործադրվել, որպեսզի ապահովվել 10000 անգամ ամրության մեծացումը:

Մետաղների այդ հսկայական ճնշվածության ճանաչումը և իրական ամրությունների տարբերությունը բացատրելու համար, երկար որոնումներից հետո, ի վերջո կանգ են առել գիտական (տեղափոխում) հասկացողության վրա:

Այժմ գտնում են, որ սաճքը տեղի է ունենում այն բյուրեղաբանական հարթություններում, որտեղ կան դիսլոկացիաներ, որ արտաքին ուժի ազդեցության տակ այդ դիսլոկացիաները տեղաշարժվում են, որոնց հետևանքով կատարվում է թերաբյուրեղների բեկորների սաճք:

Դիսլոկացիա հասկացողությունն ունի տարրեր սահմանումներ:

Դիսլոկացիան բյուրեղի տարածական վանդակի կառուցվածքի բազմաթիվ այլ արատներից մեկն է: Հանրահայտ է, որ, բացի դիսլոկացիաներից, մետաղների տարածական վանդակի կառուցվածքի անճշտություններ են նաև դիսլոկացված ատոմների և վականսիտների տեղամասերը, տարրեր հատիկների, մասնիկների և բլոկների սահմանները, միկրոփուլների և միկրոճաքերի պատերի մոտակա ծավալները, դենդրիտների ճյուղերի հանդիպման տեղամասերը, օտար ատոմների մոտակա տեղամասերը, էներգետիկական և բաղադրություն ֆլուկտուացիոն տեղամասերը: Ձի ժխտվում նաև, որ մարմիններում անընդհատ տեղի է ունենում գիֆուգիա և ինքնադիֆուզիա, ադսորբցիա և աբսորբցիա, կոագուլում և կոալեսցենցիա և այլն:

Մետաղանյութի ատոմական կառուցվածքի ազդեցիկ բազմաթիվ անճշտությունների առկայության դեպքում կարելի է ենթադրել, որ դրանց բյուրեղացումները, դիսլոկով որպես պլաստիկության և ամրության հիմնական, կորցնում է իր նշանակությունը: Մակայն միայն մետաղական միաբյուրեղի (թերաբյուրեղի) անիզոտրոպության երևույթի իրական լինելը ստիպում է ենթադրել, որ թվարկած անճշտությունները, հավանաբար և դիսլոկացիաները, այնքան էական չեն, և որ մետաղների բյուրեղացումները մեծ դեր է խաղում այդ հարցում:

Մետաղների պլաստիկ դեֆորմացիայի դիսլոկացիոն տեսության մեջ իրական մետաղների տարածական վանդակի կառուցվածքի թվարկած և այլ անճշտությունները հիմնականում անտեսվում են և հաշվի են առնվում միայն դիսլոկացիաները, որովհետև դրանք հնարավորություն են տալիս կիրառելու երկրաչափական հիմունքներ, մոքում բացատրել պլաստիկ դեֆորմացիայի ընթացքում փոխադարձաբար տեղաշարժվող մոտեցիկների կինետիկան և համեմատաբար հեշտ ձևով կատարել տեսլիսիկ հաշվարկներ՝ դրանց բյուրեղաբանական հարթություններով տեղի տեղացող երևակայական սաճքը հիմնավորելու համար:

Դիսլոկացիաների տարրական բացատրությունն այն է, որ բյուրեղաբանական հարթությունների խոնների հարեան շարքում մի խոն ավել է կամ պակաս, կամ բյուրեղաբանական հարթության մի մասը մյուսի նկատմամբ տեղաշարժված է վանդակի մեկ պարամետրից պակաս չափով:

Եթե խոնները հարեան շարքերում մի խոն պակաս է, այդ շարքերի փոխադարձ տեղաշարժման համար արտաքին ազդեցությունը հաղթահարում է միայն մեկ խոնի դիմադրությունը: Այդ պատճառով էլ մետաղի իրական ամրությունը մոտ 10000 անգամ փոքր է, քան իդեալական (հաշվարկային) ամրությունը:

Վերջերս պլաստիկ դեֆորմացիայի դիսլոկացիոն մեխանիզմի տեսության ըմբռնումն ավելի է բարդացել: Այդ տեսությունը բացատրելու համար արդի համապատասխան գրականություն մեջ խորհուրդ է տրվում դիսլոկացիաների շարժումը նմանեցնել ատոմների շղթայի, հալոփականների շարքի, օճառի փրփուրի, անձրևադրդի և նման այլ մարմինների շարժումներին:

Դիսլոկացիաները լինում են հզորային կամ զծային, պոտասական, կոմբինացված կամ խառը, դրական, բացասական, ճկուն, բլոկավորված, կոսած, մետաստաբիլ, միայնակ, նստած, մեծ (կազմովի կամ գերդիսլոկացիա), կատարյալ և ոչ կատարյալ կամ մասնակի, ձգված կամ կիսադիսլոկացիա և այլն:

Դիսլոկացիան ունեն դիսլոկացիաների ցանց, դիսլոկացիաների պատ, դիսլոկացիաների «ստուառ» և այլ հասկացողություններ:

Դիսլոկացիաներն ունեն կենտրոն, լայնություն, գիծ: Պոտասական լին դիսլոկացիաները լինում են աջ և ձախ, կան միավոր և կոտրոպական հզորության դիսլոկացիաներ: Դիսլոկացիաների շարժումը լինում է կոնսերվատիվ և ոչ կոնսերվատիվ, հակադարձելի և ոչ հակադարձելի, լայնական և երկայնական, դրանք սղղում են և սղղալով անցնում խոչընդոտները:

Անհրաժեշտ է նկատի ունենալ բյուրեղերի կամ սաճքի վեկտորը, Ֆրանկ-Ռիդի դիսլոկացիաների գնեքացիոն աղբյուրի գործողությունը, «կոտրելի միջոցառում» կամ ուժայ հասկացողությունը, էմբեր-կոտրելի

խոչընդոտները, Սուդզուկի սեգրեգացիաները և այլ շատ դժվար ըմբռնելի հասկացողություններ, դիսլոկացիայի տեսակներ, դրանք բացատրելու համար կառուցված հարյուրավոր, հաճախ նույնպես անհասկանալի, երկրաչափական նկարներ, սխեմաներ և այլն:

Իհարկե, թվարկված և նման ամեն մի այլ հասկացողություն, դիսլոկացիոն կատեգորիա, տեսակ կամ սխեմա ընդարձակ կերպով բացատրվում և սահմանվում են գոյություն ունեցող համապատասխան գրականություն մեջ: Միևնույն է, այդ բոլորը շատ դժվար է պատկերացնել և, գլխավորը, դա լուրացնելու ոչ մի անհրաժեշտություն չկա: Այդ տեսությունը ոչ մի գործնական հարց չի լուծում, բացի մետաղի հաշվարկային և իրական ամրություն տարբերության բացատրությունից: Իսկ ի՞նչ է մնում բացատրելու, եթե տեսական հաշվարկը անհիմն է:

Ըստ հեղինակի այդ հարցում հիմնական սխալն այն է, որ մետաղները, նորմալ մթնոլորտային պայմաններում լինելով բյուրեղային մարմիններ, այդպիսին են համարվում նաև ավելի բարձր ճնշման պայմաններում:

Բավական է միայն հրաժարվել այն մտքից, որ մետաղյա նմուշը որոշակի անհավասարաչափ բաշխված ճնշման ազդեցության տակ, իր որոշ ծավալներում մի պահ կորցնում է նորմալ մթնոլորտային պայմաններում իրեն լուրահատուկ բյուրեղային կառուցվածքը, անցնում անհավասարակշիռ, պլաստիկացված վիճակի և բազմաթիվ անհասկանալի հարցեր կստանան իրենց տրամաբանական բացատրությունը:

Առաջարկվող մետաղի հանգուցային՝ դեֆորմացված վիճակից դեֆորմացված վիճակի անխթարթյուն անցման վիճակը միայն եզրակացություն չէ, այլ հիմնված է մի շարք հայտնի դրույթների և իրատեսի վրա:

Այդպիսի դրույթներից մեկն է, օրինակ, Ջ. Վ. Գիպսի ֆազերի հավասարակշռության օրենքը, ըստ որի նյութի ստրուկտուրային վիճակը կախված է ինչպես ներքին, այնպես էլ արտաքին (ջերմաստիճանային, ճնշման և այլն) պայմաններից: Դեֆորմացման ընթացքում նմուշի վրա ազդող բեռնվածքը մետաղանյութի մեջ առաջացնում է ճնշումներ, որոնք հասնում են զգալի մեծությունների: Օրինակ՝ պողպատի տաշեղապողացման ընթացքում մակաճի գազաթուր ճնշումը հասնում է հարյուր հազար մթնոլորտ մակարդակի: Դա կարող է էլ ավելի բարձր լինել բլոկների կցորդված տեղամասերում: Այդպիսի մեծ, և առհասարակ մթնոլորտայինից տարբեր ճնշումների պայմաններում մետաղը կարող է ձեռք բերել այլ կառուցվածք: Նորմալ ճնշման ազդեցության տակ մետաղների բյուրեղային վանդակում գտնվող իոնները կարող են հարկադրաբար մոտենալ և կորցնել ինչպես իրենց մոտակա, այնպես էլ հեռավոր կարգը և նմուշի որոշ ծավալում մի պահ կարող է վերանալ բյուրեղային կառուցվածքը: Այդ ծավալով նմուշի մասերի կամ մասնիկների փոխտեղաշարժման (կամ այդ նյութի դուրս մղման)

հետևանքով լարումը կնվազի (որովհետև, ինչպես նշվել էր, հենարանը կարծես դուրս կգա սեղմող սխառնի տակից): Այդ ծավալը, մի պահ գտնվելով ցածր լարման պայմաններում, նորից կարող է անցնել բյուրեղային վիճակի՝ վերաբյուրեղանալ իոնների նոր դիրքով, արտադատելով բյուրեղային վանդակի քաղցածր վրա ծախսված մեխանիկական աշխատանքը բյուրեղացման ջերմության ձևով:

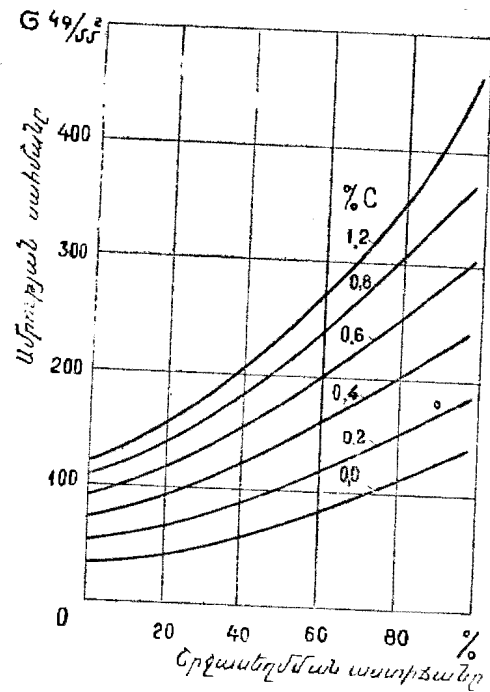
Պեսք է ենթադրել, որ մետաղական նմուշի այդ պայմաններում գտնվող իոնների և էլեկտրոնային գազի փոխազդեցություն բնույթն ունի այսին չէ, ինչպիսին է նորմալ պայմաններում, երբ մետաղը գտնվում է բյուրեղային վիճակում: Հետևապես, այդ վիճակում գտնվող նյութի բոլոր, այդ թվում և ծավալային, հատկությունները պեսք է տարբերվեն միմյանցից: Իոնները, էլեկտրոնները, գտնվելով փոխադարձ շարժման վիճակում, կարող են զբաղեցնել ավելի մեծ տարածություն, վերաբյուրեղացումից հետո դեֆորմացիայի ենթարկված նմուշի ծավալը կարող է մեծանալ, որը և նկատվում է գործնականում: Այդ ծավալի մեծացումը կարող է նաև ներքին լարումների առաջացման, բլոկների մանրացման, ամրության աճի և այլ փոփոխությունների պատճառ դառնալ:

Ինչպես նշվել է, կոման ընթացքում պողպատի կարբիդային ֆազային բաղադրիչը չի ենթարկվում պլաստիկ դեֆորմացիայի: Պողպատե նմուշի մնալուն դեֆորմացիան տեղի է ունենում փափուկ (ֆերիտային կամ աուստենիտային) ֆազային բաղադրիչի պլաստիկ դեֆորմացիայի հաշվին: Սակայն այդ դեպքում կոնցլոմերատի կարբիդային կամ այլ կարծր ֆազը ջարդվում է, մանրանում, գտնվում առաձգականության սահմաններում լարված վիճակում և նմուշի դեֆորմացիայից հետո դրանք ի վիճակի չեն վերականգնել իրենց նախկին չափերը: Դրան խանգարում է պլաստիկ դեֆորմացիայի ենթարկված, նոր դիրք ընդունած, փափուկ ֆազային բաղադրիչը: Այս հանգամանքները նույնպես կարող են սառը վիճակում գտնվող դեֆորմացված նմուշում ներքին լարումների, և հետևապես, ամրության մեծացման պատճառ դառնալ:

Այսպիսով, պլաստիկ դեֆորմացիայի հետևանքով պողպատի ամրության մեծացումը կարելի է բացատրել նրա կարբիդային կամ այլ կարծր ֆազի (օրինակ՝ սահմանային նյութի) մանրացումով, այնպես, ինչպես տվյալ պողպատի միամեղման ջերմաստիճանին համապատասխան նրա մեջ գոյանում է հատկավոր պեղիտ, սորբիտ, տրոստիտ կամ բենիտ, որոնց կարբիդային ֆազի մասնիկների չափերի տարբերության հետևանքով պողպատը որոշ սահմաններում փոխում է իր ամրությունը:

Նկ. 89-ում բերված կորերից երևում է, որ որքան մեծ է պողպատի ածխածնի պարունակությունը (կարբիդային ֆազի քանակը),

ալքան ավելի ինտենսիվորեն է մեծանում նրա ամրությունը՝ կախված դեֆորմացիան առաժնային մեծությունից: Այս հանգամանքը կարող է կոմիման երևալթի առաջարկված բացատրություն ճշտության ապացույց ծառայել (որքան շատ է կարբիդային ֆազի քանակը, այնքան մեծ կլինեն կոտակված լարումները):



Նկ. 89. Լարի ամրության սահմանի աճը (նայած շրջանագծման աստիճանին) տարբեր քանակությամբ ածխածին պարունակող պողպատների համար:

ման ազդեցությունն ունի գտնվում են անտարբեր, պլաստիկացված վիճակում), մետաղական միահալվածքի կարծր ֆազային բաղադրիչի ջարդի հնարավորությունը կուսան ընթացքում, ալդ ֆազի հալասարաչստի բաշխումը միահալվածքի հիմքային ֆազում, նրա մակրոհոծությունն ալդ դեպքում և բազմաթիվ ալլ փաստեր:

Մետաղի ողորկված նմուշի մակերևույթին, հոսունության սահմանի մակարդակի լարումների պայմաններում, դեֆորմացիայի հետևանքով երևան են գալիս Չեռնով-Լյուդերսի սահքի գծեր կամ շերտեր: Դրանց և միկրոշիֆում երևացող սահքի գծերի հիման վրա է շեշտվում, որ նմուշի

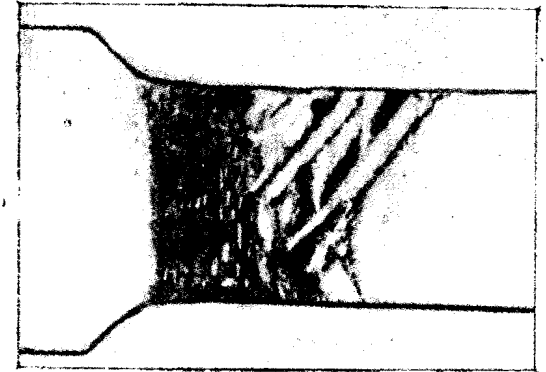
դեֆորմացիան ընթացքում մետաղի նմուշի փափուկ ֆազային բաղադրիչի որոշ ծավալի պլաստիկացված վիճակի ապացույց են նաև ճնշման միջոցով մետաղների տալը և տաք եռքի հնարավորությունը, աղհեղիայի (կաշունություն) երևույթը (որի բնույթը նույնն է, ինչ որ ճնշման ազդեցության տակ եռքի երևույթին), տաշեղի հեշտ երկարացումը տաշեղագոյացման ընթացքում, երբ այն ձգում են աննշան ուժով, կամ տաշեղի հաստություն զգալի մեծացումը, երբ կողմնակի աննշան ուժով արգելակում են նրա գուրս գալը (ակնհայտ է, որ դա կարող է տեղի ունենալ շնորհիվ այն բանի, որ դեֆորմացիան ճակատը՝ տաշեղագոյացման գոտին, ճնշման

զեղազոյացման գոտին, ճնշման ազդեցության տակ գտնվում են անտարբեր, պլաստիկացված վիճակում), մետաղական միահալվածքի կարծր ֆազային բաղադրիչի ջարդի հնարավորությունը կուսան ընթացքում, ալդ ֆազի հալասարաչստի բաշխումը միահալվածքի հիմքային ֆազում, նրա մակրոհոծությունն ալդ դեպքում և բազմաթիվ ալլ փաստեր:

մասերը կամ մասնիկները դեֆորմացիան ընթացքում հարթություններով փոխադարձաբար շարժվում են միմյանց նկատմամբ:

Սակայն այն պատկերը (Նկ. 90), որը երևում է ողորկված նմուշի մակերեսին ձգման սկզբում, չի ապացուցում նրա հարթություններով փոխադարձաբար շարժված մասերի կամ մասնիկների սահքի հետքերի և ոչ էլ դրանց ուղիղ գծերի մասին:

Դանդաղ ձգման ժամանակ նկատվում է, որ ալդ պատկերը՝ նմուշի փալի գոնատումը («գըծերի» առաջացումը՝ պլաստիկ դեֆորմացիան) սկսում է երևալ նմուշի գլխիկի մոտ և աստիճանաբար, ընդհատումներով, տարածվում նրա տարբեր տեղամասերում: Հոսունություն սահմանի վերջում ալդ պատկերը զրավում է նմուշի ամբողջ մակերեսը: Ընդ որում պարզ նկատվում է, որ դեֆորմացիան տեղի է ունենում ընդհատումներով:



Նկ. 90. Չեռնով-Լյուդերսի սահքի գծերի լուսանկարը

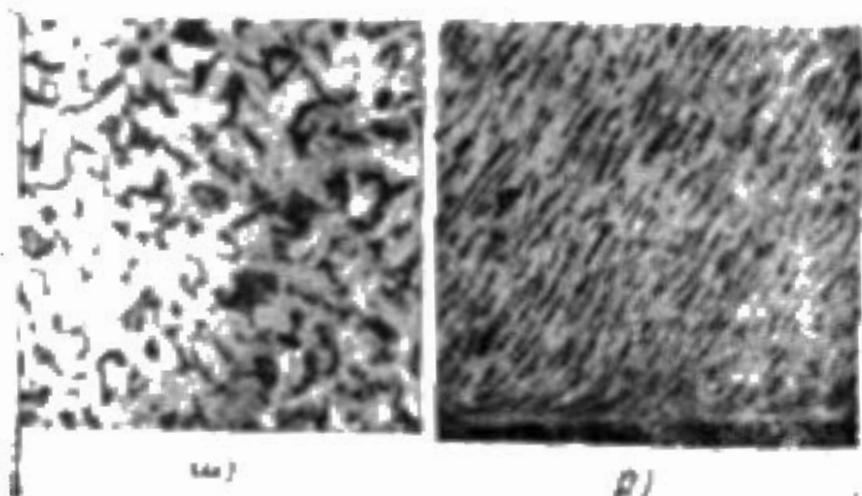
Պլաստիկ դեֆորմացիայի ընդհատումների (դիսկոնտինուիտի) ապացույց կարող են ծառայել նաև հոսունության սահմանի ինտերվալում ձգման ուժի տատանումները:

Կախված մետաղի վիճակից, նմուշի ձևից, դեֆորմացիան առաժնային, բնանավորման արագությունից և այլ պայմաններից փոփոխվում է նմուշի ինչպես անգնն աչքով երևացող մակերեսի դեֆորմացիոն պատկերը, այնպես էլ միկրոպատկերը:

Ուղղանկյուն կամ քառակուսի կարվածքով, ողորկված, փափուկ պողպատի նմուշի վրա, հոսունության սահմաններում դեֆորմացումից հետո, մանրադիտակով խոշոր մասշտաբով մեծացնելու դեպքում դիտելիս, երևում են միմյանցից բավականին հեռու գտնվող մանր ճաքեր, որոնք ուղղված են նմուշի լայնական ուղղությամբ՝ երբեմն քիչ շեղումներով: Դրանք ունեն տղիղ գծի, ստորակետի, աղեղի, երբեմն էլ սինուսոիդի տեսք: Մանրադիտակի տեսադաշտում, 1000 անգամ մեծացնելու դեպքում, երևում է մեկ կամ երկու-երեք ճաք: Ծաքն ընդգրկում է 70 մմ տեսադաշտի մոտավորապես $\frac{1}{3}$ մասը, իսկ տեսադաշտի մնացած մասը երևում է ելքի վիճակի նման ողորկված՝ փալլուն: Դա

անհնարությունն պկտում է պլաստիկ զեֆորմացիայի տեղայնություն մասին:

Ըստ զիստակային միխանիզմի տեսության, պլաստիկ զեֆորմացիայի ընթացքում ալգայի տեղայնությունը պետք է լինի, որովհետև զիստակայիաները միանակարանությունն համապատասխան են բաշխված նմուշի ծավալում: Ըստ այդ տեսության սովյալների, զիստակայիաների խտությունը 10^{-1} - 10^{-2} ս.ս.մ.³ է: Բնորոշվողականի տեսողությունը, 1000 անգամ մեծացնելու դեպքում, համապատասխանում է մաստորոտային 10 ս.մ.: Երեկան տեսողությունը համապատասխանում է 0.04 ս.մ.²: Այդ չափի նիստ տեսողությունը կոնկրետ 0.008 ս.մ.² ծավալ, որում, համաձայն զիստակայիան տեսության, պետք է գտնվեն 10^{11} - $5 \cdot 10^{12}$ - 10^{13} զիստակայիաներ (որակ 10^{10} -ը զիստակայիաների միջին խտությունն է): Եթե ենթադրենք, որ պլաստիկ զեֆորմացիան տեղի է ունենում զիստակայիաների տեղաշարժման շնորհիվ, ապա 10^5 զիստակայիաները կդառնան մասնորոշվողականի տեսողությամբ մեծ խտությամբ: Դրեթև ամբողջ տեսողությամբ պետք է երևա զեֆորմացիայի միանակում, սակայն դա չի նկատվում: Կանխատեսվում մակերևույթի մեծ մասը մնում է երբի միանակի նման՝ փալլառ:

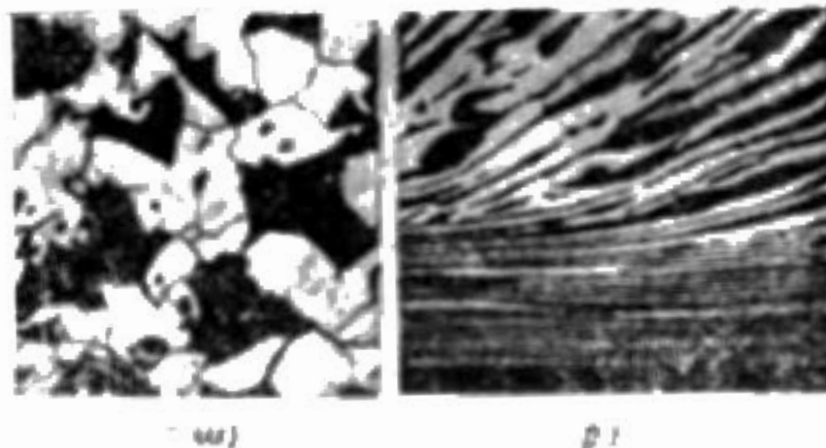


Նկ. 91. Պոլիմեր 90-ի (ա) և նրանից հունում տալեղի մի մասի երկայնական հատվածի (բ) միկրոտրոտկապան (90°):

Պլաստիկ զեֆորմացիան տեղի է ունենում լուրջ՝ նմուշի որոշ թաղի՝ նմուշի քիչ կտրված փաղային թաղայրից պարունակող տեղամասերում, ումի նորմալ բողաղրիցի ուղղման հանդիպման գոտում: Այդ գոտիներով նմուշի որոշ ծավալներ տեղաշարժվում են և, այդ պատճառով,

ոպ, սղորկված մակերևույթ գոմատ է երևում: Համաձայն է, որ նշված հաքերը այդ գոտիների տաճանների հնաքերն են:

Պետք է ենթադրել, որ այդ հաքերը գոմում են նմուշի սղորկված շատ բարակ, բարձր տաճանների զեֆորմացիայի այդ պատճառով՝ տաճակի բնկուն, ժամարժի մակերևույթային մասում: Այդ նյութի սղորկված շերտի, սղորկացումը նման է մեծաղաղաղի միջնկրտրիցային շերտի տարակտուրային (նկ. 92), տեղայն տեճաճմատ ալիկի բարակ է, քան տաշեղիներ:



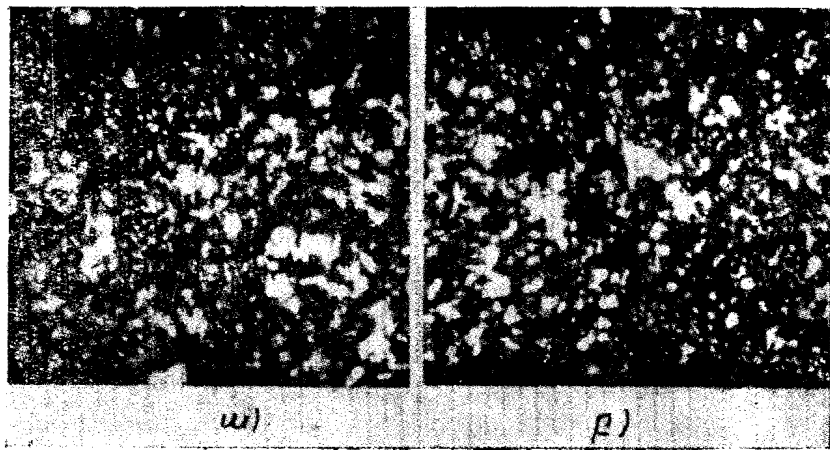
Նկ. 92. Նմուշի, ինչ որ նկ. 91-ում, տեղայն տաշեղի տարին (մեքմ-կորիցային) մասը ($600\times$):

Այսպիսով, Չեռնով-կոգերույ սղմիրի՝ երևան դալը կարելի է քաղաարել հետևյալ կերպ: Պլաստիկ զեֆորմացիայի տեղի փաղում, նմուշի քիչ կտրված փաղային թաղայրից պարունակող տեղամասերում նկատվում են նման աղկալային տակ, տեղում է պրոտոկոպված միանակի: Այդ տեղամասերով ընդգրկված մասնիկները միմյանց նկատմամբ տեղաշարժվում, շրջվում են: Տեղաշարժմանը բնորոշվողական եղանակին համապատասխան կատարվում են նմուշի որոշակի սղորկվածներով, այդ պատճառով էլ, միգրայ զիստիկ, սղմիրի տաղափրային են թողնում:

Իսկ ինչ վերաբերում է միկրոշիֆի ասաններին թերաբրուրեղներում երևացող զմեղին, որոշ տվյալների համաձայն, պրոնք ուղուցի, պարա մղված ծավալների կամ այդ ծավալներով թերաբրուրեղների բնկրեղի տեղաշարժեր են:

Մանրակրկիտ որոնումները ցույց են տալիս, որ մետաղների պլաստիկ դեֆորմացիայի ընթացքում հարթություններով (ալդ թվում և բլուրեղաբանական) նմուշի մասերի կամ մասնիկների սահքի անմիջական փորձնական ապացույցներ չկան: Հետեապես, ալդ տեսակետից անհիմն պետք է համարել սոճառարակ մետաղների «իդեալական ամբողջություն» հասկացողության հարցադրումը: Հետեապես անհիմն պետք է համարել նաև ալդ նպատակով կատարված տեսական հաշվարկները, ուստի իմաստագրվում է հաշվարկների հիմնավորման համար ստեղծված պլաստիկ դեֆորմացիայի մեխանիզմի բացատրությունը ալդ մեծածավալ դիսկուսիոն տեսությունը:

Ձեռնարկի ծավալի փոքրության պատճառով անհնարին է այստեղ լայնորեն քննարկել մետաղների պլաստիկ դեֆորմացիայի մեխանիզմի արդի, ինչպես նաև այստեղ ստաջարկված հալացքները: Այնուամենայնիվ, համառոտակի շարադրված էլ բավարար չափով ցույց է տալիս, որ ալա հարցի վերաբերյալ ժամանակակից դրույթները կարծիք ունեն հիմնական վերանայման և հիմնավորման:



Նկ. 93. P9 տեսական չի պողպատի (ա) և դրանից հանված տաշեղի (բ) միկրոստրուկտուրան (660 $\times$):

Թեև հարցի տեսական կողմը բարդ է և առաջիկա վերջնականորեն չլուծված, սակայն գործնականում փորձերի հիման վրա լիովին պարզված է, որ սառը պլաստիկ դեֆորմացիան և հետագա վերաբյուրեղացման թրծաթողումը որոշ, բավականին մեծ սահմաններում, փոփոխում են մետաղանյութերի հատկությունները:

3. ՍԱՌԸ ՊԼԱՍՏԻԿ ԴԵՖՈՐՄԱՑԻԱՅԻ ԵՎ ՎԵՐԱԲԵՅՈՒՐԵՂԱՅՄԱՆ ԹՐԾԱԹՈՂՄԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՊՈՂՊԱՏԻ ՍՏՐՈԿՏՈՒՐԱՅԻ ՈՒ ՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՎՐԱ

Սառը վիճակում պլաստիկ դեֆորմացիայի ենթարկած մետաղի (կռած, դրոշմած, քարշած, կռածգամար դրոշմած, կտրուկով մշակած դետալի մակերևութային շերտի և այլն) ստրուկտուրան, համեմատած իր ելքի վիճակի ստրուկտուրայի հետ, կրում է արմատական փոփոխություններ՝ առաջանում են ներքին լարումներ, հատիկները (թերաբյուրեղները) դեֆորմացումից հետո վերաբյուրեղացման հետևանքով ձեռք են բերում է՛լ ալելի մանր մոդակի կառուցվածք, բլուրեղային վանդակը ազավաղվում է, կարծր ֆազային բաղադրիչները և հատիկների սահմանային նյութը ջարդվում է և մանրանում, թերաբյուրեղները ձգվում են կռածգաման ուղղությամբ՝ տափակում կամ թեղքավոր ձև ընդունում (երևան է գալիս տեքստուրա), ծավալը մեծանում է և այլն: Այսպիսի վիճակը համարվում է կոմպակտ:

Կոմպակտ վիճակը թերմոդինամիկորեն չհավասարակշռված, մետատարիլ (անկայուն) վիճակ է: Այդպիսի մետաղն ինքնաբերաբար ձգտում է դեպի իր հավասարակշիռ, ստարիլ (կայուն) վիճակը, ձգտում է ազատակի ալելորդ էներգիայից՝ հասնել իր ներքին ազատ էներգիայի նվազագույն պաշարին:

Իհարկե, եթե դեֆորմացված մետաղի ստրուկտուրան ալ է, ապա տարրեր կլինեն նաև նրա բոլոր հատկությունները, ալդ թվում և մեխանիկական հատկությունները՝ կարծրությունն ու ամրությունը լինում են մեծ, պլաստիկությունն ու ճկությունը՝ փոքր:

Եթե կոմպակտ մետաղը ալժամ ստաջացնենք, նրա մեջ կսկսվեն ալնպիսի պրոցեսներ, որոնք վերջի վերջո, համեմատաբար կարճ ժամանակամիջոցում, կստեղծեն հավասարակշռությունը մոտիկ վիճակ՝ կոռաջանան բլուրեղացման կենտրոններ, դրանք կսկսեն աճել (տեղի կունենա վերաբյուրեղացում): Վերաբյուրեղացման հետևանքով կանհետանան ներքին լարումները, կողորվեն թերաբյուրեղների վանդակները, ջարդված կարծր մասնիկները կենթարկվեն կոալեսցենցիայի ու կոտոլուման, որի հետևանքով կնվազի դրանց քանակը, կմեծանան չափերը և այլն: Ալդ բոլորը տեղի կունենա համեմատաբար արագ, որովհետև դիֆուզիան յարձր ջերմաստիճանում աշխուժանում՝ ինտենսիվանում է, իոնները հեշտությամբ են տեղաշարժվում, դրավում իրենց նոր բլուրեղային վանդակի միջին, նորմալ, խիտ դասավորված, տվյալ պայմանների համար նվազագույն ներքին էներգիային համապատասխանող դիրքեր:

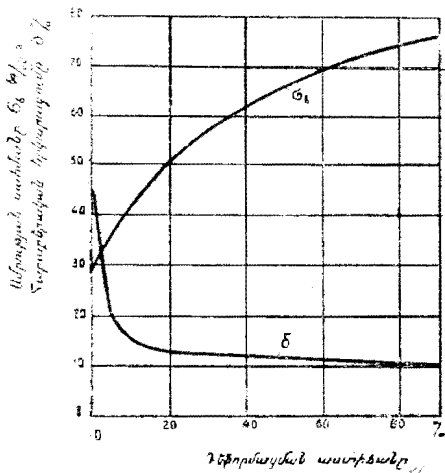
Վերաբյուրեղացման հետևանքով վերականգնվում են մետաղի

նախկին հատկությունները՝ նվազում են կարծրությունն ու ամրությունը, մեծանում պլաստիկությունն ու ճլրկվածությունը և այլն:

Սառը վիճակում պլաստիկ դեֆորմացիայի ենթարկված մետաղի մեխանիկական հատկությունների փոփոխության տատիճանը կախված է հիմնականում դեֆորմացիայի (կոփման կամ շրջաձեղման) աստիճանից:

Դեֆորմացիայի աստիճանը (α), օրինակ, դրանում դեպքում, նման չի նախնական հատվածքի (F_0) և դրանվածքի հատվածքի (F_1) տարբերության հարաբերությունն է նախնական հատվածքին: Բաղմապատկած հարկություն՝ դեֆորմացիայի աստիճանը անհրաժեշտ է արտահայտելու համար:

Ինչպես երևում է նկ. 94-ում բերված կորերից, մոտավորապես 100% դեֆորմացիայի դեպքում փափուկ պողպատի ամրությունը ինտենսիվորեն աճում է, իսկ պլաստիկությունը՝ նվազում: Հետագայում այդ



նկ. 94. Սառը վիճակում պլաստիկ դեֆորմացիայի ենթարկված փափուկ պողպատի ամրության սահմանի և հարաբերական երկարացման փոփոխությունը՝ կախված դեֆորմացիայի աստիճանից:

բերում են շատ փոքր տրամագիծ ունեցող լարի քարշմանը:

Այն, որ փափուկ ($0,2^\circ \text{C}$ պարունակող) պողպատի բարձր աստիճանի շրջաձեղման (95%) դեպքում (նկ. 89) ամրության սահմանը հասնում է 180 կգ/մմ^2 , իսկ դրանում դեպքում (նկ. 94) 80 կգ/մմ^2 -ից ավելի չէ, կարելի է բացատրել քարշման ընթացքում կարբիդային ֆազի ավելի ինտենսիվ դիսսոցիացիայի (մանրացմամբ):

Կոփված վիճակի մետաղի նախնական սորուկսուրան և հատկու-

թյունների փոփոխությունը վերաբանում է, ամրությունը 75% -ի դեֆորմացիայի դեպքում, մոտ 3 անգամ աճում է, իսկ պլաստիկությունը՝ նվազում է մոտ 4-ից մեծ չափով և փափուկ պողպատը ձեռք է բերում բեկունակություն:

Նկ. 89 և նկ. 94-ում բերված պողպատների ամրության աճի կորերը, կախված դեֆորմացիայի աստիճանից, չեն համապատասխանում միմյանց, դա, հստակապես է, պետք է վերադրել նմանների մշակման տարբեր ձևերին (քարշում և դրանում), ինչպես նաև մասշտաբային գործոնին: Նկ. 89-ում բերված կորերը վերա-

թյունները վերականգնվում են վերաբյուրեղացման թրծաթողման միջոցով:

Վերաբյուրեղացման թրծաթողումը շերտամշակման օպերացիա է, երբ սառը վիճակում պլաստիկ դեֆորմացիայի ենթարկված (կոփված) մետաղը տաքացնում են վերաբյուրեղացման շերտի շերտաստիճանից բարձր, բայց ֆազային փոփոխված շերտաստիճանի մակարդակից ցածր շերտաստիճանների ինտերվալում, որոշ ժամանակ պահում այդ պայմաններում և դանդաղ սառեցնում:

Վերաբյուրեղացման շերտի նվազագույն բացարձակ շերտաստիճանը ($T_{\text{վեր}}$), ըստ ակադեմիկոս Ա. Ա. Բոչկարի, համեմատական է ավելի մետաղի հալման բացարձակ շերտաստիճանին ($T_{\text{հալ}}$)՝

$$T_{\text{վեր}} = a T_{\text{հալ}} \text{ } ^\circ\text{K}:$$

Ձ դործակցի մեծությունը կախված է մետաղի մաքրությունից: Տեխնիկական մաքուր մետաղների համար $a=0,3-0,4$: Միահալվածքների համար երբեմն այդ դործակցը հասնում է մինչև $0,8$: Իսկ շատ մաքուր մետաղների համար այն կարող է հասնար լինել $0,2$, նույն իսկ $0,1$:

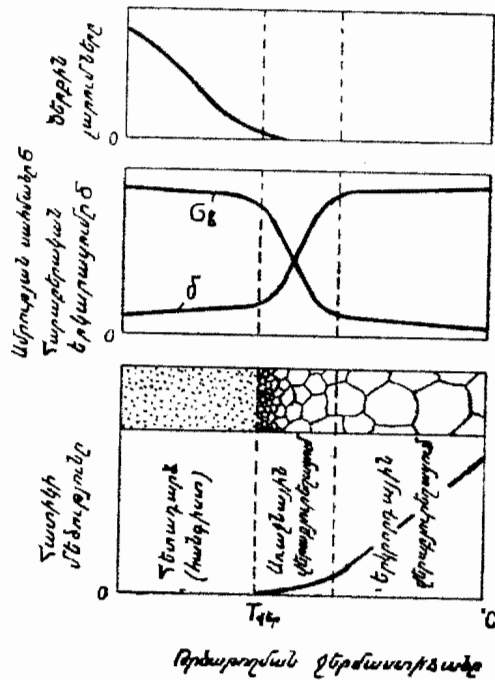
Բացի մետաղի մաքրությունից, վերաբյուրեղացման շերտի նվազագույն շերտաստիճանի մակարդակը կախված է նաև դեֆորմացիայի աստիճանի մեծությունից: Որքան մեծ է դեֆորմացիայի աստիճանը, այնքան ցածր կարելի է նշանակել վերաբյուրեղացման շերտի շերտաստիճանը:

Սովորական մաքրություն ունեցող փափուկ պողպատի վերաբյուրեղացման շերտի շերտաստիճանը, ըստ այդ բանաձևի, ստացվում է $\sim 450^\circ\text{C}$ ($a=0,4$ դեպքում), սակայն այն վերցնում են $600-650^\circ\text{C}$ ՝ թրծաթողման ընթացքը արագացնելու համար: Նշված շերտաստիճաններում դա տեղի է $2-3$ ժամ:

Երբ պլաստիկ դեֆորմացիան կատարվում է վերաբյուրեղացման շերտի շերտաստիճանի մակարդակից ավելի ցածր շերտաստիճանի պայմաններում, ապա այդ համարվում է սառը վիճակի դեֆորմացիա, որից հետո մետաղը մնում է կոփված վիճակում: Իսկ եթե պլաստիկ դեֆորմացիան կատարվում է դրանից բարձր շերտաստիճանում, համարում են տաք մշակում: Տաք վիճակում կատարված դեֆորմացիայից հետո նյութի մեջ կոփվածք չի նկատվում: Դառնում են, որ այդ դեպքում կոփվածքը վերանում է տաք վիճակում վերաբյուրեղացման հետևանքով, որովհետև նման շերտաստիճանը վերաբյուրեղացման շերտի շերտաստիճանից բարձր է: Սակայն դեֆորմացիան գործնականում կատարվում է կարճ ժամանակամիջոցում, վաղիկայինների ընթացքում, իսկ թրծաթողման ավարտման համար անհրաժեշտ է բավականին երկար ժամա-

նակ (2—3 ժամ) նմուշը պահել տաք վիճակում: Այս հակասությունը նույնպես կարելի է բացատրել կոփվածքի մասին գոյություն ունեցող տեսակետի՝ իրականությունը չհամապատասխանելու փաստով:

Մի շարք հետազոտություններ պարզել են, որ վերաբյուրեղացման թրժաթողման ընթացքում (կոփված մետաղի տաք վիճակում) տեղի են ունենում հետադարձ կամ հանգիստ, առաջնալին և երկրորդալին վերաբյուրեղացումների երևույթներ (նկ. 95):



Նկ. 95. Վերաբյուրեղացման թրժաթողման ջերմաստիճանի ազդեցությունը կոփված մետաղի ներքին լարումների, մեխանիկական հատկությունների և հատիկի մեծության վրա (սխեմա):

թերաբյուրեղներ: Մետաղի նախկին՝ մինչդեֆորմացիոն հատկությունները լիովին վերականգնվում են, ներքին լարումները բոլորովին անհետանում, ամրությունն ու կարծրությունը՝ նվազում, պլաստիկությունը՝ աճում, ներքին էներգիան, ուլթալ պայմանների համար, հասնում է իր նվազագույն արժեքին և այլն: Մետաղը նորից ձևոք է բերում պլաստիկ դեֆորմացիայի ենթարկվելու տեսակություն:

Եթե կոփված մետաղը տաքացնենք մինչև՝ վերաբյուրեղացման թրժաթողման երրորդ փուլը, ապա տեղի կանեն և երկրորդալին կամ

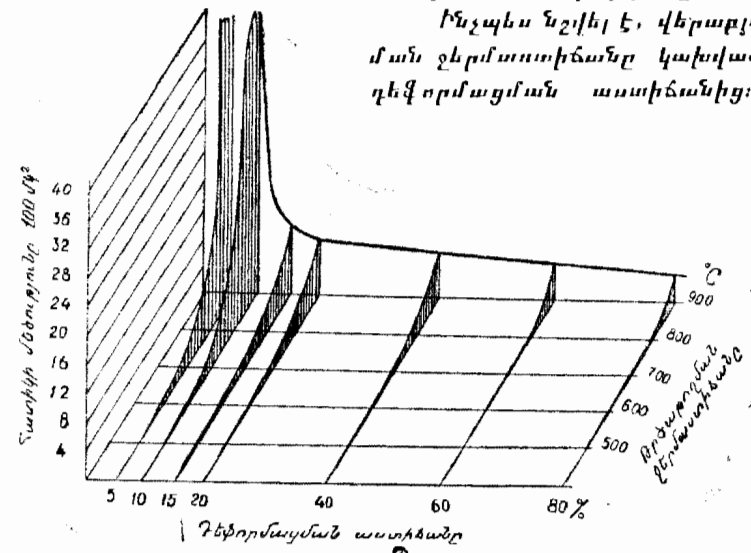
Վերաբյուրեղացման թրժաթողման հետադարձ փուլի ջերմաստիճանների ինտերվալում վերանում են հիմնականում ներքին լարումները, անհետանում է վանդակի աղափաղումը, սակայն վերաբյուրեղացում դեռ տեղի չի ունենում, Ամրությունը շատ քիչ է նվազում, պլաստիկությունը՝ մի փոքր մեծանում: Մետաղը գտնվում է վերաբյուրեղացման շեմքին մոտ պայմաններում:

Հետագա տաքացման ընթացքում պրոցեսը մտնում է իր երկրորդ փուլը՝ առաջանում են բյուրեղացման կենտրոններ, դրանք սկսում են աճել՝ տեղի է ունենում վերաբյուրեղացում: Բավարար ժամանակամիջոցի պայմաններում այն կատարվում է մինչև վերջ: Այդ պրոցեսի ընթացքում դեֆորմացված հատիկներից աճում են նոր, հավասարառանցք, մասեր

հավաքական վերաբյուրեղացում: Այդ ջերմաստիճանում սկսվում է հատիկի հետագա աճ՝ մեծ հատիկները աճում են մանրերի հաշվին, ինչպես ընդունված է առել, մեծ հատիկները կլանում են փոքրերին, այնպես, ինչպես հեղուկի փոքր կաթիլը ձուլվում է մեծին: Պատճառն այն է, որ փոքր հատիկների ընդհանուր մակերևույթը, հետևաբար և մակերևութային էներգիան, համեմատաբար մեծ է, իսկ, ինչպես արդեն նշվել է, սխեմաժը միշտ ձգտում է դեպի իր ներքին ազատ էներգիայի նվազագույն պաշարը:

Սակայն, ինչպես այդ երևում է նկ. 95-ում բերված կորերից, ջերմաստիճանների հետագա բարձրացման հետևանքով մետաղի ամրություն և պլաստիկության ցուցանիշները զրեթե չեն փոփոխվում, այդ պատճառով թրժաթողման ժամանակ կարիք չի զգացվում այն տաքացնել ավելի բարձր ջերմաստիճան: Հատիկի աճը, որը տեղի է ունենում բարձր ջերմաստիճանում, կարող է նվազեցնել մետաղի ճլուխունն ու կռվածքային ունակությունը:

Ինչպես նշվել է, վերաբյուրեղացման ջերմաստիճանը կախված է նաև դեֆորմացման աստիճանից: Լինում



Նկ. 96. Երկաթի վերաբյուրեղացման դիագրամ:

ևն դեպքեր, երբ թրժաթողման ընթացքում հատիկն աճում է շատ մեծ չափով: Դա տեղի է ունենում որոշակի, այսպես կոչված, կրիտիկական դեֆորմացման աստիճանի դեպքում: Այն շրջաստիճանի աստիճանը, որից հետո վերաբյուրեղացման թրժաթողման ընթացքում հատիկը նույնական չափով աճում է, կոչվում է կրիտիկական շրջաստիճան կամ դեֆորմացման աստիճան: Անհրաժեշտ է խուսափել կրիտիկական դեֆորմացման աստիճանից:

Այս հարցում կողմնորոշվելու և համապատասխան օպտիմալ դեֆորմացիան ու ջերմային մշակման ուժերն ունենալու համար օգտվում են, ախպես կոչված, սարածական վերաբյուրեղացման դիագրամներից: Այդպիսի դիագրամներ կառուցված են շատ մետաղների և միահալվածքների համար:

Նկ. 96-ում բերված է երկաթի վերաբյուրեղացման դիագրամը, որը կապ է հաստատում ջրջատեղման աստիճանի, թրծաթողման ջերմաստիճանի և հատիկի մեծության միջև:

Թեև վերաբյուրեղացման թրծաթողման հետևանքով գոյացած հատիկի վերջնական չափը կախված է մի շարք գործոններից՝ տաքացման ջերմաստիճանից, աչք ջերմաստիճանում պահելու ժամանակից, դեֆորմացիան աստիճանից, նախնական հատիկի մեծությունից, մետաղի կամ միահալվածքի մաքրությունից և այլն, այնուամենայնիվ, աչք դիագրամները, ինչպես ասվեց, թույլ են տալիս կողմնորոշվել և ընտրել օպտիմալ դեֆորմացիան և ջերմաստիճանային ուժեր՝ վերաբյուրեղացման թրծաթողումը հաջողությամբ իրագործելու համար:

Ինչպես երևում է բերված դիագրամից, երկաթի, ալյուրի ճիշտ՝ փափուկ պողպատի, կրիտիկական դեֆորմացիան աստիճանը գտնվում է $2 \div 10\%$ ջրջատեղման աստիճանների սահմաններում: Դրանցից պետք է խուսափել, հակառակ դեպքում, հետագա վերաբյուրեղացման թրծաթողման ընթացքում, հատիկը կոճի մեծ չափով և նախապատրաստվածքը ձևաք կրերի վատ տեխնոլոգիական և անհավասար մեխանիկական հատկություններ: Եթե դեֆորմացիոն կայանքը հզոր է, պետք է ընտրել ալյուրի բարձր ջրջատեղման աստիճաններ, իսկ եթե հզոր չէ՝ 20% -ից ալյուրի փոքր ջրջատեղման աստիճան:

Մեքենաշինական գործարանների մամլման արտադրամասերի կիսաֆորրիկատների սրուշ մասերում անհավասարաչափ դեֆորմացիան հետևանքով առկա է ունենում կրիտիկական աստիճանի կոփվածք, իսկ միջօպերացիոն վերաբյուրեղացման թրծաթողման ընթացքում՝ հատիկի հսկայական աճ: Հետագա կռածգման ընթացքում կիսաֆորրիկատի աչք մասերում ճեղքվածքներ են առաջանում: Հետևապես, հատիկի աճը կարող է խոտանի պատճառ դառնալ: Նման դեպքերում խորհուրդ է տրվում թեթևալոր փափուկ պողպատի վերաբյուրեղացման թրծաթողման փոխարեն կատարել նորմալացում: Նորմալացումը կատարվում է ֆազային փոխարկումներով, ուստի ստացվում է պողպատի թերթի նորմալ մանրահատիկ սարակատրա:

1. Դիտել, նկարագրել և սխեմատիկորեն նկարել պողպատե նմուշի միկրոստրուկտուրան մինչև դեֆորմացումը, դեֆորմացումից հետո և հետագա վերաբյուրեղացման թրծաթողումից հետո: Չափել այդ նմուշների կարծրությունները և համեմատել միմյանց հետ:

2. Գրաֆիկորեն պատկերել ցածրածխածնային պողպատների ամրության սահմանի ու հարաբերական երկարացման փոփոխման կորերը՝ կախված դեֆորմացիան աստիճանից, և անել համապատասխան հետևություններ:

3. Տալ «վերաբյուրեղացում» հասկացողության սահմանում, նկարագրել վերաբյուրեղացման թրծաթողման ընթացքում տեղի ունեցող երևույթները և դրաֆիկորեն պատկերել, թե ինչպե՞ս են փոփոխվում պողպատի ամրություն և պլաստիկությունը ցուցանիշների մեծությունները թրծաթողումից հետո:

Ա Շ Խ Ա Տ Ա Ն Ք XIV

ՊՈՂՊԱՏԻ ՑԵՄԵՆՏԱՑՈՒՄԸ

1. ՆԵՐԱՇՈՒԹՅՈՒՆ

Ցածրածխածնային պողպատներից պատրաստված ղետալների արտաքին շերտը ածխածնով հարստացնելու պրոցեսը կոչվում է ցեմենտացում: Ցեմենտացումը պողպատե ղետալների արտաքին շերտի ամրությունը ջերմաքիմիական մշակման միջոցով բարձրացնելու մեթոդներից մեկն է:

Երբ դետալը աշխատում է բարձր (տարբեր նյութերի համար որոշակի) տեսակարար ճնշման պայմաններում և աշխատանքի ընթացքում ենթակա է հարվածների, նպատակահարմար է, որ նրա արտաքին շերտը թուլատելի առավելագույն մաշվածքին հավասար խորությունը ալյուրի կարծր լինի, իսկ խորքը՝ ճիլ: Օրինակ, երբ ղետալը դիմադրում է ստատիկական կամ դինամիկական ծանր կամ ոլորման, առավել լարված միճակում է գտնվում նրա մակերևութային շերտը, լարումները հետզհետե փոքրանում և բոլորովին անհետանում են դետալի չեզոք առանցքի երկայնությամբ: Կրկնվող փոփոխական լարումների ազդեցությունը դեպքում դետալի քայքայումը (հոգնածություն ճաքի զարգացման պատճառով) ևս սկսվում է դետալի արտաքին շերտում (ամուր մակերևութային շերտ ունեցող դետալի դիմացկունությունը սահմանն անհամեմատ ալյուրի բարձր է): Դետալի մաշակալունությունը շփման պայմաններում աշխատելիս ևս կախված է միայն նրա արտաքին շերտի

կարծրությունը: Թվարկված դեպքերում կարիք չկա, որ գետալն ամ-
բողջ հասվածքում ունենա հավասար ամրություն: Դետալի խորքի մեծ
ամրությունը հաճախ նախնիսկ վտանգավոր է: Օրինակ՝ առամնանիվի
առամն ուղիստանքի ընթացքում ենթարկվում է հիմնականում շփման
և ծաման: Եթե նա ամբողջ հասվածքում ամուր լինի, ապա բանեցման,
հանկարծակի արգելակման կամ, առհասարակ, արագություն փոփոխման
ժամանակ, երբ ստամբ հարված է ստանում, նա կարող է ավելի հեշտ
կոտրվել: Առամն ավելի լավ կդիմադրի ծամանը, եթե նրա միջուկի
նյութը լինի ավելի ճիլ, իսկ արտաքին շերտը, որն աշխատում է շփման
մեծ տեսակարար ճնշումների պայմաններում, լինի բավարար կործր:

Բացի առամնանիվների առամներից, նման պայմաններում են աշ-
խատում նաև ծնկավոր լիսեռների կամ, առհասարակ, լիսեռների վզի-
ները, միտցամատը, բաշխիչ լիսեռների բաշխիչները, լիսեռների շլիկ-
ները և այլն: Թվարկված պայմաններում աշխատող գետալների
ներկառուցվող տեխնիկական պահանջներն ապահովելու համար գլխավոր
են արտաքին շերտի ամրություն մեծացման մեթոդներին: Պայպասե
դետալների արտաքին շերտի ամրություն մեծացման հիմնական մեթոդ-
ներն են՝

1) ջերմաքիմիական մշակումը (ցեմենտացում, ցիանացում, ալյու-
մացում և այլն),

2) մակերևութային միսումը (մակամիսումը),

3) արտաքին շերտում կռվված միճակի սակցմամբ՝ մակամիսումը:

Այս մեթոդներն սկզբունքորեն տարբերվում են միմյանցից:

Մակամիսում կատարում են կոտորած նետույ ապարատներով կամ
գետալի մակերեսը պղնձելու միջոցով: Կոտորածի հարվածների կամ
պղնձի ճնշման ազդեցության տակ գետալի մակերևութային շերտի
նյութը $0,2 - 0,4$ մմ խորությամբ սառը միճակում ենթարկվում պրո-
տիկ գեֆորմացիայի, կռվվում է, հետևապես մեծանում է ալի շերտի
կարծրությունը: Դեֆորմացված շերտի տեսակարար ծավալը մեծանում
է, որի հետևանքով ալի շերտում գոյանում են սեղմման բարձրներ,
որոնք օժանդակում են գետալին աշխատանքի ընթացքում դիմադրելու
արտաքին լարումներին, հետևաբար, մեծանում է նրա պիմացկունու-
թյան սահմանը: Սակայն ալս մեթոդը համեմատաբար քիչ է կիրառվում:

Թվարկված մեթոդներից ամենահին, տեխնիկական չարացված և
ալի պատճառով առավել տարածված մեթոդը ջերմաքիմիական մշակ-
ման՝ ցեմենտացման մեթոդն է: Սակայն դա չի կարելի համարել սու-
բիլ պրոգրեսիվ մեթոդ: Վերջերս ցեմենտացման փոխարեն շատ հաճախ
օգտագործում են բարձր հաճախությամբ հոսանքների (ԴԿ-ի) միջոցով
կատարվող մակերևութային միսման մեթոդը (աշխատանք XV):

2. ՊՈՂՊԱՏԻ ՑԵՄԵՆՏԱՑՈՒՄԸ

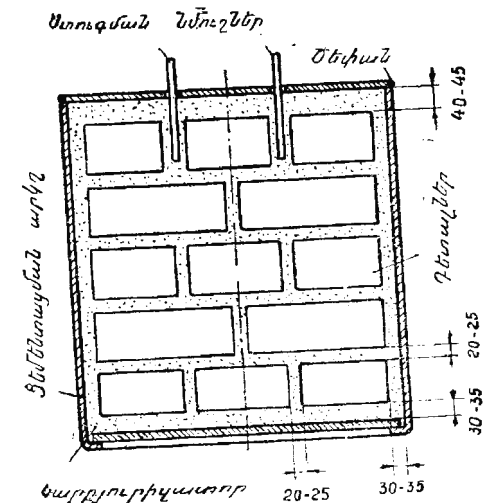
Ցեմենտացման էությունն այն է, որ քիչ ($0,1 - 0,3\%$) ամրամի-
ն պարունակող ամրամիսային կամ լիցիթված (ցեմենտացվող) պայպատը
ապագայում է մինչև AC_3 կետից ավելի բարձր ջերմաստիճան՝ պինդ,
հեղուկ կամ պողպին, առումը ամրամիս ամրամիսին պարունակող միջավայրում:
Ելի ջերմաստիճանում ակտիվ առումը ամրամիսին դիֆուզիայի է կրի-
թի Կ վաճաղը, որն ի վիճակի է լսծի իր մեջ բավարար քանակու-
թյամբ (մինչև 20%) ամրամիսին:

Արտաքին շերտը որոշակի
($0,5 - 2,5$ մմ) խորությամբ ամ-
րամիսի հաղեցնելուց հետո գե-
տալը միսում են: Միսման և հե-
տագուցած միսմանցման շեր-
տի մեծ չափով բարձրանում է
գետալի արտաքին շերտի կարծ-
րությունը (որակի ամրամիսի պա-
րունակությունը հասցված է $1 -$
 $1,2\%$): Իսկ խորքը, քիչ ամրա-
մին պարունակելու պատճառով,
միսմից քիչ է կարծրանում և
ունենում է բարձր ճլայն:

Ցեմենտացումը պինդ միջու-
կայրում կատարելիս գետալները
միսմանցից որոշ հեռավորությամբ
կտրվում են ցեմենտացման արի-
կերի մեջ (նկ. 97)՝ ալսակա կոչ-
ված կարբուրիդատորի հետ միսմին:

Կարբուրիդատորն այն խառնուրդն է, որից բարձր ջերմաստիճան-
ների պայմաններում անջատվում է առումը ամրամիսին: Կարբուրիդա-
տորների սկզբնական բաղադրանքն են: Գործնականում շատ
հաճախ կիրառվում է $90 - 75\%$ կալս փայտածխի մանրաք՝ $4 - 6$ մմ
չափի, որոնք խառնված են $10 - 25\%$ $BaCO_3$ կամ Na_2CO_3 կարբոնատ-
ների հետ:

Երբ նոր է լարացված ալսակ գետալի ցեմենտացման ուժիմը,
արկի վերին մասում գետալների հետ միսմին տեղադրվում են նալն
պայպատից ստացման համար պատրաստված նմաններ (վիսներ),
որոնց ցեմենտացման խորությամբ ժամանակ առ ժամանակ ստացվում
են, գիտելով նրանց կոտրվածքը:



Նկ. 97. Ցեմենտացման արկի մեջ
գետալների կոտրվածքի ուժիմ:

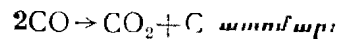
Յեմենտացման խորությունը հիմնականում կախված է պողպատի և կարբյուրիզատորի քիմիական բաղադրությունից, պրոցեսի ջերմաստիճանից և տեղությունից (նկ. 98):

Դարսված արկղերը, նախօրոք չորացնելուց հետո, տեղադրում են վառարանի մեջ, որտեղ ջերմաստիճանը հասնում է 900—1050°C, և պահում 2—3-ից մինչև 7—8 ժամ՝ նախքան պահանջվող ածխածնացման խորությունը:

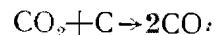
Յեմենտացման պրոցեսի քիմիզմը հետևյալն է: Յեմենտացման ջերմաստիճանում արկղում պտնվող թթվածինը միանալով ածխի ածխածնի հետ, առաջացնում է ածխածնի օքսիդ՝



Այդ օքսիդը ուլալ ջերմաստիճանում հալվելով տաք պողպատին, քայքայվում է՝ առաջացնելով ածխածնի երկօքսիդ և առումար ածխածին՝

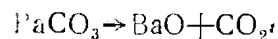


Առումար ածխածինը ակտիվ է իր գոյանալու պահին, ի վիճակի է գիֆոզվել ու լուծվել տուստենիտի մեջ: Իսկ ածխածնի երկօքսիդը, հալվելով տաք ածխին, նորից առաջացնում է ածխածնի մոնօքսիդ՝



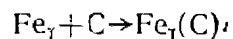
Հետևապես, ցեմենտացման պրոցեսի ընթացքում անընդհատ ունեցենք CO ֆազը:

Յեմենտացման միջավայրում ածխաթթու գազի պաշարի մեծացմանը, հետևապես և պրոցեսի արագացմանը, նպաստում է խառնուրդի, օրինակ, բարիումի կարբոնատի քայքայումից առաջացած ածխաթթու գազը՝

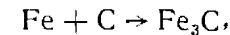


Կարբոնատից անջատված ածխաթթու գազը, միանալով տաք ածխին, առաջացնում է CO ֆազի նոր բաժիններ, որոնք արագացնում են դետալի ածխածնացման պրոցեսը:

Այսպիսով, ածխից և կարբոնատից առաջացած CO ֆազը, դիսոցվելով առաջ է բերում առումար ածխածին, որը գիֆոզվում և լուծվում է երկաթի չ վանդակի մեջ:



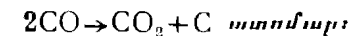
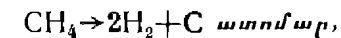
Առատենիտի հազեցումից հետո մնացած ածխածնի բաժինները միանում են երկաթի հետ և առաջացնում երկաթի կարբիդ (ցեմենտիտ)՝



որի առկայությունը, որպես առանձին ստրուկտուրային բաղադրիչ, է՛լ ավելի է բարձրացնում դետալի այդ շերտի կարծրությունը:

Գազային ցեմենտացման դեպքում դետալները դարձում են տակդիրների վրա և դնում հերմետիկ փակ վառարանի մեջ: Այստեղ պողպատն ածխածնացնող գազերն են (կարբյուրիզատոր է) մեթանը (CH_4), պրոպանը (C_3H_8), ածխածնի օքսիդը (CO) և այլն, որոնք բնական, պեներատորային, նավթի կրեկինգի կամ պիրոլիզի հետևանքով առաջացած գազերի կոմպոնենտներ են:

Յեմենտացման ջերմաստիճանում, օրինակ, մեթանը և CO ֆազը դիսոցվում են և գոյանում է ածխածին առումար վիճակում՝



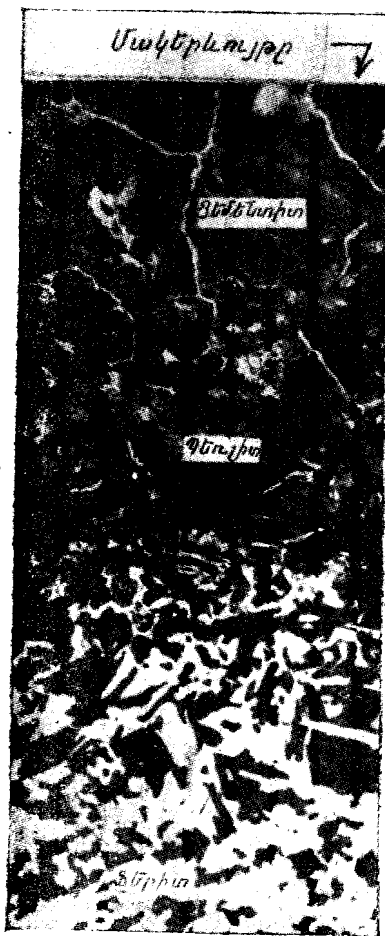
Առումար ածխածինը կլանվում և լուծվում է պողպատի (երկաթի) չ վանդակում: Այն հազեցնելուց հետո ածխածնի մնացած բաժինը, միանալով երկաթին, առաջացնում է ցեմենտիտային ֆազը:

Գազային ցեմենտացումը համեմատաբար ավելի կատարյալ օպերացիա է, քան պինդ կարբյուրիզատորով կատարվող ցեմենտացումը: Արկղերի, ածխի և փոշու բացակայությունը պատճառով սրտադրամասը ավելի մաքուր է լինում, խնայվում է ժամանակը, արտադրական տարածությունները, վառելանյութը: Համեմատաբար ավելի կարճ ժամանակի ընթացքում տաքացումը (3—4 անգամ) թույլ է տալիս հաճախ միումը կատարել անմիջապես նույն տաքացման ընթացքում, որովհետև առատենիտի հատկը քիչ է աճում: Սակայն այս դեպքում ոկրդրնական ծախսերը ավելի մեծ են լինում: Պինդ կարբյուրիզատորով ցեմենտացման կաշանքը համեմատաբար շատ պարզ է և էժամ:

Հեղուկ ցեմենտացումը կատարում են Na_2CO_3 (75—85%) և NaCl (15—10%) աղերի խառնուրդի վաննալում, որտեղ հալումից հետո նրանց խառնում են 10—15% սիլիցիումի կարբիդ (SiC): Վերջինս փոխադրեցություն մեջ մտնելով սողալի հետ, քայքայվում է՝ անջատելով առումար ածխածին, որը և կլանվում է պողպատի մակերևույթին շերտի կողմից: Վաննալի ջերմաստիճանը (815—860°C) կախված է ցեմենտացվող պողպատի բաղադրությունից: Յեմենտացման խորությունը ~0,2 մմ է:

Հեղուկ ցեմենտացում կարելի է համարել նաև բարձր ջերմաստիճանային հեղուկ ցիանացումը, որի ընթացքում պողպատի արտաքին

շերտը, բացի ազոտից, հարստանում է նաև որոշ քանակությամբ ածխածնով ($\sim 1.0\% \text{ N}$ և $0.6-0.7\% \text{ C}$): Պողպատի արտաքին շերտը լածիսած-



Նկ. 99. Պողպատի ցեմենտացված շերտի միկրոստրուկտուրան նախքան միումը (հում վիճակում, $83\times$):

ճանը՝ այդ շերտում ածխածնի միջին բաղադրությունը, որն ինչպես նշվել է համարում է $1-1.2\%$ -ի:

Ցեմենտացումից հետո պողպատե դետալների արտաքին շերտը գեղեկաբար կարծր է: Այն իր առավել կարծր վիճակին կարող է հասնել միայն միումից հետո: Նախած դետալների կարևորությունը, ցեմենտացումից հետո զբաղվում են սարքեր սեփմային շեր-

տով հարստանում է նաև բարձր ջերմաստիճանային գազային ցիանացման (նիտրոցեմենտացման) դեպքում:

Բացի ցեմենտացումից և ցիանացումից, պողպատե դետալների արտաքին շերտը կարծրացնելու և այլ նպատակների համար կատարում են նաև այլ ջերմաքիմիական մշակումներ՝ ազոտացում, դիֆուզիոն մետաղապատման օպերացիաներ (օրինակ՝ քրոմացում, ալյումինավորում, սիլիկավորում, բորավորում և այլն):

Ցեմենտացումից հետո դետալի արտաքին շերտում ստեղծվում է տարբեր բաղադրություն ունեցող պողպատ՝ մակերեսային մասում $1.3-1.4\% \text{ C}$, խորքում՝ $0.1-0.3\%$ (եղքի վիճակի բաղադրությունը): Հետագայում, այդպես ասած է ինչպես հետվառարկային, այնպես էլ մինչև վառարկային պողպատների միկրոստրուկտուրան (Նկ. 99): Այդ հանդամանքը դժվարացնում է ցեմենտացված պողպատի հետագա ջերմամշակումը՝ միումը:

Ցեմենտացման խորությունը պայմանականորեն համարում են մակերեսից մինչև այն գոտին, որտեղ երևան են գալիս ֆերիտի առանձին հատիկներ: Ցեմենտացման աստի-

մամշակումների: Ցեմենտացման ընթացքում, բարձր ջերմաստիճանի և երկար պահելու հետևանքով, պողպատի հատիկները (ինչպես արտաքին շերտում, այնպես էլ միջուկում) մեծ չափով աճում են: Պարզ, քիչ պատասխանառու, դետալների խոշորահատիկային անտեսում են և, ցեմենտացման արդյից կամ վառարանից հանելուց հետո, ենթադրեցնելով (մինչև մոտ 760°) դետալը միում են: Միումից հետո կատարում են ցածր միումեզմում $170-200$ աստիճանում: Այդ դեպքում արտաքին շերտի ստրուկտուրայում ստացվում է խոշոր ստեղծագործ մարտենսիտ՝ շրջապատված ցեմենտիտի թաղանթով, իսկ խորքում (ածխածնային պողպատների անբավարար միկրոստիկան պատճառով), ցածր ածխածնային մարտենսիտից բացի (անմիջապես մակերեսային շերտի մոտ)՝ խոշոր ֆերիտային արտադրամասեր, որոնք մեծ չափով իջեցնում են ինչպես արտաքին շերտի, այնպես էլ միջուկի հարվածային ճյուղությունը:

Երբ դետալն ունի կարևոր նշանակություն, վերևում նշված արտադրությունը վերացնելու նպատակով, դիմում են այլևի բարդ ջերմամշակման կոմպլեքսի՝ ցեմենտացման արդյից կամ վառարանից հանելուց հետո դետալը ենթարկում են նորմալացման (ստեղծում են օգում), հետո նորից առաջացնում մինչև միջուկի միուման ջերմաստիճանը և միում: Այնուհետև տաքացնում մինչև արտաքին շերտի միուման ջերմաստիճանը և նորից միում: Վերջապես, ցուրտ միջավայրում մշակելուց հետո կատարում են ցածր աստիճանային միումեզմում: Այդպիսի ջերմամշակումից հետո ցեմենտացված պողպատի արտաքին շերտի կարծրությունը բարձրանում և հասնում է մինչև HRC 63—65 միավորի, իսկ միջուկի մեխանիկական հատկությունների ցուցանիշները, օրինակ, 12XH3A պողպատի համար, տեսնում են հետևյալ արժեքները՝ $\sigma_b = 95-115 \text{ կգ/սմ}^2$, $\text{HRC} = 30-40$, $a_k = 10-12 \text{ կգ/սմ}^2$, այսինքն՝ ունենում է բավարար բարձր ամրություն և ճյուղություն:

XIV ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԱՌԱՋԱՎՐԱՆՔԸ

1. Նկարագրել պինդ կարբուրիզացիայով կատարվող ցեմենտացման տեխնոլոգիան, նշելով նրա առավելությունները և թերությունները գազայինի հետ համեմատած:

2. Գրաֆիկորեն ցույց տալ պողպատի ցեմենտացման և հետագա ջերմամշակման սեփմները:

3. Դիտել, սխեմատիկորեն նկարել և նկարագրել ցեմենտացված պողպատի միկրոստրուկտուրան մինչև ջերմամշակումը և ջերմամշակումից հետո, սլաքներով ցույց տալով առանձին ստրուկտուրային բաղադրիչները:

4. Ձափել պողպատի կարծրությունը մինչև ցեմենտացումը, ցեմենտացումից և վերջնական ջերմամշակումից հետո: Համեմատել ստացված արդյունքները և անել համապատասխան հետևություններ:

ՄԱԿԱՄԽՈՒՄԸ ԲԱՐՁՐ ՀԱՃԱԽՈՒԹՅԱՆ ՀՈՍԱՆՔՆԵՐԻ ՄԻՋՈՑՈՎ

1. ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Ինչպես նշվեց նախորդ աշխատանքում, հաճախ մեքենաների դե-տալների աշխատանքն ընթանում է ավելի բարենպաստ պայմաններում, երբ նրանց արտաքին շերտի կարծրությունը բարձր է, իսկ միջուկի նյութը՝ համեմատաբար ավելի ճիւղ։ Դետալների մակերևութային շերտի կարծրությունը մեծացնելու համար դիմում են արտաքին շերտի ամ-րացման մեթոդներից որևէ մեկին։ Նշվել էր նաև, որ պողպատե դե-տալների արտաքին շերտի կարծրությունը կարելի է մեծացնել մակա-կոսման և ջերմամշակման միջոցով։

Ջերմամշակման միջոցով պողպատե դետալների արտաքին շերտի ամրացման մեթոդները կարելի է բաժանել երկու խմբի։

1) Դիչ (0,1—0,3%) ածխածին պարունակող պողպատների ջեր-մաքիմիական մշակումից հետո, հիմնականում ցեմենտացումից և ամ-բողջ դետալի հետագա միտումից հետո, մեծ չափով մեծանում է միայն արտաքին շերտի կարծրությունը։ Որքան քիչ ածխածին պարունակելու պատճառով, միտումից հետո քիչ է կարծրանում, հետևապես ունենում է մեծ ճլուխներ։

2) Բավարար քանակությամբ (0,3%-ից ավելի) ածխածին պարու-նակող պողպատի միայն արտաքին շերտի տաքացման և միման շնորհիվ նույնպես մեծ չափով կարծրանում է արտաքին շերտը։ Որքան չի տաքանում, ուստի չի միմանում և չի ամրանում, այլ մնում է նախ-նական վիճակում, եթե դետալը նորմալացված էր, ապա այն մնում է ֆերիտա-պեռլիտային վիճակում, եթե բարելավված էր՝ սորբիտի վի-ճակում։

Եթե համեմատենք այդ մեթոդները, ապա պարզ կերևա, որ ցե-մենտացումը, որպես երկար սևող, թանկ նստող, հաճախ փտանդամոր և աղտոտող օպերացիա, ուղղակի ավելորդ է, մանավանդ, երբ հարկ է լինում ցեմենտացումից հետո սարմատուրալի կարգավորման համար մի քանի անգամ դետալը տաքացնել և սառնցնել (նորմալացնել, մեկ-երկու անգամ միման)։ Բավական է միայն ցեմենտացման պողպատը փոխարինել բարելավման պողպատով, աչիսնքն՝ քիչ ածխածին պարու-նակող պողպատի փոխարեն վերցնել բավարար քանակությամբ ածխա-ծին պարունակող պողպատ և կատարել մակամիում, ապա կիրառործվի մակերևութային ամրացումը։ Ծիշտ է, ցեմենտացման դեպքում ար-

տաքին շերտի կարծրության և խորքի ճլուխն տարբերությունը ավելի մեծ է, քան մակամիուման դեպքում, սակայն կարելի է ապա-ցուցված համարել, որ խորքի համեմատաբար մեծ ամրությունն ավելի նպատակահարմար է, քան չափից ավելի մեծ ճլուխներ։

2. ՄԱԿԱՄԽՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ

Գոյություն ունեն մակամիուման, ավելի ճիշտ՝ մակերևութային միման նպատակով մակերևութային տաքացման հետևյալ մեթոդները։

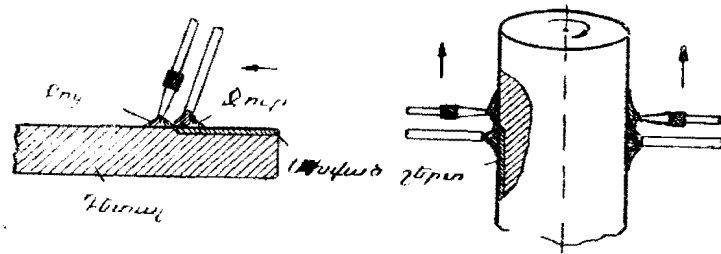
- 1) էլեկտրաինդուկցիոն տաքացում՝ բարձր հաճախության հոսանք-ների միջոցով,
- 2) էլեկտրական տաքացում տաքացում,
- 3) մակերևութային տաքացում և միում էլեկտրոլիտի մեջ,
- 4) տաքացում գազային սյրիչի բոցով,
- 5) մակերևութային տաքացում՝ մակերևութային միման համար հալված կապարի վաննայում։

Կապարի վաննայում հաջողվում է կատարել մակերևութային տաքացումը որովհետև կապարը, պողպատի միման ջերմատոհմանից բարձր տաքացված վիճակում, մի միջավայր է, որն ունի բավական բարձր ջերմատվության ունակություն։ Նրա ջերմատվության գործա-կիցը մեծ է իր հալման և տաք վիճակի ջերմատոհմանների զգալի տարբերության շնորհիվ (327 և ~900°)։ Այդ միջավայրում պողպատե դետալի արտաքին շերտը տաքանում է ուղիղի կարճ ժամանակա-միջոցում, որ խորքը չի հասնում տաքանող միջև կրիտիկական կետերը։ Այնուհետև դետալն սնմիջապես տեղափոխվում է սառնցնող միջավայր, որտեղ նա սառնում է և մակամիումում։

Այս մեթոդն ունի շատ թերություններ։ Ձի հաջողվում կարգու-վորել միման խորությունը, ցածր է արտադրողականությունը, մեծ է կապարի կորուստը։ Սակայն կալանքը շատ պարզ է, գրեթե բացակայում է ածխածնազրկումը և օքսիդացումը։ Այս մեթոդը մակամիուման նպա-տակով քիչ է կիրառվում։ Պողպատե դետալները կապարի վաննանե-րում հաճախ տաքացվում են ամբողջությամբ՝ կոման նպատակով։

Ացետիլենային այրիչի բոցով նույնպես հաջողվում է կարճ ժա-մանակամիջոցում տաքացնել պողպատե դետալի արտաքին շերտը միման միման ջերմատոհմանը և կատարել մակամիում։ Մակամիում հաջողվում է կատարել այդ բոցի բարձր ջերմատոհմանի շնորհիվ (3100°C)։ Ջերմատոհմանների բարձր գրադիենտի պայմաններում զգա-լիորեն մեծանում է մարմինների ջերմափոխանակությունը։ Այս եղա-նակով մակամիում կատարում են հատալին, երբեմն և սերիական ար-տադրություններում։

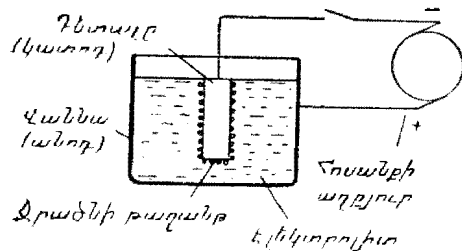
Այլընդի քողը (ջրի խողովակի հետ միասին) որոշ արագությամբ շարժում են դետալի նկատմամբ կամ, ընդհակառակը, պահելով որոշ հեռավորության վրա (նկ. 100): Բոցն արագորեն տաքացնում է դետալի մակերեսը, իսկ ջուրը՝ սառեցնում, այդպիսով իրագործվում է մակամիությունը: Այդ արվում է նաև այլ եղանակով:



Նկ. 100. Պաղպաղի ալյուրի բոցով կատարվող մակամիության օրինակներ:

Մակամիության այդ եղանակը օպերատորից պահանջում է մեծ փորձառություն, հակառակ դեպքում դետալի մակերեսային մասը կարող է նույնիսկ հալվել: Սա այս եղանակի հիմնական բացասական կողմն է: Դժվար է նաև կանոնավորել միմյան խորությունը: Միված դետալն ունենում է անհամաչափ կարծրություն՝ տվյալ շերտը միևնույն հարևան միված շերտը ենթարկվում է տարբեր աստիճանի միամեղմման: Այդ պատճառով մակամիության այս մեթոդը քիչ է կիրառվում: Մեթոդի դրական կողմը կայանքի պարզությունն է: Այս դեպքում հասուն կայանք չի պահանջվում: Մետաղամշակման լուրջանջյուր գործարան մետաղների եռակցման համար կիրառում է այդպիսի կայանք:

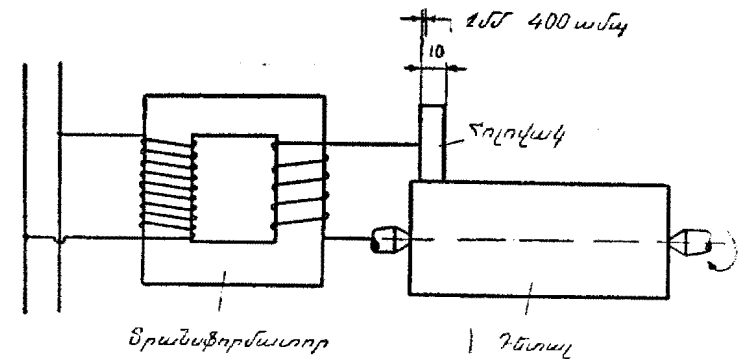
Էլեկտրոլիտում կատարվող մակամիության եղանակը առաջարկել է ինժեներ Ի. Զ. Յանսզորոգսկին: Դետալը տեղափոխվում է էլեկտրոլիտում (օրինակ, 5% Na_2CO_3 -ի լուծույթում) կամ թրջվում է նրանով և ծառայում որպես կատոդ: Հոսանքի շղթան փակելիս էլեկտրոլիզի շնորհիվ դետալի (կատոդի) մակերեսը պատվում է ջրածնի բարակ թաղանթով:



Նկ. 101. Էլեկտրոլիտային եղանակով մակամիության կայանքի սխեմա:

Այս մեթոդը թեև դեռևս լայնորեն չի կիրառվում, սակայն պրոգրեսիվ մեթոդ է: Այն հնարավորություն է տալիս համեմատաբար ճիշտ կոնտնոլորելու միմյան խորությունը, ավտոմատացնելու ամբողջ միմյան պրոցեսը, հետևապես, բարձրացնելու արտադրողականությունը, բացառում է անխառնադրկումը և օքսիդացումը:

Էլեկտրոլիտակալային եղանակով դետալի մակերեսային շերտի տաքացումը մշակել է պրոֆ. Ն. Վ. Գեկելնգը: Այս մեթոդով մակերեսային շերտը տաքացվում է համեմատաբար կարճ ժամանակամիջոցում, երբ նրա վրայով 5—8 մ/վրկ արագությամբ, որոշ բեռնվածքի տակ, գլորվում է հոլովակը (10 կգ՝ հոլովակի 1 մմ լայնության վրա) և երբ շղթայով անցնում է մեծ ուժի (400—700ա հոլովակի 1 մմ լայնություն) և ցածր լարման (2—6 վ) հոսանք:



Նկ. 102. Էլեկտրակոնտակտային եղանակի մակամիության կայանքի սխեմա:

Կոնտակտի տեղի մեծ դիմադրության շնորհիվ, դետալի մակերեսվումային մասը 2—3 մմ խորությամբ տաքանում է մինչև պողպատի միմյան շերմաստիճանը, և այդ շերտը ջրցան հարմարանքով սառեցվում ու միվում է: Եթե դետալը մեծ է, սառեցումը կարող է կատարվել նրա մարմնի տաքացման հաշվին:

Այս մեթոդը իր ցածր արտադրողականության պատճառով կիրառվում է միայն մանր սերիական արտադրության մեջ: Միված մակերեսվումը անհավասարաչափ է կարծրանում (հարևան միված մասը նորից է տաքանում միմյան ժամանակ և միամեղմվում տարբեր աստիճանի): Կայանքը համեմատաբար ունի պարզ կառուցվածք:

Վերը նկարագրված բոլոր մեթոդները, առաջին մեթոդի համեմատությամբ, գործնականում քիչ են կիրառվում: Արդի մեքենաշինական արտադրություններում մակամիություն հիմնականում կատարում են էլեկտրաինդուկցիոն տաքացման եղանակով:

3. ՄԱԿԱՄԽՈՒՄԸ ԲԱՐՉՐ ՀԱՃԱԽՈՒԹՅԱՆ ՀՈՍԱՆՔՆԵՐԻ (ԲՀՀ) ՄԻՋՈՑՈՎ

Այս մեթոդի էությունը հետևյալն է: Մակամիովոյ գետալը տեղավորում են պղնձի պտուրածի սնամեջ հաղորդիչի մեջ կամ նման աղ-ղագիծ հաղորդիչի տակ, որը կոչվում է ինդուկտոր: Ինդուկտորով հոսող բարձր հաճախության հոսանքը ինդուկտում է գետալում նալն հաճախության մրկալին հոսանք, որը, սկին-էֆեկտի համաձայն, կենտրոնացվում է գետալի մակերևութալին մասում և կարճ ժամանակամիջոցում որոշ խորութամբ տաքացնում գետալի արտաքին շերտը: Սկին-էֆեկտ հրևուլթի ինտենսիվությունը կախված է հոսանքի հաճախությունից: Որքան բարձր է հոսանքի հաճախությունը, այնքան փոքր է նրա ներթափանցման ընդունակությունը:

Դետալի միջին խորությունը, որտեղով անցնում է հոսանքը, կուրելի է ընդունել հալասար տաքացված, ուստի և միաված շերտի խորություն: Այն կախված է հետևյալ հիմնական գործոններից.

1. Հոսանքի հաճախությունից: Որքան բարձր է հոսանքի հաճախությունը, այնքան փոքր է նրա ներթափանցման խորությունը, հետևապես և միաման խորությունը:

2. Հոսանքի հղորությունից: Որքան մեծ է հղորությունը, այնքան գետալը ավել խորությամբ ավելի արագ է տաքանում:

3. Պրոցեսի տեղոթությունից՝ հոսանքի տակ պահելու ժամանակամիջոցից: Որքան երկար է պահվում, այնքան խորն է տաքանում:

4. Ինդուկտորի ներսի պատի և գետալի մակերևութի միջև եղած հեռավորությունից:

5. Դետալի նյութի բնուլթից՝ նրա էլեկտրական դիմադրությունից, մագնիսական հատկություններից և այլն:

Գործնականում տվյալ խորությամբ միաման համար հոսանքի հաճախությունը որոշում են հետևյալ բանաձևով՝

$$\delta = C \sqrt{\frac{\rho}{\mu f}} \quad \text{մմ, որտեղ}$$

δ -ն հոսանքի թափանցման միջին խորությունն է (միաման խորությունը),

C -ն՝ համեմատականության գործակիցը,

ρ -ն՝ մետաղի տեսակարար դիմադրությունը $\left(\frac{\text{օմմ} \cdot \text{մմ}^2}{\text{մ}} \right)$,

μ -ն՝ մագնիսական թափանցելիությունը (գեր),

f -ը՝ հոսանքի հաճախությունը (հց):

Միջին քանակությամբ ածխածին պարունակող և ցածր լեղիրված պողպատների համար 20°C -ում՝

$$\delta_{\text{Fe}} = \frac{17}{\sqrt{f}} \quad \text{մմ:}$$

Պողպատի վերին կրիտիկական կետից ավելի բարձր ջերմաստիճանում, երբ նա գտնվում է առատենիտի վիճակում, մագնիսալին թափանցելիությունն զգալիորեն փոքրանում է և միաժամանակ, բարձր ջերմաստիճանի շնորհիվ, տեսակարար դիմադրությունը մեծ չափով մեծանում, որի պատճառով խիստ աճում է հոսանքի թափանցման խորությունը՝

$$\delta_{\text{Fe}\gamma} = \frac{600}{\sqrt{f}} \quad \text{մմ:}$$

Դետալների այս եղանակով կատարվող միաման օպտիմալ ռեժիմի կանոնավորումը բարդ խնդիր է: Այն լուծելու համար հաճախ անհրաժեշտ է լինում կատարել հատուկ հետազոտություններ: Կանոնավորելով հոսանքի հաճախությունը, հղորությունը և պրոցեսի տեղոթությունը, հաշտովում է միաման խորությունը հասցնել մի քանի տասներորդական միլիմետրից մինչև մի քանի տասնյակ միլիմետրի: Հաճախ ԲՀՀ-ների միջոցով կատարում են պողպատի միջանցիկ տաքացում կոման նպատակով: Այդ հոսանքները օգտագործում են նաև մետաղներ հալելու համար:

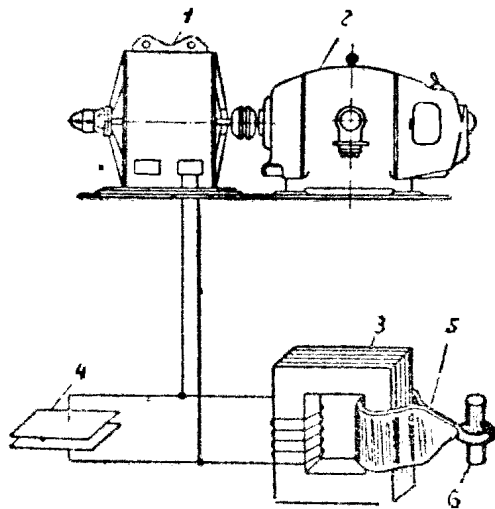
Դետալի ամրոց ղ մակերևութը հավասարաչափ խորությամբ տաքացնելու և միևնու համար անհրաժեշտ է լինում ինդուկտորում ալն որոշ արագությամբ պտտեցնել, հակառակ դեպքում, նրա և ինդուկտորի արտակենտրոնության պատճառով, միումը անհավասարաչափ խորությամբ է տեղի ունենում:

Միաման ժամանակ, այս եղանակով տաքացման դեպքում, ստույգումը սովորաբար կատարում են հատուկ հարմարեցված ջրցանով, որը կոչվում է սպրեյեր: Շատ հաճախ ինդուկտորը ծառայում է և՛ որպես սպրեյեր: Երբ գետալը մեծ է, միաման ժամանակ ստույգումը կարող է կատարվել նրա մարմնով, ինքնուրույնաբար: Այս դեպքում կարելի է մակամիովոյ գետալը տաքացնել այնպիսի խորությամբ, որ ինքնուրույն ստույգման ընթացքում տեղի ունենա նաև ինքնամիամեղում:

Առհասարակ մակամիովոյ գետալների միամեղումը (ցածր) կատարում են կա՛մ ԲՀՀ-ներով, կա՛մ վառարաններում:

Բարձր հաճախությամբ հոսանքի գեներատորները լինում են մեքենայական և լամպալին: Մեքենայական գեներատորներն օգտագործվում են այն դեպքում, երբ անհրաժեշտ միաման խորությունը 2 մմ -ից

ավելի է: Նրանց հոսանքի հաճախությունը հասնում է 500-10000 հց, հզորությունը՝ 7,5-2000 կվտ: Երկու մմ-ից փոքր խորություն մակամիտում կառարկելու դեպքում օդադործվում են լամպային գեներատորներ, որոնց հոսանքի հաճախությունը հասնում է 100 000-5 000 000 և ավելի հց: Սրանց հզորությունը տատանվում է 1,5-300 կվտ-ի սահմաններում: Պայմանականորեն ընդունված է՝ փոփոխական հոսանքի հաճախությունը համարել բարձր, երբ նա 500 հց-ից բարձր է: Քաղաքային սովորական փոփոխական հոսանքները (50 հց) դասվում են ցածր հաճախության հոսանքների թվին (արդյունաբերական հոսանքների հաճախություն): ԲՀՀ-ները իրենց հերթին բաժանվում են երկու խմբի՝ 500-5000 հց՝ ճախային հաճախություն և 15000-10 000 000 հց՝ սաղիս հաճախություն: Մակամիտմը կարելի է բազմաթիվ նաև արդյունաբերական հաճախության հոսանքներով, բայց այդ դեպքում կպահանջվի մեծածավալ կաշանք: Բարձր (սաղիսհաճախության) հոսանքների կիրառումը մեծ չափով թեթևացնում է օդադործվող կաշանքի կշիռը և հնարավորություն է առկա իրադրվելու շատ փոքր՝ միլիմետրի տասներորդականի խորությամբ մակամիտում, որը շատ կարեւոր է փոքր գեատւնների կամ գործիքների համար:

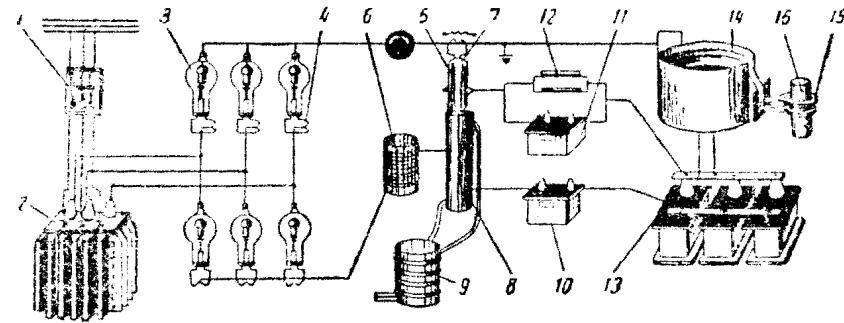


Նկ. 103. Մակամիտման մեքենայական բարձր հաճախության հոսանքների կաշանքի սխեմա (բոտ Վ. Պ. Վոլոգինի):

տեղադրված է մակամիտվող գեատւլը (6):

Նկ. 104-ում ցույց է տրված լամպային բարձր հաճախության հոսանքի տիպային կաշանքի սխեման: Կաշանքը բաղկացած է երեք հիմնական մասերից՝ դադատրոնային ուղղիչից, գեներատորային մասից և տաքացնող կոնտուրից, որտեղ 1-ն տեղադրված է, 2-ը՝ արանսֆորմա-

տորը, որտեղ ցանցից եկող եռաֆազ (50 հց և 220 կամ 380 վ լարում տնկող) հոսանքը ենթարկվում է արանսֆորմացման՝ 10 000 վ լարման, 3-ը՝ դադատրոնային լամպեր (ուղղիչներ) են, որոնք 10 000 վ բարձր լարման փոփոխական հոսանքը փոխում են մոտավորապես նույն լարման հաստատուն հոսանքի: 4-ը՝ արանսֆորմատորներ են,



Նկ. 104. Մակամիտման բարձր հաճախության հոսանքների տիպային կաշանքի սխեմա:

որոնք սնում և շիկացնում են դադատրոնների կատոդները, 5-ը՝ գեներատորային լամպ է, որի անոդում ստեղծվում է բարձր հաճախության փոփոխական հոսանք, 6-ը՝ դրոսել է, որն արգելում է ԲՀՀ-ի վերագարձը դեպի ուղղիչները, 7-ը՝ գեներատորային լամպի կատոդը շիկացնող հոսանքի արանսֆորմատորն է, 8-ը՝ գեներատորային լամպի պղնձյա անոդը, որը հովացվում է շխանդներով (9) հոսող ջրով, 10-ը՝ սաշտպանող կոնդենսատորն է, որն արգելակում է հաստատուն հոսանքի հոսքը դեպի տատանողական կոնտուր, 11-ը՝ ցանցի շղթայի ունակությունն է, 12-ը՝ ցանցի շղթայի դիմադրությունը, 13-ը՝ ունակությունն է, 14-ը՝ բարձր հաճախության արանսֆորմատորը: Այս արանսֆորմատորը (14) և ունակությունը (13) կազմում են կաշանքի գլխավոր տատանողական կոնտուրը: 15-ը՝ ինդուկտորն է, 16-ը՝ գեատւլը, որը ենթարկվում է մակամիտման:

Մակամիտվող գեատւլի տաքացումը, նախած նրա աշխատանքի բնույթին, չափերի մեծությունը, կաշանքի հզորությունը և այլ պայմաններին, կարելի է կատարել երեք ձևով.

1) Ամբողջ մակերևույթը միաժամանակ տաքացնելու և տպոստեղծելու միջոցով (մանր դեատւլների համար):

2) Դեատւլի առանձին մասերը հաջորդաբար տաքացնելու և մխելու միջոցով (օրինակ՝ ծնկավոր լիսեռների վզիկները մխվում են առանձին-առանձին):

3) Ինդուկտորը և դեուալը միմյանց նկատմամբ շարժելով՝ հաշորդարար և անընդհատ տաքացնել ու սառեցնել դեուալը:

Բարձր հաճախությամբ հոսանքներով միմյան նպատակով կոտարվող էլեկտրաինդուկցիոն տաքացումը ունի հետևյալ դրական առանձնահատկությունները.

1) Այս եղանակով կատարվող տաքացումն ավելի շահավետ է վառարանում կատարվող տաքացման համեմատությամբ, քանի որ սովորական դեպքում հնարավորություն է ստեղծվում ծախսելու այնքան էներգիա, որքան անհրաժեշտ է միայն դեուալի միավոր մասի տաքացման համար: Օրինակ՝ ծնկավոր լիսեռի վզիկների միմյան ժամանակ տաքացած մասը կաղմում է նրա կշռի 1—20%-ը: Իսկ վառարանում միմյան ժամանակ այն պես է տաքացնել ամբողջովին: Գլխավորը, այդ դեպքում, համարյա անհնարին է միայն վզիկների միումը, որն անհրաժեշտ է՝ ելնելով լիսեռի աշխատանքի պայմաններից: Այսպիսով, թեև էլեկտրաէներգիան համեմատաբար ավելի թանկ է, իսկ ԲՀՀ-ի կայանքների օգտակար գործողության գործակիցը ցածր (մեքենայական գեներատորին՝ 0,65, իսկ լամպայինին՝ 0,45), այնուամենայնիվ, այդպիսի տաքացումը և՛ շահավետ է, և՛ նպատակահարմար:

2) Ապացուցված է, որ ինդուկցիոն տաքացման միջոցով միաված պողպատի ոտրուկտուրան ավելի բարձրորակ է: Սա բացատրվում է հետևյալ հանգամանքով: Քանի որ ջերմությունը պողպատի նյութի մեջ զոյանում է դիմադրության պատճառով, ցեմենտիտի և ֆերիտի ֆազային բաղադրիչների բաժանման մակերևութում հոսանքը ավելի ինտենսիվ է (ցեմենտիտի էլեկտրահաղորդականությունն ավելի ցածր է, քան ֆերիտինը), հետևապես, հենց այնտեղ, որտեղ առավել անհրաժեշտ է, ջերմաստիճանը ավելի բարձր է: Բարձր ջերմաստիճանում դիֆուզիան աշխուժանում է, կատարվում է ավելի ինտենսիվորեն, և կարճ ժամանակամիջոցում պեռլիտից գոյացած աուստենիտի բաղադրությունը դառնում է համասեռ: Արագանում է նաև ուվելացած ըստրուկտուրային բաղադրիչների տարալուծումն աուստենիտում: Համասեռ աուստենիտից ստացված ստրուկտուրան բարձրորակ է: Բացի դրանից, ժամանակի կարճատևության հետևանքով տեղի չի տնենում ոչ ածխածնազրկում և ոչ էլ հասիկի աճ:

3) Համապատասխան, ճիշտ ընտրված տաքացման ռեժիմը (հոսանքի հաճախությունը, հզորությունը, պահելու ժամանակը և այլն) հնարավորություն է տալիս այս ձևով մակամիսվող դեուալների դեֆորմացիան հասցնել մինիմումին: Կարիք չի զգացվում առհասարակ սովորական միումից հետո կատարվող ուղղման օպերացիաների: Ձգալիորեն նվազում է խոտանի տոկոսը: Կարիք չի զգացվում նաև դեուալները օքսիդաթաղանթից մաքրելու համար կատարել իրաժատման օպերացիա:

4) ԲՀՀ-ներով կատարվող ինդուկցիոն տաքացումը և մակամիսումն ունեն բարձր արտադրողականություն: Հաճախ մակամիսման ամբողջ պրոցեսը տեղում է մի քանի վայրկյան:

5) Հնարավորություն է ստեղծվում համեմատաբար ավելի հեշտ ձևով ամբողջ միմյան պրոցեսը ենթարկելու ավտոմատացման:

6) Հնարավորություն է ստեղծվում միմյան օպերացիան կատարելու դեուալների ընդհանուր տեխնոլոգիական ցիկլի ընթացքում՝ մեխանիկա-հավաքման ցեխում, պահպանելով աշխատատեղի ցանկալի մաքրությունը: Այս քանով, իհարկե չեն սպառվում այս մեթոդի առանձնահատկությունները:

Այս մեթոդով կատարվող մակամիսման հիմնական թերությունն այն է, որ ինչպես հիմնական կայանքի, այնպես էլ նրա առանձին դեուալների համար ինդուկտոր պատրաստելու սկզբնական ծախսերը անհամեմատ մեծ են: Ոչ մասսայական արտադրություններում այդ մեթոդը տնտեսապես իրեն չի արդարացնում:

Բարդ կոնֆիգուրացիա ունեցող դեուալների համար հաճախ անհնարին է պատրաստել համապատասխան ձևի ինդուկտոր, որի հետևանքով անհնարին է դառնում այդ եղանակով մակամիսումը: Նման դեպքերում ստիպված են լինում դիմել այլ մեթոդների կամ փոփոխել այդ դեուալի կոնստրուկցիան:

Սակայն այս մեթոդը վերը թվարկված առավելությունների շնորհիվ գործնականում լայն կիրառում ունի դեուալների մասսայական արտադրության մեջ:

XV ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԱՌԱՋԱՊՐԱՆՔԸ

1. Թվել պողպատե և չուգունե դեուալների մակամիսման մեթոդները և նկարագրել էլեկտրաինդուկցիոն մեթոդով տաքացման էությունը, տալով այդ մեթոդում կիրառվող մեքենայական կայանքի սխեման:

2. Հարթատորիայում ԲՀՀ-ների կայանքի հետ ծանոթանալուց հետո կատարել տվյալ նմուշի մակամիսում հաստատուն հաճախության և հզորության պայմաններում, նրա տարբեր մասերը հոսանքի տակ պահելով տարբեր ժամանակամիջոցներում (2, 4, 6, 8 և 10 վրկ):

3. Որոշել նմուշի այդ տեղերի կարծրությունները և կառուցել «կարծրություն-հոսանքի տակ պահելու ժամանակ» կախվածության կորը: Անել համապատասխան հետևություններ:

4. Միեմատիկորեն նկարել մակամիսված պողպատե դեուալի արտաքին շերտի հատվածի միկրոստրուկտուրան, սլաքներով ցույց տալով նրա տարբեր գոտիների ստրուկտուրային բաղադրիչները:

ՊՈՂՊԱՏԻ ՄԽԵԼԻՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ

1. ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Մխելիություն կոչվում է պողպատի՝ այն կամ այն խորությունը միավելու ունակությունը:

Մխումից հետո է, որ զգալիորեն մեծանում է պողպատի ամրությունը: Մյուս կողմից, հայտնի է, որ պողպատի իսկական միմյան համար պետք է այն սառեցնել որոշակի՝ սառեցման կրիտիկական տարագություններից ավելի մեծ արագությամբ, այնպես, որ նրա առատանիտը սառչի M_H կետից ավելի ցածր ջերմաստիճաններ և սկսի փոխարկվել մարտենսիտի: Բնական է, որ սառեցման այդպիսի արագությունը կարելի է ապահովել միայն պողպատե նմուշի որոշակի հատվածքում:

Այս աշխատանքի նպատակն է՝ որոշել տվյալ պողպատի այն հատվածքի չափը, որը սառչում ամբողջ հատվածքով ուսուչի կրիտիկական արագությամբ: Այդ չափը կամ տրամագիծն ընդունված է համարել կրիտիկական չափ կամ կրիտիկական տրամագիծ տվյալ պողպատի համար, տվյալ սառչում սառեցնելիս:

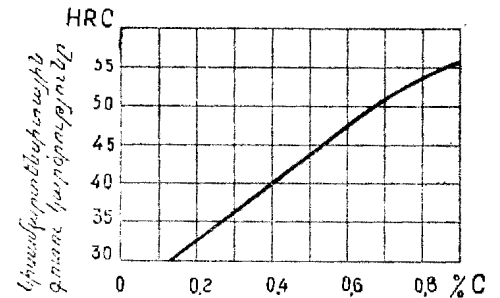
Տվյալ պողպատի կրիտիկական չափի մեծությունը (մխելիության) գիտենալն անհրաժեշտ է պատրաստվող զետալի ամրություն հաշվարկը ճիշտ կատարելու (թուլյատրելի չարում ընտրելու) համար: Օրինակ, եթե զետալը պատրաստվում է էվտեկտիդային պողպատից, նրա հում (պելիտի) վիճակի ամրության սահմանը՝ $\sigma_b \approx 75$ կգ/մմ², իսկ միաված (մարտենսիտի) վիճակի համար՝ $\sigma_b \approx 225$ կգ/մմ²: Հետևապես, եթե հաշվի չառնենք մխելիությունը, ապա հաշվարկի ընթացքում կոնստրուկտորի թույլ տված սխալը կտրոգ է հասնել մինչև երեք անգամի: Վերջերս մխելիության վրա այնպիսի ուշադրություն են դարձնում, ինչպես, օրինակ, Նյուլթի ամրության, արժեքի կամ այլ կարևոր հատկանիշի վրա: Բավական է նշել, որ կոնստրուկցիոն պողպատների լեգիրման հիմնական նպատակն է նրանց մխելիության բարձրացումը:

Պայմանականորեն ընդունված է պողպատը միաված համարել այն դեպքում, երբ մխելիս նրա ստրուկտուրայում գոյանում է ամենաջատը 50% տրոստիտ և 50% (և ավելի) մարտենսիտ: Այդ դոսին անվանվում է կիսամարտենսիտային գոտի: 50%-ից պակաս տրոստիտ պարունակելու դեպքում պողպատի (մարտենսիտի) կարծրությունը քիչ է նվազում: Հետևապես, ըստ այդ պայմանականության, միմյան ժամա-

նակ նմուշի կենտրոնական մասում սառեցման արագությունը կարող է կրիտիկական արագությունից որոշ չափով ավելի փոքր լինել:

Կիսամարտենսիտային գոտին կարելի է անմիջականորեն դիտել մանրադիտակով կամ որոշել կարծրության չափման մեթոդով, նկատի ունենալով Կուռնակով-Մատիսենի դրույթը: Այդ գոտու կարծրության մեծությունը հիմնականում

կախված է պողպատի պարունակած ածխածնի քանակից (այնպես, ինչպես մարտենսիտի կարծրությունը): Որքան շատ է ածխածնի պարունակությունը, այնքան մեծ է կիսամարտենսիտային գոտու կարծրությունը: Այն փոփոխվում է ըստ նկ. 105-ում բերված կորի: Գործնականորեն լեգիրող տարրերի առկայությունը չի ազդում պողպատի այդ գոտու կարծրության մեծության վրա:



Նկ. 105. Կիսամարտենսիտային գոտու կարծրությունը՝ պողպատի պարունակած ածխածնի քանակին համեմատ:

Պողպատի մխելիության մեծության վրա ազդող հիմնական գործոնը նրա քիմիական բաղադրությունն է: Ածխածնային պողպատների մխելիությունը փոքր է ($D_{\text{Fe}} \approx 10-15$ մմ): Լեգիրող տարրերը, մանավանդ, Mo-ը, Mn-ը, Cr-ը և այլն (բացառությամբ Co-ի), լուծվելով առատանիտում, այն կայունացնում են, նրա իզոթերմիկ փոխարկման կորերը շեղում դեպի աջ, փոքրացնում սառեցման կրիտիկական արագությունը և զգալիորեն մեծացնում պողպատի մխելիությունը: Որոշ լեգիրված պողպատների կրիտիկական արամագիծը հասնում է մինչև 200—300 մմ-ի:

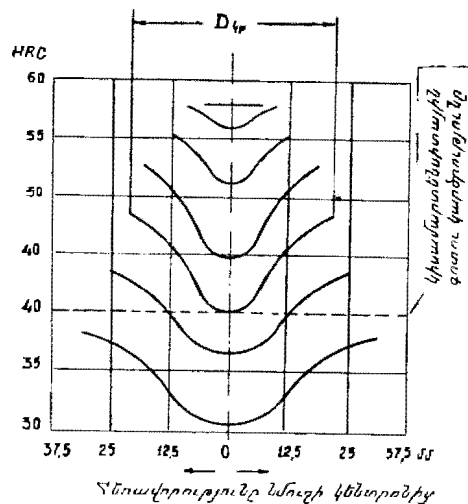
Մխելիության մեծության վրա ազդում են նաև պողպատի տաքացման ջերմաստիճանը, այդ ջերմաստիճանում պահելու ժամանակը, որոնք, մեծացնելով առատանիտի հատիկը և բարձրացնելով համասեությունը, մեծացնում են պողպատի մխելիությունը: Մխելիության վրա ազդում է նաև սառեցման արագությունը: Սակայն միմյան համար տվյալ պողպատի տաքացման ջերմաստիճանը, պահելու ժամանակը և սառեցման արագությունը (սառիչը) հաստատուն են, այնպես որ պողպատի մխելիությունը բարձրացնելու համար այս գործոնները չի կարելի փոփոխել: Տվյալ պողպատի մխելիությունը կախված է նաև նրա մաքրությունից և նմուշի (զետալի) ձևից: Ածխածնային պողպատների սուլֆրական խառնուրդները (Mn, Si, S, P, N, H, O) մանավանդ, ինչ-

պես արդեն Նշված էր, Մո-ը, տարբեր հալվածքներում լինելով տարբեր քանակությամբ, հաճախ զգալիորեն փոփոխում են նույն տեսակա-նիշի պողպատի միջնախտությունը: Սակայն, քանի որ միջնախտության վրա ազդող գործոնների թիվը մեծ է, ամեն մի հալվածքի համար անհրա-ժեշտ է լինում կատարել միջնախտության փորձարկում:

Փորձնականում պողպատի միջնախտությունը որոշվում է հիմնական-նում երկու եղանակով՝ միմյան համալսման հատվածքի կարծրության չափման մեթոդով և ճակատային միմյան մեթոդով:

2. ՄԻՎԱՍ ՆՄՈՒՇՆԵՐԻ ՀԱՏՎԱԾՔԻ ԿԱՐԾՐՈՒԹՅԱՆ ԶԱՓՄԱՆ ՄԵԹՈԴԸ

Այս մեթոդի էությունը հետևյալն է: Տվյալ պողպատից (որի միջնախտությունն անհրաժեշտ է որոշել) պատրաստում են 7—8 տարբեր հաս-տությամբ և բավարար երկարությամբ (միմյան ժամանակ սառեցումը ճակատից անտեսելու համար) նմուշներ: Բոլոր նմուշները տաքացնում են մինչև տվյալ պողպատի միմյան ջերմաստիճանը և միմյան տվյալ սառչում, որտեղ որոշում են միջնախտությունը: Միջնախտության հետո բոլոր նմուշների կենտրոնական մասից զգուշությամբ (չափից ավելի տաքացում թույլ չտալու համար) կրտ-րում հանում են տեմպլետներ*:



Նկ. 106. Կարծրության բաշխումը տար-բեր հաստության ունեցող նմուշների հատվածքում միմյանից հետո:

Սրանց ճակատները հղկում են և երկու հակադարձ ուղղությամբ, սկսած կենտրոնից 1,5 մմ հեռա-վորության վրա, չափում են կարծրությունը ըստ Ռոկվելի: Տվյալները տեղագրում են գրա-ֆիկի վրա (Նկ. 106): Արսցիտ-ների առանցքում տեղագրում են հեռավորությունները նմուշի կենտրոնից (մմ-ով), իսկ օրգի-նատների առանցքի վրա՝ կարծ-րությունը ըստ Ռոկվելի C սանդ-ղակի:

Չափելով և տեղագրելով լուրաքանչյուր շրջանակի միջին կարծրությունը, համապատաս-

խան կետերը սահունորեն միացնում են միմյանց: Այդ կորը կամ ուղիղ գիծը ցույց կտա կարծրության բաշխումը տվյալ նմուշի հատ-վածքում: Որքան հաստ է նմուշը, այնքան փոքր կլինի նրա կարծրու-թյունը (ավելի դանդաղ սառեցման հետևանքով), այնքան ավելի ցածր կառնդագրվի կարծրության բաշխման կորը:

Բոլոր կորերը կառուցելուց հետո որոշում են տվյալ պողպատի կիսամարտենսիտային գոտու կարծրությունը (Նկ. 105) և այն կետա-զմերով տեղագրում այդ գրաֆիկի վրա:

Այն նմուշը, որի կենտրոնում կարծրությունը հավասար է տվյալ պողպատի կիսամարտենսիտային գոտու կարծրությանը, կունենա կրի-տիկական տրամագիծ (D_{kr})՝ տվյալ պողպատի համար տվյալ սառի-չում սառեցնելիս: Այն նմուշները, որոնց տրամագիծը այդ չափից փոքր են, տվյալ սառչում սառեցնելիս կլինեն լիամիջնախտ, իսկ որոնք մեծ են՝ ոչ լիամիջնախտ: Կոնստրուկտորը, տվյալ պողպատը կիրառելիս պետք է նկատի ունենա այդ կրիտիկական չափը: Եթե նախադեմ գե-տալի հատվածքն այդ չափից մեծ է, ամրության հուշվարկ կատարելիս չի կարելի ղեկավարվել միմյան վիճակի ամրության սահմանով: Այդ դեպքում պետք է փոխել պողպատը, ընտրել ավելի մեծ միջնախտ ունեցող պողպատ:

Միջնախտության որոշման այս մեթոդը աշխատատար է: Դժվար է կտրել մեծ հաստություն ունեցող միմյան նմուշներ՝ առանց փոփոխելու նրանց կտրված տեղի վիճակը: Հետևապես, այս մեթոդն անզուգույշ կի-րառելիս կարող են թույլ տրվել զգալի անճշտություններ:

Այդ մեթոդի տարբերակներից մեկը փոքր միջնախտություն ունեցող պողպատների համար կիրառվող կոնաձև նմուշի երկայնակա ն հատ-վածքի կարծրության չափման մեթոդն է: Սակայն այս դեպքում մ նույն-պես անհրաժեշտ է կտրել միմյան նմուշը:

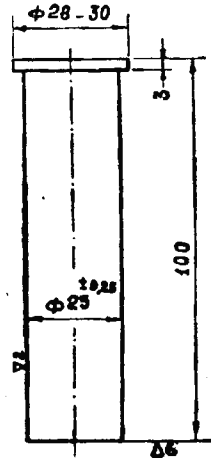
3. ՀԱՄԱՍԱՑԻՆ ՄԻՄԱՆ ՄԵԹՈԴԸ

Ժամանակակից տեխնիկայում միջնախտության որոշման հիմնական մեթոդը ճակատային միմյան մեթոդն է: Այս մեթոդի էությունը հե-տևյալն է: Տվյալ պողպատի հալվածքից պատրաստում են միմյան մեկ (որոշակի ձևի ու չափերի) ստանդարտ նմ ուշ (Նկ. 107):

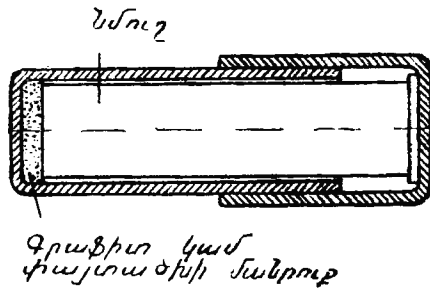
Ածխածնազրկումից և օքսիդացումից պաշտպանելու նպատակով նմուշը տաքացնում են չեղոք մթնոլորտ ունեցող վառարանում մինչև տվյալ պողպատի միմյան ջերմաստիճանը: Այդպիսի վառարան չլինելու դեպքում նմուշը տեղագրում են մի կողմը փակ խողովակի մեջ ածխի մանրուքի կամ գրաֆիտի բարձի վրա, կափարիչով փակում (Նկ. 108)

* Տեմպլետ—տվյալ պողպատի զանգվածի կարճ (տափօղակի ձևի) մի կտոր:

և տաքացնում սովորական վառարանում: Մոտ 50 բոլակ տաքացնելուց հետո նմուշը բռնակ ունեցող տափօղակով արագորեն տեղափոխում և կախում են հատուկ կայանքի (նկ. 109) բարձակից, որտեղ ջրի շիթը սառեցնում է նրա ճակատը և միսում: Կայանքն ապահովում է հետևյալ պայմանները. ջրի շիթի տրամագիծը 12,5 մմ է, աղատ շիթի բարձրությունը՝ 65 մմ, ծալրափողակի ճակատից մինչև

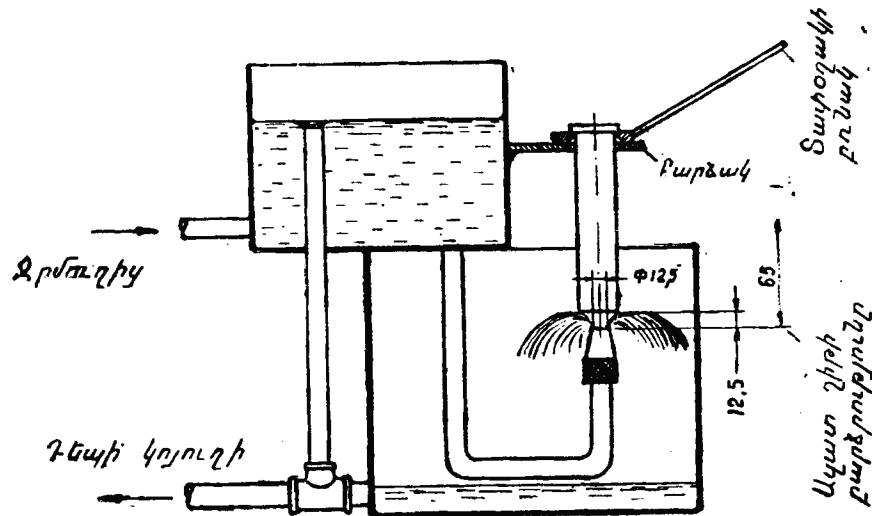


Նկ. 107. Ստանդարտ նմուշի էսքիզ:



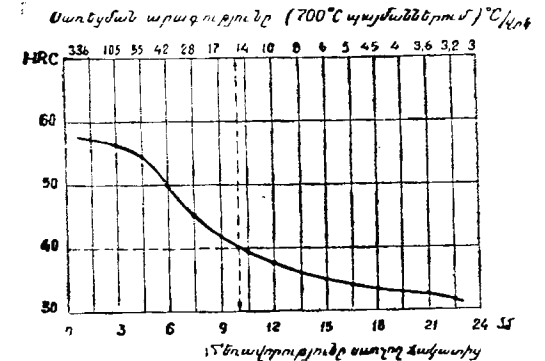
Նկ. 108. Տաքացման ընթացքում նմուշն ածխածնադրկումից և օքսիդացումից պահպանելու հատուկ հարմարանքի սխեմա:

Նմուշի ճակատի հեռավորությունը՝ 12,5 մմ: Փորձարկման տվյալները համեմատելի դարձնելու համար անհրաժեշտ է պահպանել այդ պայ-



Նկ. 109. Ճակատային միման մեթոդով մեխիլության որոշման կայանքի սխեմա:

մանները: Կայանքում 10—15 բոլակ սառեցնելուց հետո սրոցի միջոցով նմուշի երկու կողքից $\sim 0,2$ մմ խորությամբ հանում են ճաղատուկ և 1,5 մմ հեռավորության վրա (սկսած ճակատից) չափում կարծրությունները: Նմուշի ճակատի մոտակա մասերի կարծրությունը ավելի արագ սառեցման հետևանքով ավելի բարձր կլինի և հետզհետե կնվազի: Կարծրության որոշումը շարունակում են մինչև տվյալ պողպատի կիսամարտենսիտային կարծրության գոտին: Տվյալները տեղադրում են գրաֆիկի վրա՝ կառուցում տվյալ պողպատի մեխիլության դիագրամը (նկ. 110): Աբսցիսների առանցքի վրա տեղադրում են հեռավորությունը նմուշի սառող ճակատից, իսկ օրդինատների առանցքի վրա՝ որոշված կարծրությունները, և սահուն գծով միացնում նշված կետերը:



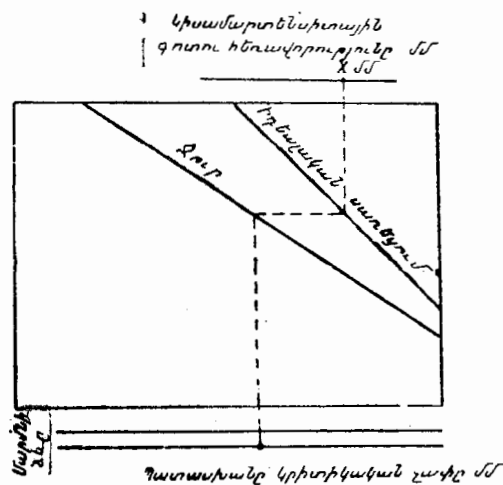
Նկ. 110. Պողպատի մեխիլության դիագրամ (սխեմա):

Դիագրամի վերին մասում, աբսցիսների առանցքի վրա, նշում են սառեցման արագությունը (նմուշի տարբեր հատվածներում), որը որոշում են կա'մ անալիտիկորեն, կա'մ գործնականորեն՝ պիրոմետրով, հետևելով ջերմաստիճանի անկմանը ժամանակի ընթացքում:

Մեխիլության դիագրամը կառուցելուց հետո տվյալ պողպատի կիսամարտենսիտային գոտու կարծրության բարձրությամբ (մեր օրինակի համար՝ HRC40) հորիզոնական գիծ են տանում մինչև կորի հետ հատվելը: Հատման կետից բարձրանում են վերև (դեպի սառեցման արագության առանցքը) և այդ առանցքի վրա կարդում, թե սառեցման ռարագության դեպքում է պողպատը ձեռք բերում կիսամարտենսիտային ստրուկտուրա (մեր օրինակի համար՝ $\sim 15^{\circ}\text{C}/\text{վրկ}$): Իմանալով այդ արագությունը, անալիտիկորեն լուծում են հակառակ խնդիրը՝ որոշում են տվյալ պողպատի այն հաստությունը կամ տրամագիծը, որի կենտրոնական մասում սառեցման արագությունը հավասար է որոշված արագությանը: Հենց դա էլ կլինի տվյալ պողպատի կրիտիկական չափը տվյալ սառիչում սառեցնելիս:

Գործնականում երկար հաշվարկներ չկատարելու և խնդրի լուծումն արագացնելու համար օգտագործում են այդ նպատակի համար կառուցված նոմոգրամ (նկ. 112):

Նոմոգրամ օգտագործելու դեպքում կառուցված միջնորդային գիծերումից որոշում են, թե նմուշի ճակատից ինչպիսի՞ հեռավորություն վրա է գտնվում կիսամարտենսիտային գոտու կարծրությունը (մեր օրինակի համար այն 9,7 մմ է): Նոմոգրամի վերին աջ մասում աբսցիսների առանցքի վրա գտնվում են այդ հեռավորությունը և, նոմոգրամի բանալու (նկ. 111) համաձայն, իջնում մինչև նոմոգրամի առաջին գիծը՝ իդեալական սառեցումը (որը կարող է կատարվել այնպիսի երևակայական միջավայրում, որն ի վիճակի լինի նմուշից խլելու



Նկ. 111. Նոմոգրամից օգտվելու բանալի:

շերտությունն անսահման մեծ արագությամբ): Այստեղից թեքվում և գնում են դեպի ձախ՝ մինչև տվյալ սառեցնող միջավայրի գիծը: Հանդիպման կետից ուղղահայաց իջնում և աբսցիսների առանցքի վրա կարդում են պատասխանները: Պատասխանները, և ոչ թե պատասխանը, որովհետև, ինչպես նշված էր, կրիտիկական չափի մեծությունը կախված է նաև դետալի ձևից: Եթե դետալի երկարությունը հարաբերությունը նրա հաստությունը փոքր է, միմյան ժամանակ

տեղի կունենա դետալի կենտրոնական մասի սառեցում նաև նրա ճակատային մասերից, այդ պատճառով կրիտիկական չափը կլինի ավելի մեծ: Իսկ երկար դետալի սառեցումը տեղի կունենա հիմնականում նրա կողքերից և $D_{կր}$ -ը ավելի փոքր կլինի: Մեր օրինակի համար կտացվեն հետևյալ պատասխանները:

Եթե նմուշի (դետալի) երկարությունը հարաբերությունը նրա հաստության չափին հավասար է 0,1-ի (այսինքն սկավառակաձև դետալի համար), ապա ջրում սառեցնելիս՝ $D_{կր} \approx 235$ մմ:

Եթե այդ հարաբերությունը հավասար է 1-ի (խորանարդ, գունդ կամ գլան, որի տրամագիծն ու բարձրությունը հավասար են միմյանց), ապա $D_{կր} \approx 58$ մմ:

Իսկ եթե այդ հարաբերությունը հավասար է 10-ի (ձողաձև դետալի համար), ապա $D_{կր} \approx 40$ մմ:

Գործնականում կիրառվող նոմոգրամներում բերվում են ավելի շատ գծեր՝ զանազան սառչների համար: Ավելի շատ են նաև պատասխանները, որովհետև նմուշի երկարությունը հարաբերությունը հաս-

տությունը կարող է լինել տարբեր: Այստեղ որպես օրինակ բերված նոմոգրամում այդ հարաբերությունը մեծ է, հավասար է 10-ի, բայց այն կարող է լինել 1,5, 2 և այլն:

XVI ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԱՌԱՋԱԳՐԱՆՔԸ

1. Համառոտակի նկարագրել միջնորդային որոշման նպատակը և մեթոդները, բերելով ճակատային միմյան մեթոդում կիրառվող ստանդարտ նմուշի էսքիզը և կայանքի սխեման:

2. Թվարկել պողպատի միջնորդային մեծությունը վրա ազդող հիմնական գործոնները:

3. Հարրաատրիայում կատարված միջնորդային փորձարկման տվյալների հիման վրա կառուցել տվյալ պողպատի միջնորդային գիծը և որոշել նրա կրիտիկական չափերը ջրում սառեցնելիս:

Ա Շ Խ Ա Տ Ա Ն Ք XVII

ԾԱՆՈԹՈՒԹՅՈՒՆ ԼԵԳԻՐՎԱԾ ՊՈՂՊԱՏՆԵՐԻ ՍՏՐՈԿՍՈՒՐԱՅԻՆ ԲԱՂԱԴՐԻՋՆԵՐԻ ՀԵՏ

Այս կամ այն բաղադրությունն ունեցող և տարբեր ջերմաստիճանային պայմաններում գտնվող ածխածնային պողպատների ֆազային և ստրուկտուրային բաղադրիչները գրանցված են $Fe-Fe_3C$ սխեմայի վիճակի դիագրամում: Այդ սխեմայի ֆազային և ստրուկտուրային բաղադրիչները երևան են դալիս հիմնականում միայն երկու կոմպոնենտների՝ երկաթի և ածխածնի փոխազդեցությունը շնորհիվ: Դրանց բաղադրությունը պարզ է: Իսկ լեգիրված պողպատներում փոխազդող կոմպոնենտների թիվը կարող է լինել երեք, չորս և ավելի: Մրանց ըստ ստրուկտուրային փոխարկումների մասին գաղափար կազմելու համար անհրաժեշտ է կառուցել և ուսումնասիրել երեք և ավելի կոմպոնենտ պարունակող սխեմաների վիճակի դիագրամներ: Սակայն այդպիսի դիագրամներ քիչ են կառուցված՝ նրանց համեմատաբար բարդ լինելու պատճառով:

Այս կամ այն տարրով կամ տարրերով լեգիրված պողպատի ըստ ստրուկտուրայի մասին գաղափար կազմելու համար շատ հաճախ վերապահորեն նշում են այդ տարրի կամ տարրերի ազդեցության մասին $Fe-C$ միահալվածքների դիագրամի հանգուցային կետերի և, առհասարակ, կրիտիկական կետերի դիրքի վրա: Օրինակ՝ Mn-ը, Ni-ը, Cu-ը

Կիսամարտենիտային գոտու հեռավորությունը միաձև խափանից

0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 25 30 35 45 55 60 70 80 90

Իդեալական կրիտիկական տրամագիծը

5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 20 22 25 28 30 32 34 36 38 40 42 45 48 50 55 60 65 70 75 80 90 100 110 120 130 140 150 160 180 200 մ

°C/°F



Գլան կամ
կողմաճեղանիստ
 $\frac{L}{a}$

Ջափը (գնդի կամ գլանի տրամագիծը D և քառակուսու կողմը a) մմ-ով

և ալլեն, ինչպես նաև ածխածինը, իջեցնում են A_3 (A_1) և բարձրացնում A_4 կրիտիկական կետերի դիրքը, լայնացնում γ պինդ լուծույթի (առաստենիտի) տեղամասը: Հետևապես, ալդ տարրերով լեգիրված պողպատները առաստենիտի վիճակի հասցնելու համար կարելի է դրանք քիչ տաքացնել: Այս տարրերով բարձր լեգիրված պողպատները կարող են գտնվել առաստենիտի վիճակում նույնիսկ սենյակային ջերմաստիճանի պայմաններում:

Մյուս լեգիրող տարրերը, որոնց թիվն ավելի մեծ է, օրինակ՝ Si, Cr, Mo, W, V, Ti, Nb, Ta, Zr և ալլեն, հակառակ ազդեցություն են թողնում երկաթի ալոսարուպիկ փոխարկման ջերմաստիճանների վրա: Դրանք բարձրացնում են A_3 (A_1) և իջեցնում A_4 կրիտիկական կետերը, նեղացնում վիճակի դիագրամի առաստենիտի տեղամասը և լայնացնում α պինդ լուծույթի (ֆերիտի) տեղամասը: Այս տարրերով լեգիրված պողպատները առաստենիտի վիճակի հասցնելու համար անհրաժեշտ է դրանք տաքացնել ավելի բարձր ջերմաստիճան:

Բոլոր լեգիրող տարրերը շեղում են վիճակի դիագրամի ինչպես S, այնպես էլ E կետը դեպի ձախ, հետևապես փոքրանում է ածխածնի պարունակությունը էվտեկտոիդում, բարձրածխածնային բարձր լեգիրված պողպատներում առկա է լինում նաև լեգեբուրիտ: Օրինակ՝ պողպատը 0,80% Ti պարունակելու դեպքում դիագրամի S կետի մակարդակը 723° -ից բարձրանում է մինչև 1200°C : Նույն Ti-ի մոտ 1% պարունակության դեպքում էվտեկտոիդային փոխարկում տեղի է ունենում $0,20\%$ C պարունակող պողպատի հետ 6% W պարունակող պողպատի համար դիագրամի E կետի բաղադրությունը հասնում է $0,60\%$ C-ի, հետևապես, ալդպինի պողպատի ստրուկտուրայում, $0,60\%$ -ից ավելի ածխածնի պարունակության դեպքում, կունենանք նաև լեգեբուրիտ և ալլեն:

Լեգիրված պողպատների ստրուկտուրայի մասին գաղափար կազմելու համար ուսումնասիրում են նաև պողպատի հիմնական քիմիական բաղադրիչների (երկաթի ու ածխածնի) և լեգիրող տարրերի փոխազդեցության բնույթը:

Երկաթի և լեգիրող տարրի միահալման և հետագա բյուրեղացման ժամանակ գոյանում է հիմնականում տեղակալման պինդ լուծույթ: Գոյացած պինդ լուծույթի (լեգիրված ֆերիտի) բյուրեղային վանդակը, լեգիրող տարրի և երկաթի ատոմային տրամադեների և էլեկտրոնային թաղանթների կառուցվածքի տարբերությունն ընդհանուր, գտնվում է լարված վիճակում, որը համարվում է նրա ամրության մեծացման սուս-ջին պատճառը: Լեգիրված ֆերիտի ամրության մեծացման չափը կախված է լեգիրող տարրի կամ տարրերի քանակից և դրանց բնույթից (նկ. 113): Նրա ամրության մեծացման երկրորդ պատճառը $\gamma \rightarrow \alpha$ փոխարկման արգելակումն է, երբ համեմատաբար արագ սառեցման

հետևանքով ստացվում է ասեղնավոր ածխածնազուրկ մարտենսիտի ստրուկտուրային նման ֆերիտ՝ հավասարառանցք հատիկների փոխարեն:

Լեգիրող տարրերը փոխազդեցություն մեջ են մտնում նաև պողպատի ածխածնի հետ և առաջացնում կարբիդներ: Սակայն դրանք հավասարաչափ չեն բաշխվում պողպատի ֆերիտային, առաստենիտային և կարբիդային ֆազերում: Ելնելով ածխածնի հետ ազդակցության տեսակետից, լեգիրող տարրերը բաժանվում են երկու խմբի՝ կարբիդ առաջացնողներ և կարբիդ չառաջացնողներ: Կարբիդ առաջացնողները Մենդելեևի պարբերական աղյուսակում գրավում են երկաթից դեպի ձախ տեղերը: Դրանցից են, օրինակ, Mn-ը, Cr-ը, V-ն, Ti-ը, W-ը, Mo-ը և ալլեն (քրոմի խումբը): Նշված տարրերը լեգիրված պողպատներում գտնվում են հիմնականում կարբիդային ֆազում: Իսկ երկաթից աջ գտնվողները՝ Co-ը, Ni-ը, Cu-ը և ալլեն, կարբիդ չառաջացնողներ են (նիկելի խումբը), որոնք պողպատի մեջ գտնվում են միայն ֆերիտի կամ առաստենիտի մեջ լուծված վիճակում:

Տարրերի կարբիդադրացման ընդունակությունը բացատրում են դրանց 3d, 4d և 5d ենթախմբերի էլեկտրոնային թաղանթների կառուցվածքով: Որքան քիչ են դրանք լրացված, այնքան հեշտությամբ է գոյանում տվյալ տարրի կարբիդը, այնքան ավելի կալուն է մնում նա, դժվարությամբ, այսինքն ավելի բարձր ջերմաստիճանում է ենթարկվում դիսոցման:

Ածխածնային պողպատների կարբիդային ֆազը ցեմենտիտն է: Ցածր լեգիրված պողպատներում լեգիրող տարրը մասամբ գտնվում է լուծված վիճակում՝ ֆերիտում, կամ բարձր ջերմաստիճաններում՝ առաստենիտում: Մասամբ էլ այն փոխարինում է ցեմենտիտում երկաթի ատոմին կամ, ինչպես ասում են, լուծվում ցեմենտիտի մեջ և երևան է գալիս լեգիրված ցեմենտիտ՝ $(\text{Fe}, \text{M})_3\text{C}$, որտեղ M-ը լեգիրող տարրն է, օրինակ՝ $(\text{Fe}, \text{Mo})_3\text{C}$, $(\text{Fe}, \text{W})_3\text{C}$, $(\text{Fe}, \text{Ti})_3\text{C}$ և ալլեն:

Բարձր լեգիրված պողպատներում գոյանում են նաև հատուկ կարբիդներ՝ լեգիրող տարրի և ածխածնի քիմիական միացություններ, օրինակ՝ VC, TiC, TaC, Mo_2C , W_2C , WC և ալլեն: Հատուկ կարբիդներն ունեն համեմատաբար հասարակ խորանարդի կամ վեցանկյուն պրիզմալի ձևի բյուրեղային վանդակ, որը կառուցված է մետաղների ատոմներից, իսկ ածխածնի ատոմներն ընդգրկված են ալդ վանդակում, որի պատճառով դրանց անվանում են ընդերման ֆազեր: Ընդերման ֆազերն ունեն հատկապես բարձր կալունություն:

Երբ պողպատի մեջ միաժամանակ կան մի քանի լեգիրող տարրեր, գոյանում են բարդ կարբիդներ, որոնք ոչ թե մաքուր քիմիական միացություններ են, այլ, ավելի շուտ, պինդ լուծույթներ կարբիդի հիմքով: Օրինակ՝ $(\text{Cr}, \text{Fe})_7\text{C}_3$, $(\text{Cr}, \text{Fe})_{25}\text{C}_8$, $(\text{Cr}, \text{W}, \text{Fe})_{23}\text{C}_8$ և ալլեն, որտեղ փակա-

գծերում գտնվող տարրերի ստեխիոմետրիկ հարաբերությունը չի պահպանվում:

Բոլոր կարբիդները, անկախ նրանց բնույթից, ունեն բարձր կարծրություն, սակայն ավելի մեծ չափով. պողպատի ամրությունն ու կարծրությունը բարձրացնում են այն կարբիդները, որոնք առավել դիսպերս են և կալում:

Կարբիդների դիսպերսումն ապահովում են լեգիրված պողպատների ջերմամշակմամբ: Եթե դրանք տաքացվում են բավականին բարձր ջերմաստիճաններ, լեգիրող տարրերն առավել մեծ քանակությամբ են լուծվում առատենիտում, միտմը դրանք սեռում է մարտենսիտում, հետագա միամեղմման ժամանակ, բազմաթիվ կարբիդների բյուրեղացման կենտրոնների առաջացման շնորհիվ, դրանք ստացվում են դիսպերս:

Լեգիրումը մեծ չափով ազդում է նաև պողպատի ջերմամշակման ռեժիմների և արդյունքների վրա: Լեգիրող տարրերն ազդում են պողպատի առատենիտի իզոթերմիկ վերաբերման կորերի ինչպես ձևի, այնպես էլ դիրքի վրա: Նրանք համարյա բոլորը, կալունացնելով առատենիտը, այդ կորերը շեղում են դեպի աջ, հնարավորություն է ստեղծվում պողպատի միտմը կատարել ավելի մեղմ սառեցման պայմաններում՝ մեծանում է պողպատների միանելությունը:

Այդ տարրերն ազդում են նաև պողպատի մարտենսիտային կետերի դիրքի վրա: Համարյա բոլորն էլ իջեցնում են այդ կետերը, բացառությամբ C_0 -ի և Al -ի:

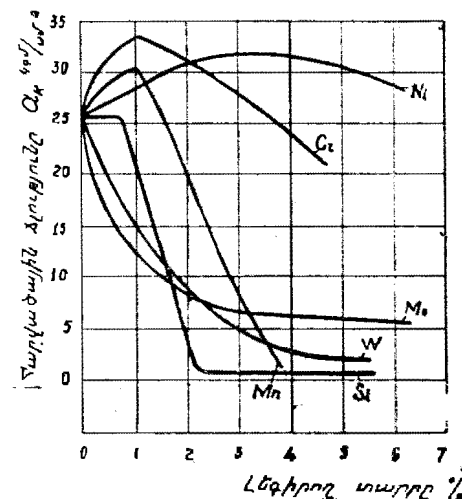
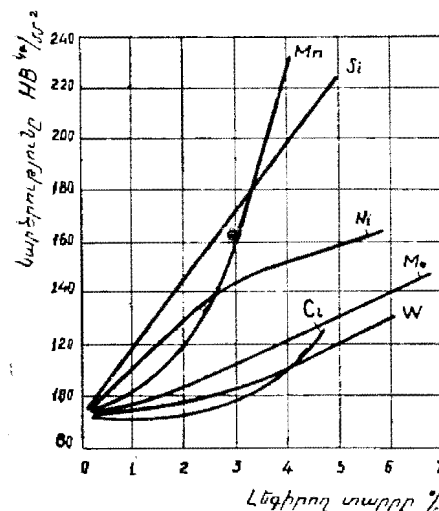
Այսպիսով, պողպատի լեգիրումը, փոփոխելով նրա բաղադրությունը, մեծ փոփոխություններ է մտցնում նրա կրիտիկական կետերի դիրքի, ստրուկտուրայի և հատկությունների մեջ. փոփոխվում է նրա մեջ տեղի ունեցող փոխարկումների կինետիկան սաքացման և սառեցման ընթացքում, երևան են գալիս նոր ֆազային և ստրուկտուրային բաղադրիչներ, որոնք ունեն այլ բնույթ ու հատկություններ: Ամփոփելով շարադրածը, կարելի է նշել հետևյալը:

Ի տարբերություն նորմալ միջնորոտային պայմաններում հավասարակշռության վիճակում գտնվող ածխածնային պողպատների հիմնական ֆազային բաղադրիչների՝ ֆերիտի և ցեմենտիտի, այդ պայմաններում լեգիրված պողպատների ֆազային բաղադրիչներն են՝

- 1) լեգիրված ֆերիտը,
- 2) լեգիրված առատենիտը,
- 3) լեգիրված ցեմենտիտը,
- 4) հատուկ և բարդ կարբիդները:

Լեգիրված ֆերիտը ածխածնի և լեգիրող տարրի կամ տարրերի պինդ լուծույթն է և երկաթում:

Ինչպես արդեն նշվել է, համարյա բոլոր լեգիրող տարրերը (բացառությամբ B, N, C, O), երկաթի մեջ գտնվում են սեղակալման պինդ լուծույթի վիճակում, որը պատճառ է հանդիսանում նրա բյուրեղային վանդակի ինչպես ծավալային, այնպես էլ էներգետիկական աղավաղման: Վանդակի աղավաղումը տեղի է ունենում տարբեր տարրերի ատոմային չափերի և նրանց էլեկտրոնային թաղանթների կառուցվածքի տարբերության հետևանքով: Աղավաղված բյուրեղային վանդակը լարված վիճակում է, որի պատճառով լեգիրված ֆերիտի ամրությունն ավելի բարձր է:



Նկ. 113. Լեգիրված ֆերիտի կարծրությունն ու հարվածային ճնշումը՝ կախված լուծված տարբեր լեգիրող տարրերի քանակից (ըստ Ա. Պ. Գուլյասկի և Վ. Պ. Եմելինի):

Նկ. 113-ում բերված կորերից կարելի է հանգել այն եզրակացությունը, թե առանձին լեգիրող տարրերի քանակն ինչ չափով և ինչ ինտենսիվությամբ է մեծացնում հավասարակշռության վիճակում գտնվող լեգիրված ֆերիտի կարծրությունը: Ինչպես երևում է գրաֆիկից, նրա կարծրության մեծությունը կախված է ինչպես լուծված տարրերի բնույթից, այնպես էլ նրանց քանակից: Գրաֆիկում բերված է միայն առանձին տարրերի ազդեցությունը: Նրանց միաժամանակյա առկայության ազդեցությունն այլ կլինի:

Լեգիրված ֆերիտի միկրոստրուկտուրան, նախած լեգիրող տարրերի բնույթին, նրանց քանակին և հիմնականում առատենիտաֆերիտային փոխարկման ջերմաստիճանի ինտերվալում սառեցման

արագությանը, լինում է երկու տեսակ՝ հալասարառանցք հատիկների ձևի և ասեղնավոր (շերտավոր)՝ մարտենսիտի տիպի: Առաջին դեպքում նրա ամրությունը լինում է նվազագույն, երկրորդի դեպքում՝ առավելազույն:

Օրինակ՝ $80\% \text{Ct}$ պարունակող ֆերիտի $\gamma \rightarrow \alpha$ փոխարկման ջերմաստիճաններում սառեցման արագությունը $2\text{-ից մինչև } 200^\circ \text{C}$ ընդամենը բարձրացնելու հետևանքով նրա հոսունությունը սահմանն աճում է 25 կգ/մմ^2 -ուց մինչև 74 կգ/մմ^2 , ալսինքն՝ 3 անգամ: Նույն բաղադրությունն ունեցող միահալվածքի ամրության ալսպիտի մեծ չափի մեծացումն, արագ սառեցման դեպքում, վերագրում են $\gamma \rightarrow \alpha$ փոխարկման ընթացքում տեղի ունեցող ֆազային կոմանդո: Այդ փոխարկումը, սառեցման բարձր արագությունների դեպքում, նմուշի տարբեր հատվածքներում (ծավալներում) տեղի է ունենում տարբեր ժամանակամիջոցներում, որը առատենիտի և ֆերիտի տեսակարար ծավալների տարբերության հետևանքով, ենթարկվում է պլաստիկ դեֆորմացիայի և մնում կոմպակտ վիճակում: Ալսպիտով, մետաղական միահալվածքի ֆազային փոխարկման ընթացքում տեղի ունեցող պլաստիկ դեֆորմացիայի հետևանքով բյուրեղային վաճառվող մնում է լարված վիճակում, որը և հանդիսանում է նրա ամրության մեծացման պատճառը:

Սակայն հալասարակշռության վիճակում գտնվող լեգիրված և ոչ լեգիրված ֆերիտների միկրոստրուկտուրայի պատկերները մանրադիտակում իրարից չեն տարբերվում, հետևապես, միկրոաճալիգի միջոցով անհնարին է սովորական ֆերիտը տարբերել լեգիրված ֆերիտից: Այդ պարզում են ուրիշ՝ քիմիական, սպեկտրալ անալիզների կամ ուլտրաձայնային:

Բոլոր լեգիրված կոնստրուկցիոն պողպատների հիմնային մասը կազմում է լեգիրված ֆերիտը: Որոշ չժանգոտվող պողպատներ լիովին ունեն ֆերիտային ստրուկտուրա:

Լեգիրված առատենիտը ածխածնի և լեգիրող տարրի կամ տարրերի պինդ լուծույթն է՝ γ երկաթում:

Ինչպես արդեն նշվել էր, պողպատի մեջ լեգիրող տարրերի առկայությունը բարձրացնում է նրա առատենիտի կայունությունը, այնպես որ հաճախ նա մնում է կայուն և սենյակային ջերմաստիճանում (երբ պողպատը լեգիրված է որոշ քանակի տարրերով, որոնք իջեցնում են A_3 և A_1 կրիտիկական կետերը, օրինակ՝ Mn, Ni և այլն): Այդ տարրերն իջեցնում են նաև M_n և M_k կետերը, առատենիտի իզոթերմիկ փոխարկման կորերը մեծ չափով շեղում դեպի աջ, հետևապես, որոշ ջերմաստիճանների ինտերվալում տաքացման և սառեցման ժամանակ այս պողպատները չեն ենթարկվում ֆազային փոխարկման, մնում են առատենիտի վիճակում:

Շատ չժանգոտվող, հրամուր, հրակայուն և ոչ մագնիսային պողպատների ստրուկտուրան լեգիրված առատենիտ է:

Լեգիրված առատենիտի (ինչպես լեգիրված ֆերիտի) միկրոստրուկտուրան ոչնչով չի տարբերվում սովորական առատենիտի միկրոստրուկտուրայից, այն միանման հատիկների ձևի թերաբյուրեղներ է՝ լուրահատուկ երկվալներով (թերաբյուրեղի մեջ միմյանց զուգահեռ սահմաններ):

Լեգիրված պողպատների կարբիդային ֆազի մասին բավարարատված էր աշխատանքի սկզբում:

Երբեմն լեգիրող տարրերը երկաթի հետ առաջացնում են միջմետաղական միացություններ: Սակայն արդյունաբերական պողպատներում այդպիսի միացություններ քիչ են պատահում և այդ ֆազերը մեծ նշանակություն չունեն:

Ալսպիտով, լեգիրված պողպատների հիմնական ֆազային բաղադրիչներն են՝ լեգիրված ֆերիտը, լեգիրված առատենիտը և բարդ ու հատուկ կարբիդները: Հետևապես, լեգիրված պողպատի պեղծիսը կլինի լեգիրված ֆերիտի և բարդ կամ հատուկ կարբիդների էվոլյուցիոնային խառնուրդ: Պեղծիսի ընտանիքին պատկանող ստրուկտուրային բաղադրիչները՝ սրտատիտն ու բեյնիտը, նույնպես լեգիրված ֆերիտի և բարդ կամ հատուկ կարբիդների մեխանիկական խառնուրդներ են: Լեգիրված պողպատների մարտենսիտը՝ տծխածնի և լեգիրող տարրերի գերհագեցված պինդ լուծույթ է քառանիստային α երկաթում:

Սովորաբար հալասարակշռության վիճակում լեգիրված պողպատների միկրոստրուկտուրան բաղկացած է նշված երեք ֆազային բաղադրիչների խառնուրդից, իսկ հատուկ պողպատներում կամ լեգիրված ֆերիտից, կամ լեգիրված առատենիտից: Որքան մեծ է պողպատում կարբիդ առաջացնող լեգիրող տարրերի քանակը, այնքան մեծ է նրա կարբիդային ֆազի բաժինը, այնքան բարձր է նրա կարծրությունն ու մաշակայունությունը: Որքան քիչ լեգիրող տարրեր են պարունակվում, այնքան փոքր է նրա կարբիդային ֆազի քանակը, այնքան բարձր է նրա ճկությունը:

Տարբեր բաղադրություն ունեցող լեգիրված պողպատները բաղմաթիվ են, որոնք օգտագործվում են տեխնիկայի այս կամ այն պահանջը բավարարելու համար: Սրանց բաղադրություն, ստրուկտուրայի և հատկությունների միջև եղած կապի բարդության պատճառով ամեն մի առանձին դեպքի համար անհրաժեշտ է դիմել տեղեկատու գրքերին և ղեկավարվել նրանցում բերված տվյալներով: Այնտեղ բերվում են այդ պողպատների տեսակները, բաղադրությունը, այս կամ այն պողպատի կիրառման բնագավառը, դրանց ջերմամշակման ռեժիմները և արդյունքները:

1. Տալ լեզիրված պողպատների հիմնական ֆազային բաղադրիչների բնույթի տահմանումը:

2. Բերել՝

ա) ցեմենտացման համար բարձրորակ քրոմանիկելավոլֆրամային (18XHBА տեսականիշի) պողպատի, բ) բարելավման համար բարձրորակ քրոմամանգանառիկելային (30XГCА տեսականիշի) պողպատի, գ) հրամառ և հրակայուն քրոմանիկելավոլֆրամամոլիբդենային (4X14H14B2M տեսականիշի) պողպատի քիմիական բաղադրությունը, հերմամշակման սեփմները, միկրոստրուկտուրայի սխեմատիկ նկարը, նկարագրությունը և նրանց հիմնական մեխանիկական հատկությունները քննութագրող ցուցանիշները՝ թրծաթողված, միջված և միամեղմված վիճակներում

Ա Շ Խ Ա Տ Ա Ն Ք XVIII

ԳՈՐԾԻՔԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ԲԱՂԱԴՐՈՒԹՅԱՆ, ՋԵՐՄԱՄՇԱԿՄԱՆ, ՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՅԻ ՈՒ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

1. ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Մետաղամշակման ապարեկում գործիքը յուրահատուկ, կարևոր դեր է խաղում արտադրանքի արտադրողականությունում ու որակի բարձրացման գործում: Այդ պատճառով ավելի խիստ տեխնիկական պահանջներ են ներկայացվում գործիքանյութերին: Այդ պահանջներն ապահովելու համար անհրաժեշտ են խորը գիտելիքներ և մեծ փորձառություն:

Գործիքանյութերը, ըստ նշանակման կամ կիրառման հատկանիշի դասակարգման, բաժանում ենք երեք հիմնական խմբերի՝ կտրող, դրոշմող և չափող գործիքների համար: Այս երեք խմբի գործիքների շահագործումն ընթանում է տարբեր պայմաններում և նրանց նյութերից պահանջվում են տարբեր հատկություններ:

Սակայն, ընդհանուր առմամբ, գործիքանյութերից պահանջվում են հետևյալ հիմնական հատկությունները:

Մեծ կարծրություն՝ գործիքի մաշակայունությունն ապահովելու համար, որի գործող մասի աշխատանքը հաճախ ընթանում է ինտենսիվ տեսակարար ճնշումների պայմաններում:

Մեծ դիմադրություն փոքր պլաստիկ դեֆորմացիաներին և մեծ կոշտություն՝ աշխատանքի ընթացքում գործիքի աշխատող մասի՝ ձևն ու դիրքը պաշտպանելու համար:

Մեծ ամրություն և բավարարելություն՝ տարբեր ճիգերին, հարվածներին ու տատանումներին լավ դիմադրելու ունակություն ունենալու համար:

Երբեմն գործիքանյութերից պահանջվում է մեծ ճրամարտություն և շիկակայունություն՝ ինչպես և չափերի (մեծ) կայունություն ժամանակի ընթացքում (մշտականություն), որը կարևոր է, օրինակ, չափիչ և ստուգիչ գործիքների համար:

Բոլոր գործիքանյութերից պահանջվում է բարձր տեխնոլոգիական ճառակություններ, ցածր ինքնաթեք և այլն:

Իհարկե, տարբեր դեպքերի համար առաջնակարգ դեր են խաղում թվարկված հատկություններից մեկը կամ մի քանիսը, մյուսների դերը երկրորդական է:

Հիշյալ հատկություններն ապահովելու նպատակով տարբեր պայմաններում աշխատող գործիքների համար անհրաժեշտ է ընտրել համապատասխան, փորձարկված գործիքանյութ և, ենթարկելով համապատասխան ջերմամշակման, այն հասցնել որոշակի ստրուկտուրային վիճակի՝ որպեսզի հնարավոր լինի աշխատել օպտիմալ սեփմներով:

Մետաղ մշակող գործիքներ պատրաստելու համար կիրառվում են հետևյալ հիմնական նյութերը՝

- 1) ածխածնային գործիքային պողպատներ,
- 2) ցածր լեզիրված գործիքային պողպատներ,
- 3) բարձր լեզիրված, այսպես կոչվող, արագահատ պողպատներ և
- 4) կարծր միահալվածքներ:

Կտրող գործիքների համար օգտագործվում են թվարկված բոլոր գործիքանյութերը: Սակայն այստեղ նույնպես անհրաժեշտ է տարբեր աշխատանքային պայմանների համար ընտրել դրանցից որևէ մեկը՝ համապատասխան:

Մեքենաների դետալների մեծ մասը ենթարկվում է վերջնական մեխանիկական մշակման կտրման միջոցով: Այդ մեթոդի արտադրողականությունը բարձրացնելու և շինվածքի ինքնարժեքն իջեցնելու համար ձգտում են կտրումը կատարել հնարավոր օռթոգոնալ արագություններով, կտրման մեծ խորություններով և մեծ մատուցումներով: Տաշեղադրացումն ընթանում է հեռացվող շերտի և դետալի մակերևույթին մասի ինտենսիվ պլաստիկ դեֆորմացիաների պայմաններում, որի պատճառով կտրման համար ծախսված մեխանիկական էներգիան համարյա ամբողջովին փոխարկվում է ջերմային էներգիայի: Վերջինս մատուցվելով գործիքի կտրող եզրին, տաքացնում է նրան: Որոշ նյութերից պատրաստված գործիքի կտրող եզրը 200°-ից բարձր տաքանալու դեպքում, մասնավորապես մինչև 600—1000°, կորցնում է իր կարծրությունը, փափկում և բարձր տեսակարար ճնշումների ազդեցությունից տակ հեշտություն մաշվում, ենթարկվում պլաստիկ դեֆորմացիայի, հետևապես ձևափոխվում և շարքից դուրս է գալիս:

Այսպիսով, կտրող գործիքի նշանակմանը համապատասխան, նա-

լած թե ինչպիսի՞ ուժերով և ի՞նչ պայմաններում պետք է նա աշխատի, պետք է այն պատրաստել համապատասխան նյութից:

Փոքր արագությունը աշխատելիս, երբ գործիքի կտրող եզրը տաքանում է մինչև 200°C , ինչպես նաև լիպտի, պլաստմասսաների և գունավոր միահալվածքների մշակման դեպքում օգտագործվող գործիքները պատրաստվում են ածխածնային և ցածր լեգիրված գործիքային պողպատներից: Սրանցից են պատրաստվում, օրինակ, ներպարուրակիչները, արտապարուրակիչները, հատիչները, խարտոցները, սղոցաշերտակները, քերանները և այլն:

Տարբեր բաղադրություն ունեցող ածխածնային և ցածր լեգիրված գործիքային պողպատների տեսակները շատ են, որոնց բաղադրությունը, ջերմամշակման ուժեղացումը և հատկություններին վերաբերող տվյալները բերված են համապատասխան տեղեկատու գրքերում: Դրանք ստորաբաժանվում են երկու խմբի՝ ցածր միջնակիություն և բարձրացված միջնակիություն ունեցող պողպատների: Ցածր միջնակիություն ունեցող գործիքային պողպատներից են, օրինակ, Մ7, Մ7А, Մ8, Մ8А, Մ9, Մ9А, Մ10, Մ10А, Մ11, Մ11А, Մ12, Մ12А, Մ13, Մ13А, X05, X06, 65XФ, 85XФ և այլ պողպատներ:

Այդուսակ 19-ում բերված են մի քանի, հիմնականում բարձրացված միջնակիություն ունեցող, ցածր լեգիրված գործիքային պողպատների ջերմամշակման ուժեղացումը և արգելանքների օրինակներ:

Ա ղ յ ու ս կ 19

ՅԱՅԲ ԼԵԳԻՐՎԱԾ ԳՈՐԾԻՔԱՅԻՆ ՊՈԼՊԱՍՆ ԵՐԻ ՋԵՐՄԱՄՇԱԿՄԱՆ ՈՒՇԵԼՄԱՆԵՐԸ ԵՎ ԱՐԴՑՈՒՆՔՆԵՐԸ

Պողպատի տեսականի	Թրծաթողում		Մ խ ու մ			Մխամեղում	
	տաքացման $t^{\circ}\text{C}$	HB	տաքացման $t^{\circ}\text{C}$	ստեղծող միջակայք	HRC ոչ պակաս	տաքացման $t^{\circ}\text{C}$	HRC
X	770—790	225—207	830—860	յուղ	62	150—200	64—61
9XC	790—810	225—207	820—860	յուղ	62	140—160 160—180	65—62 63—61
XГCBФ	790—810	228—196	820—850	յուղ	62	160—180	61—59
XГ	780—800	241—197	800—830	յուղ	61	150—200	64—61
XBГ	770—790	255—207	800—830	յուղ	62	140—160 170—200	65—62 62—60
B1	780—800	229—187	800—850	ջուր	62	150—200	64—62
XB5	730—750	321—255	800—820	ջուր	65	100—120 120—160	66—64 65—61

Թրծաթողումը կատարվում է այս պողպատների մշակելիությունը լավացնելու նպատակով՝ ջերմավոր պեղիտի ու նրա հատիկի կարբիդային թաղանթի վերացման և հատիկավոր պեղիտ ստանալու համար (տե՛ս նկ. 55-ի 5 և 6): Թրծաթողումը պողպատի ստրուկտուրան հասցնում է հավասարակշռության մոտիկ վիճակի, որն այս կամ այն պատճառով կարող էր խախտված լինել:

Կարևորագույն ջերմամշակման օպերացիան մխումն է: Մխումից հետո այդ պողպատների սարակտուրայում հիմնականում գոյանում է մարտենսիտ, մնում են քիչ քանակությամբ կարբիդային մասնիկներ և սառնցված աուստենիտ (նկ. 78):

Մխումը հաջողությամբ կատարելով՝ մխման ճաքեր, կորացումներ, բարձր ներքին լարումներ, ածխածնազրկում, ինտենսիվ օքսիդացում և այլ աբառներ թույլ չափով համար մեծ նշանակություն ունի տաքացման միջավայրի, ջերմաստիճանի, այդ ջերմաստիճանի տակ պահելու ժամանակամիջոցի ճիշտ ընտրությունը, համապատասխան սառնցող միջավայր կիրառելը, գետալը սառնցող միջավայրի մեջ ընկղմելու ձևի ճիշտ ընտրությունը, իզոթերմիկ կամ ուստիճանական մխման մեթոդների կիրառումը և այլն:

Այս պողպատների տաքացման ջերմաստիճանը, ինչպես և ամբողջ ջերմամշակման ուժեղացումը, կատարվում է փորձարկումների միջոցով որոշված և տեղեկատու գրքերում գետեղված տվյալների հիման վրա: Օքսիդացումից և ածխածնազրկումից խուսափելու համար կարելի է գործիքները տաքացնել հալված կապարի կամ աղերի վաննաներում, կամ պաշտպանական միջոցառում: Տաքացման ժամանակամիջոցը, այդ թվում և պահելու ժամանակը, նույնպես վերցվում է աղյուսակներից կամ որոշվում է էմպիրիկ կախումների օգնությամբ: Այն կախված է գործիքի հատվածքի մեծությունից, ջերմաստիճանից, այն միջավայրից, որի մեջ տաքացվում է, գործիքի նյութի բաղադրությունից և այլն (տե՛ս աշխ. XI—XII):

Սառնցող միջավայրն ընտրվում է գործիքի հատվածքի մեծությունը և նրա նյութի բաղադրությունը համապատասխան: Բարակ (~ 10 մմ հաստությամբ) մասերն անհրաժեշտ է սառնցնել մեղմ սառնցող միջավայրերում, օրինակ՝ յուղի մեջ, տաք ջրում կամ հալված աղերում (120° -ից բարձր): Ավելի մեծ հատվածք ունեցող գործիքների ամբողջ հատվածքը մարտենսիտային սարակտուրայի հասցնելու (բարձր կարծրություն մատուցելու) համար անհրաժեշտ է արագ սառնցնել, օրինակ, ջրի, աղերի ($8-15\%$ NaCl, $4-5\%$ KMnO_4) կամ աղալիների ($10-15\%$ NaOH) լուծույթներում:

Սակայն բարձրացված միջնակիություն ունեցող գործիքային պողպատները (բարձր ներքին լարումներից խուսափելու համար) հարկ չկա

սառեցնելու արագ սառեցնող լուծույթներում: Դրանք մեծ հաստություններ, բայց փոքր միջինություն ունեցող ածխածնային գործիքային պողպատներից պատրաստված գործիքներ են, քորոնց ամբողջ հատվածքը բավարար կարծրություն օժտելու համար ստիպված են լինում միևնույն ջրում կամ լուծույթներում: Ածխածնային գործիքային պողպատների ցածրը միջինությունը մեծ տեխնոլոգիական բարդություններ է ստեղծում նրանց ջերմամշակման ընթացքում (առավել կարծրություն ստանալու համար անհրաժեշտ է լինում ապահովել սառեցման կրիտիկական արագությունը՝ արագ սառեցումը, իսկ արագ սառեցման ժամանակ օբյեկտում երևան են գալիս բարձր ներքին լարումներ, կորացումներ, ճաքեր): Ածխածնային գործիքային պողպատների փոխարեն ցածր լեգիրված գործիքային պողպատների օգտագործումը հիմնականում պայմանավորված է հենց նրանց համեմատաբար ավելի բարձր միջինությամբ:

Կտրող գործիքները միևնույն հետո ենթարկվում են ցածր միջմեղմման ($150-200^{\circ}\text{C}$): Այդպիսի միամեղմման հետևանքով մասամբ վերանում են ներքին լարումները, բարձրանում է ամրությունը (օրինակ՝ ծաման դիմադրությունը), համարյա չի պակասում կարծրությունը, այն հավասարվում է HRC 64—60 միավորի, որը բավարար չափով ապահովում է գործիքի մաշակալունությունը: Միամեղմման ժամանակամիջոցը, նախած գործիքի հատվածքի մեծությունը, տատանվում է մոտավորապես $0,5-1$ ժամ ինանկվում:

Ածխածնային և ցածր լեգիրված գործիքային պողպատներից պատրաստված գործիքների կտրող եզրը, ինչպես արդեն նշվեց, կտրման ավելի ծանր պայմաններում աշխատելու պահին կտրող է տաքանալ 200° -ից ավելի բարձր: Հետևապես այդ եզրը հենց աշխատանքի ընթացքում կենթարկվի միջին միամեղմման: Այդ դեպքում նրա կարծրությունը զգալի չափով կնվազի, նա հեշտությամբ կմաշվի և շարքից դուրս կգա ամբողջ գործիքը:

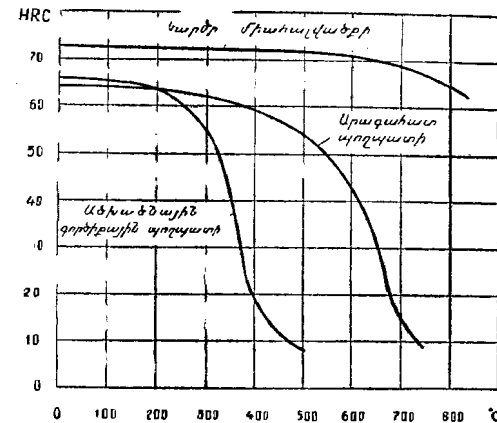
Կտրման որոշ պայմաններում, երբ գործիքի կտրող եզրը տաքանում է 200 -ից մինչև 600°C , օգտագործվում են արագահատ պողպատներից պատրաստված գործիքներ:

2. ԱՐԱԳԱՀԱՏ ՊՈՂՊԱՏՆԵՐ

Արագահատ պողպատները բարձր լեգիրված պողպատներ են: Պողպատի բարձր լեգիրումը որոշակի տարրերով (Cr, W կամ Mo և V), երբ դրանց ընդհանուր գումարը հասնում է $15-25\%$ -ի, նրա մեջ առաջացնում է առանձնահատուկ կալուն կարբիդներ, որի հետևանքով մեծանում է այդ պողպատների հրամարությունը: Նրանց աշխատանքային կոչված շրջակալունությունը հասնում է մինչև 600°C , այսինքն մինչև այդ ջեր-

մաստիճանը կարծրությունը քիչ է նվազում, այնպես որ դրանք դեռ ի վիճակի են դիմադրել ինտենսիվ մաշվածքին: Բարձր ջերմաստիճաններում այն պողպատների ամրության ու կարծրության նվազ անկումը բացատրվում է հենց նրանց կարբիդային ֆազի բարձր կալունությամբ: Նկ. 114-ում բերված է տարբեր գործիքայինությունների կարծրության անկման ինտենսիվությունը՝ կախված նրանց ջերմաստիճանից:

Կարելի է ընդունել, որ կտրող գործիքի մաշակալունությունը պայմանավորված է նրա նյութի կարծրությամբ, սակայն ոչ սենյակային ջերմաստիճանների պայմաններում, այլ սառ զիճակում: Ինչպես երևում է նկ. 114-ում բերված կորերից, սենյակային ջերմաստիճանում ածխածնային գործիքային պողպատի կարծրությունն ավելի բարձր է, քան արագահատ պողպատինը, սակայն ջերմաստիճանի բարձրացմանը զուգընթաց դրանց կարծրության անկման ինտենսիվությունը տարբեր է: Ածխածնային գործիքային պողպատը $200-300^{\circ}$ -ից բարձր տաքացնելիս սկսում է ինտենսիվորեն



Նկ. 114. Գործիքայինությունների կարծրության փոփոխությունը՝ կախված նրանց ջերմաստիճանից:

Ա զ յ ու ս կ 20

ԱՐԱԳԱՀԱՏ ՊՈՂՊԱՏՆԵՐԻ ԲԱՂԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆԸ $\%$ -ՈՎ ՀՍՏ ՄՕՏ 9373—60-Ի

Պողպատի տեսակաճիշտ	C	Cr	W	V	C ₀
P18	0,7 — 0,8	3,8 — 4,4	17,5 — 19,0	1,0 — 1,4	—
P9	0,85 — 0,95	3,8 — 4,4	8,5 — 10,0	2,0 — 2,6	—
P9Φ5	1,4 — 1,5	3,8 — 4,4	9,0 — 10,5	4,3 — 5,1	—
P14Φ4	1,2 — 1,3	4,0 — 4,6	13,0 — 14,5	3,4 — 4,1	—
P18Φ2	0,85 — 0,95	3,8 — 4,4	17,5 — 19,0	1,8 — 2,4	—
P9K5	0,9 — 1,0	3,8 — 4,4	9,0 — 10,5	2,0 — 2,6	5,0 — 6,0
P9K10	0,9 — 1,0	3,8 — 4,4	9,0 — 10,5	2,0 — 2,6	9,5 — 10,5
P10K5Φ5	1,45 — 1,55	4,0 — 4,6	10,0 — 11,5	4,3 — 5,1	5,0 — 6,0
P18K5Φ2	0,85 — 0,95	4,8 — 4,4	17,5 — 19,0	1,8 — 2,4	5,0 — 6,0

Մ ա ն ո թ ու թ յ ու ն: Այս պողպատներում սովորական և պատահական խառնուրդների սահմանային քաղաղրություններն են՝ Mn<0,4, Si<0,4, Mo<0,5, Ni<0,4, S<0,03, P<0,03%:

կորցնել իր կարծրությունը: Արագահատ պողպատը իր կարծրությունը սկսում է կորցնել 500—600°-ից հետո, իսկ կարծր միահալվածքները մինչև 1000°-ը դեռ ունենում են բավարար բարձր կարծրություն:

P18 տեսակների արագահատ պողպատը ամենատարածված նորմալ արագահատ պողպատն է, P9-ը՝ նրա փոխարինիչը: Իսկ մնացած արագահատ պողպատները օգտագործվում են հատուկ նպատակների համար: Վանադիումով ավելի հարուստ պողպատները (որոնցում մեծ է նաև ածխածնի քանակը) ունեն ավելի բարձր մաշակայունություն (շնորհիվ բավարար քանակությամբ վանադիումի կալումն ու դիսպիրս կարբիդի առկայություն): Սրանցով մշակվում են առավել դժվար մշակվող միահալվածքները: Կոբալտ պարունակող արագահատ պողպատների շիկակայունությունն ավելի բարձր է, քան P18-ինը, կամ P9-ինը, դրանք թույլ են տալիս է՛լ ավելի բարձրացնել կտրման արագությունը: Սակայն բարձր վանադիումային պողպատները դժվարությամբ են հղկվում: Կոբալտային արագահատ պողպատների ամրությունը համեմատաբար ավելի ցածր է:

Արագահատ պողպատները, ըստ ստրուկտուրային հատկանիշի դասակարգման, պատկանում են լեդերուրիդային դասի պողպատներին (որովհետև սրանք բարձրածխածնային և կարբիդ առաջացնող տարրերով բարձր լեգիրված պողպատներ են):



Նկ. 115. Արագահատ պողպատի միկրոստրուկտուրան ձուլված վիճակում (1200X):

տաբար խոշոր են և կուտակված, քիչ են նպաստում միահալվածքի ամրության մեծացմանը և տաք վիճակում դժվարությամբ են լուծվում առատենիտում: Այդ պատճառով ձուլված արագահատ պողպատը կռվում

Նկ. 115-ում բերված է ձուլված վիճակում գտնվող արագահատ պողպատի միկրոստրուկտուրան: Նա բաղկացած է լեդերուրիտից (առատենիտային) և մեկուսացված տրոստիտի մասնիկներից: Այդ լեդերուրիտը առատենիտի և կարբիդների էվտեկտիկական խառնուրդն է: Լեդերուրիտի կմախքանման կարբիդային մասը առաջացել է հեղուկ վիճակից բյուրեղացման ընթացքում, դրանք առաջնային կարբիդներ են, որոնք համեմա-

է գործիք պատրաստելուց առաջ: Տրոստիտում գտնվող և երկրորդային (առատենիտից արտազատված) կարբիդներն ավելի մանր են, որոնք մեծ չափով են նպաստում միահալվածքի ամրության բարձրացմանը և տաք վիճակում համեմատաբար արագ են լուծվում առատենիտում:

Կռումը մանրացնում է առաջնային կարբիդները և հավասարաչափ քաշխում կռվածքի ամբողջ հատվածքում: Կռումից հետո արագահատ պողպատը թրծաթողվում է (Նկ. 117)՝ մշակելիությունը (կտրումով) բարձրացնելու նպատակով, նոր պատրաստվում գործիք և ենթարկվում վերջնական ջերմամշակման:

Կռված և թրծաթողված արագահատ պողպատի միկրոստրուկտուրան (Նկ. 116) բաղկացած է համեմատաբար խոշոր (սպիտակ) առաջնային կարբիդի մասնիկներից և սորբիտից (շիֆի հիմնային սև տեսողաշտը), որը բաղկացած է լեգիրված ֆերիտի և մանր կարբիդային մասնիկների խառնուրդից: Փազային բաղադրիչներ են լեգիրված ֆերիտը և կարբիդները: Մեծ քանակությամբ ֆերիտ պարունակելու պատճառով այդ պողպատի կարծրությունը թրծաթողված վիճակում փոքր է ($HB \approx 250$), որը

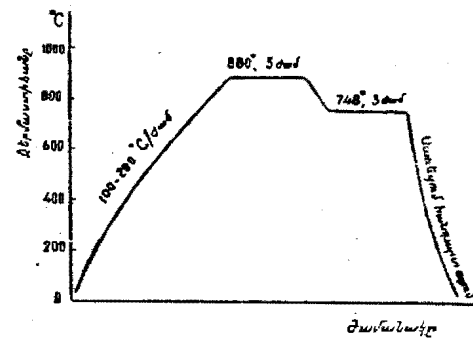


Նկ. 116. Կռված և թրծաթողված արագահատ պողպատի միկրոստրուկտուրան (630X):

նպաստում է նրա լավ մշակելիությանը:

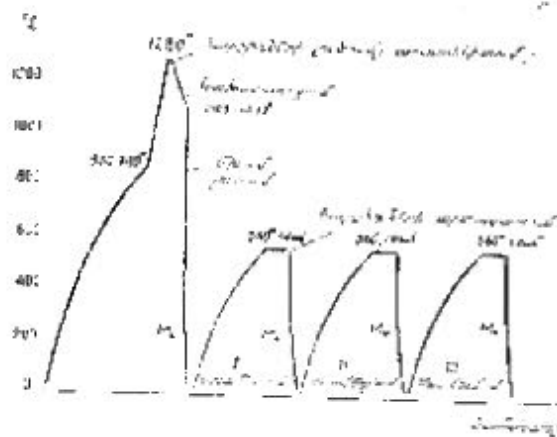
Վերջերս փորձեր են արվում արագահատ պողպատներից կտրող գործիքներ պատրաստել ձուլված վիճակում:

Վերջնական մեխանիկական մշակումից հետո արագահատ պողպատից պատրաստված գործիքները ենթարկվում են վերջնական ջերմամշակման՝ միմյան և բաղժապատիկ միամեղմման (Նկ. 118), կամ միմյան, ցրտոյ մշակման և միամեղմման:



Նկ. 117. P18 արագահատ պողպատի իզոթերմիկ թրծաթողման գրաֆիկ:

Արագահատ պողպատը մեծ քանակությամբ ($\sim 50\%$) կարբիդներ պարունակելու հետևանքով, ունի ցածր ջերմամարդարակունքի մասին գործակից: Այդ պատճառով, որպես տաքացման ընթացքում առաջացող բարձր ջերմային լարումներ չստեղծելու համար, որոնք պարծիքում



Նկ. 118. 10% առաջահատ պողպատի միջման և միջմանցման գրաֆիկ:

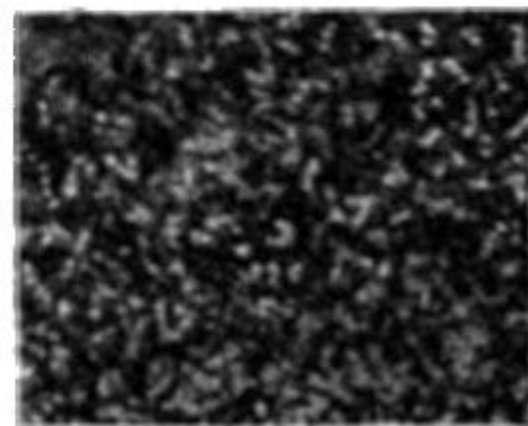
փոխ: Այդ ժամանակամիջոցում նա առաջանում է մինչև իր միման ջերմաստիճանը (1280°C): Այդ ջերմաստիճանում գոյացած առատենիտը լուծվում է լեգիրող տարրերը և հաղինում նրանցով: Այնուհետև գործիքը սառեցնում են մինչև $1100-1000^\circ\text{C}$ և նոր միտում լուղի մեջ: Այն գործիքի հաստությունը 20 մմ-ից փոքր է, այն կարելի է միայն մի անգամ տաքացնել մինչև $850-900^\circ\text{C}$, իսկ ավելի փոքր հաստությամբ գործիքները (մինչև 10 մմ) կարելի է միանգամից տաքացնել մինչև միման ջերմաստիճանը:



Նկ. 119. Արագահատ պողպատի միջման և միջմանցման գրաֆիկ:

Միմանից հետո արագահատ պողպատի սարակատարան մարտենսիտ

է, առաջացած առատենիտ և տաքացման կարբիդներ: Այսպիսով, արագահատ պողպատը չի նկատվում, որովհետև սպիտակահատ մարտենսիտը չի նկատվում, որովհետև սպիտակահատ մարտենսիտը չի նկատվում: Միման արագահատ պողպատի կարծրությունը համեմատաբար ցածր է՝ մեծ քանակությամբ (30 մմ) սառեցված առատենիտի սակալության հետևանքով: Այդ առատենիտը նախկին մարտենսիտի փոխարինելու համար գրվում են ցորա միջմանցում մշակման մեթոդին կամ կատարում բազմապատիկ միջմանցում:



Նկ. 120. Արագահատ պողպատի միջման և միջմանցման գրաֆիկ:

Այսպիսով, միջմանցում կատարվող մշակման սպիտակահատ ընթացքում միջմանցում գործիքը սառեցվում է հատուկ կալանքում, որը բացառում է ջերմաստիճանի փոփոխությունը: Միջմանցումը կատարվում է 180°C կամ չորս անգամ (-80°C): Այդ միջմանցումը պողպատը սառում է իր M_s կետից ավելի ցածր ջերմաստիճան, որի ընթացքում առաջացված առատենիտը պրիմիալ փոփոխվում է մարտենսիտի: Միջմանցումը մշակելուց հետո գործիքը 650°C —ում կենթարկվում են միմանցման, որից հետո նրա կարծրությունը, համեմատած միմանցման փնակի հետ, մի քանի միապարմեծանում է, հասնում մինչև HRC 65 -ի:

Սառեցված առատենիտի փոխարինումը սեղի է ունենում նաև բազմապատիկ միմանցման ժամանակ: Այդ նպատակի համար տաքացված փնակում սառեցված առատենիտից արտազատվում են լեգիրող տարրեր և գոյանում են կարբիդներ, առատենիտի աղքատանում է լեգիրող տարրերով և ածխածնով, հետևապես, բարձրանում են նրա M_s և M_f կետերի դիրքերը, սառեցման ընթացքում նրա սրտը փոխարկվում է մարտենսիտի (տեղի է ունենում, այսպես կոչված, երկրորդային միման կրկնում): Այս փոփոխվածան ավանդական է նաև այն հանգամանքը, որ տաք միմանցում վերանում է այն ֆոզային կոմպոզիցիայի, որ նա ձևավոր էր բերել միման ընթացքում ֆազային փոփոխվածաների (ծավալի փոփոխությունների) հետևանքով: Այնպիսով, միմանցման ընթացքում միման մարտենսիտը փոխարկվում է միմանցման մար-

տենսիտի, ալսինքն նրանից արտադատվում են վերին աստիճանի դիսպերս կարբիդային մասնիկներ: Նշված փոխարկումները կալունացնում են արագահատ պողպատի ստրուկտուրան և հատկությունները:

Այսպիսով, ցարտ միջավայրում մշակում և միամեղմում կամ բազմապատիկ միամեղմում կատարելուց հետո արագահատ պողպատի միկրոստրուկտուրան բաղկացած է միամեղմման մարտենսիտից, առաջնային կարբիդներից և աննշան քանակությամբ ($\sim 30\%$) ստեղծված աուստենիտից (նկ. 120):

Աղյուսակ 21-ում բերված են արագահատ պողպատներից պատրաստված գործիքների ջերմամշակման ջերմաստիճանային ռեժիմները և արդյունքները:

Աղյուսակ 21

ԱՐԱԳԱՀԱՏ ՊՈՂՊԱՏՆԵՐԻ ՄԻՄԱՆ ԵՎ ՄԻԱՄԵՂՄՄԱՆ
ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆՆԵՐԸ ԵՎ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ (ԿԱՐԾՐՈՒԹՅՈՒՆԸ)

Արագահատ պողպատի տեսականիշը	Մ խ ու մ		Մ խ ա մ ե ղ մ ու մ		
	տաքացման t°C*	կարծրու- թյունը HRC	տաքաց- ման t°C	քանի անգամ**	կարծրու- թյունը HRC
P18	1280—1290	62—63	560	2—3	62—64
P9	1230—1240	62—63	560	2—3	62—64
P9Φ5	1240—1250	62—63	580	3—4	64—66
P14Φ4	1250—1260	62—64	580	3—4	64—66
P18Φ2	1280—1290	63—64	580	2—3	64—66
P9K5	1230—1240	63—64	580	3—4	64—66
P9K10	1230—1240	63—64	580	3—4	64—66
P10K5Φ5	1240—1250	64—65	580	3—4	64—66
P18K5Φ2	1280—1290	64—65	580	3—4	64—66

Մ ա ն ո թ ու թ յ ու ն : * Առաջին տաքացումը կատարվում է մինչև 600—650°
երկրորդը՝ 850—900°C (բոլոր պողպատների համար):

** Ամեն մի միամեղմման ժամանակամիջոցը՝ 1 ժամ:

Աղյուսակում բերված տվյալները որոշված են մանրակրկիտ փորձերի հիման վրա և արագահատ պողպատների ջերմամշակման այն օպտիմալ ռեժիմներն են, որոնցով անհրաժեշտ է ղեկավարվել պրակտիկայում:

Միման համար բերվածից ավելի բարձր աստիճանի տաքացումը շատ մոտ կլինի սովորույթի ջերմաստիճանին, և դետալի նյութի մեջ 250

կարող է երևան գալ հեղուկ ֆազը: Իսկ ավելի ցածր աստիճանի տաքացման ժամանակ աուստենիտը չի հաջենա լեգիրող տարրերով, փոքր վլինի միամեղմման ընթացքում գոյացվող դիսպերս կարբիդների թիվը, հետևապես և գործիքի կարծրությունն ու մաշակայունությունը: Միամեղմման բերված ջերմաստիճանից 20° բարձր տաքացումը 1—2 միավորով կնվազեցնի գործիքի կարծրությունը, իսկ ավելի բարձր տաքացումը՝ էլ ավելի մեծ չափով:

Արագահատ պողպատներից պատրաստված պատասխանատու գործիքի արտաքին շերտի կարծրությունը, հետևապես և նրա մաշակման արագությունը բարձրացնելու նպատակով այն վերջնական ջերմամշակումից հետո ենթարկում են ցածր ջերմաստիճանային ցիանացման, վերջինս՝ սուլֆիդացման կամ գոլորշով մշակման, որոնք միաժամանակ բարձրացնում են նաև գործիքի կոռոզիակայունությունը:

Կտրող գործիքների համար օգտագործվում են նաև կտրծր միահալվածքներ, որոնց վերաբերյալ տեղեկությունները տրված են աշխատանքի վերջում:

3. ԴՐՈՇՄԱՅԻՆ ՊՈՂՊԱՏՆԵՐ

Այսպես են կոչվում այն պողպատները, որոնցից պատրաստված գործիքները աշխատում են մետաղները ճնշման միջոցով մշակելու տարբեր պայմաններում, օրինակ՝ մուրճերի զարկաններ, դրոշմեր, արտահատիչ և կռածքման դրոշմեր՝ մամլամատեր (պուանսոններ) և մամլամատեր, գլանիկներ և մետաղների գլանման, գրտնակման և տարբեր նախշանվալների հոլովակներ, մամլամատեր—անցքաբացիչներ (п рошивни) և սրանց մամլամատերը, ճնշման սակ ձուլման մամլակաղապարներ, քարշման ակեր, մկրատների դանակներ, ձեռքի մուրճեր, հատիչներ և այլն: Թվարկված և նման այլ գործիքների աշխատանքն ընթանում է շատ բարդ և հաճախ խիստ տարբեր պայմաններում, որոնցից յուրաքանչյուրի համար պետք է մանրակրկիտ վերլուծել և ուղղել անհրաժեշտ տեխնիկական պահանջները, ընտրել համապատասխան նյութ և ենթարկել համապատասխան ջերմամշակման:

Դրոշմային պողպատները բաժանում են երկու հիմնական խմբի՝ մետաղները սառը վիճակում և տաք վիճակում դեֆորմացնող պողպատներին:

Օրինակ՝ սառը վիճակում կռածքելու համար պարզ ձեռի և փոքր չափերի դրոշմերը պատրաստում են Y10, Y10A կամ Y12, Y12A ածխածնային գործիքային պողպատներից, որոնք միումից և միամեղմումից հետո պետք է ունենան HRC 50—60 միավոր կարծրություն:

ՀԱՐՎԱԾՆԵՐԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ԱՇԽԱՏՈՂ, ՍԱՌԸ ԴԵՖՈՐՄԱՑՄԱՆ
ՀԱՄԱՐ ԿԻՐԱՌՎՈՂ ԳՈՐԾԻՔԱՅԻՆ ՊՈՂՊԱՏՆԵՐԻ ԲԱՂԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆԸ
ՋԵՐՄԱՄՇԱԿՄԱՆ ՌԵԺԻՄՆԵՐԸ ԵՎ ԿԱՐԾՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Պողպատի տեսակա- նիշը	Տարրերի բաղադրությունը 0/100-ով				Մի ս ու մ		Մի ս մեղմում	
	C	Si	Cr	W	տաքացում °C	HRC նշ	տաքացում °C	HRC
4XC	0,35—0,45	1,2—1,6	1,3—1,6	—	880—890	47	240—270	51—52
6XC	0,60—0,70	0,6—1,0	1,0—1,3	—	840—860	56	240—270	52—53
4XB2C	0,35—0,44	0,6—0,9	1,0—1,3	2,0—2,5	860—900	53	240—270	50—52
							220—240	44—46
5XB2C	0,45—0,54	0,5—0,8	1,0—1,3	2,0—2,5	860—900	55	240—270	51—53
							420—440	45—47
6XB2C	0,55—0,65	0,5—0,8	1,0—1,3	2,0—2,5	860—900	57	240—270	53—55
							420—440	46—48

Տաք վիճակում դեֆորմացման համար կիրառվող դրոշմախն պողպատներից, բացի վերը թված պայմաններից, պահանջվում են նաև հետևյալ կոմպլեքս հատկությունները՝ հրամարումից, շիկակայունություն, ջերմակայունություն կամ բարձր դիմադրություն ջերմային հոգնածու-թյանը: (Ջերմային հոգնածություն անվանվում է այն երևույթը, երբ գործիքի մակերևույթային մասը ցիկլային սառեցման և տաքացման հետևանքով, որն ուղեկցվում է մակերևույթային շերտի ընդարձակմամբ և սեղմմամբ, ճաքճքում է): Նրանցից պահանջվում է նաև բարձր ճլուխություն, բարձր մխելիություն և այլն:

Տաք դեֆորմացման համար դրոշմերը պատրաստվում են հիմնա-կանում ցածր լեգիրված, միջին քանակությամբ ածխածին պարունակող պողպատներից, օրինակ՝ 5XHM, 5XGM, 5XHCb, 5XHT, որոնք հա-մապատասխան ջերմամշակումից հետո բավարարում են վերոհիշյալ պահանջները: Թվարկված պողպատներից 5XHM-ը այդ խմբի տիպիկ և ամենատարածված պողպատն է, մնացածները նրա փոխարինիչներն են, որոնց մի քանի հատկություններն ավելի բարձր են, քան այդ պող-պատինը:

Միսման համար 5XHM պողպատը, մանավանդ մեծ չափի մուր-ճերի դրոշմեր պատրաստելու դեպքում, տաքացնում են մեծ զգուշու-թյամբ (առտիճանաբար, շատ դանդաղ, ածխածնագրկումից և օքսիդա-ցումից պաշտպանելու համար այն պատում են հատուկ քսուքով կամ տաքացնում չեզոք միջնորոտում), մինչև 820—860°C, երկար ժամա-նակ պահում այդ ջերմաստիճանում, սառեցնում օդում մինչև 800° և

Ավելի բարդ ձևի ու մեծ չափեր ունեցող նման դրոշմեր և սառը դեֆորմացում կատարող այլ գործիքներ պատրաստվում են ավելի մեծ մխելիություն ունեցող ցածր լեգիրված բարձրածխածնային գործիքա-յին պողպատներից, օրինակ՝ X, 9XC, XG, XBG և այլն, որոնք համա-պատասխան ջերմամշակումից հետո ունենում են HRC 58—60 միավոր կարծրություն:

Սառը դեֆորմացման համար առավել բարձր մաշադիմացկունու-թյուն ունեն քրոմային, բարձր լեգիրված բարձրածխածնային գործի-քային պողպատները (օրինակ՝ X12, X12M, X12Φ1), որոնք պարունա-կում են մոտ 12% Cr: Քրոմը, պողպատի մեջ բավարար քանակությամբ ածխածին պարունակելու շնորհիվ, առաջացնում է մեծ քանակությամբ կարբիդներ, որոնք ապահովում են այդ պողպատների բարձր մաշակա-յունությունը:

Փոփոխելով միսման համար այս պողպատների տաքացման ջեր-մաստիճանը, հաջողվում է փոփոխել սրանց ստրուկտուրան և գործիքի չափերի փոփոխության սահմանները: Որքան միսման համար շատ տաքացնել պողպատը, այնքան ավելի շատ քրոմ կլուծվի առևտնեի-տում: Որքան բարձր լեգիրված լինի առևտնեիտը, այնքան M_n և M_k կետերի դիրքն ավելի շատ կիջնի, այնքան միսումից հետո շատ կլինի սառեցված առևտնեիտի բաժինը այս պողպատի ստրուկտուրայում, այնքան մեծ կլինի գործիքի ծավալային կծկումը և հակառակը: Այնպես որ, փոփոխելով ջերմամշակման ռեժիմները, կարելի է կանոնավորել նաև գործիքի չափերի փոփոխության սահմանները: Նշված երևույթը կոչվում է ջերմային չափաբերում:

Սակայն, նախքան գործիքի նշանակմանը, անհրաժեշտ մեխանիկա-կան հատկություններին, այդ պողպատները մշակում են որոշակի ջեր-մային ռեժիմներով: Օրինակ՝ X12 տեսականիշի պողպատը միսման համար տաքացնում են մինչև 1050—1075°C, միսում և ենթարկում ցածր միսամեղմման (150—180°): Նա ձեռք է բերում HRC61—63 միավոր կարծրություն, որն ապահովում է գործիքի մաշակայունությունը:

Եթե ճնշումով մշակող գործիքի աշխատանքն ընթանում է հար-վածների պայմաններում, բացի բարձր ամրությունից, նրա նյութից պահանջվում է նաև բավականին բարձր ճլուխություն: Այս դեպքում օգտագործվում են համեմատաբար քիչ ածխածին պարունակող ցածր լեգիրված պողպատներ: Օրինակ՝ աղյուսակ 22-ում բերված են այդպիսի մի քանի պողպատների տեսականիշերը, նրանց բաղադրությունը, ջեր-մամշակման ռեժիմները և արդյունքները:

մխում լուրի մեջ: Մխումից հետո դրոշմն անմիջապես տաքացվում է մխամեղմման համար մինչև $480-580^{\circ}\text{C}$: Մխամեղմման ժամանակամիջոցը $10-12$ ժամ է: Մխամեղմումից հետո դրոշմի կարծրությունը հասնում է HB 440—300 միավորի: Մուրճային դրոշմերի պոչամասի մխամեղմման ջերմաստիճանը 100° -ով ավելի բարձր է լինում, իսկ կարծրությունը՝ մոտ 75 միավորով ավելի ցածր:

Մամլիչների և հորիզոնական կոման մեքենաների դրոշմերը պատ-րաստվում են ավելի բարձր լեգիրված պողպատներից, որոնք մեքենաների համեմատաբար ավելի հոնգիսա (դանդաղ, առանց հարվածների) աշխատանքի շնորհիվ կարող են ունենալ համեմատաբար ցածր ճյու-թյուն: Սակայն անհրաժեշտ է, որ նրանք տնենան ավելի բարձր հրամարումից, քանի որ դանդաղ աշխատելիս նրանք մշակվող տաք դետալի հետ ավելի երկար ժամանակ են դանդաղ հպված վիճակում, տաքանում մինչև ավելի բարձր ջերմաստիճան: Այս պողպատներից են, օրինակ, 3X2B8, 4X5B2ΦC (ՅՈւ958), 4X2B5ΦM (ՅՈւ959) 4X3BΦ2M2 (ՅՈւ1) տեսակների պողպատները և այլն:

Դրանցից ամենատարածվածը 3X2B8-ն է, որը նման է P9 արա-դահատ պողպատին, սակայն ավելի քիչ ածխածին պարունակելու պատ-ճառով ($0,3-0,4\%$) նա անի ավելի բարձր ճյություն:

3X2B8 պողպատը նախ թրծաթողում են ($750-780^{\circ}\text{C}$), ապա մխում ($1050-1100^{\circ}$ -ից), իսկ վերջում ենթարկում մխամեղմման ($600-620^{\circ}$): Նա ձևվ է բերում HRC38—44 միավոր կարծրություն: Այլ են մխում պողպատների ջերմամշակման սեփմները, որոնք բերվում են համապատասխան տեղեկատու գրքերում:

Շատ մամլակաղապարներ պատրաստվում են նույնպես այդ պող-պատներից, սակայն ջերմային տեսակետից քիչ բննավորվածները պատրաստվում են ավելի հասարակ պողպատներից (օրինակ՝ 7X3, 30X7C) և նույնիսկ սովորական ածխածնային պողպատներից (Y7, 40 և այլն):

Ձափիչ և ստուգիչ գործիքներ (օրինակ, կալիբրներ՝ խցաններ և ճարմանգներ, սալիկներ, շաբլոններ, միկրոմետրերի և ձողակարկիներների որոշ դետալներ և այլն) պատրաստելու համար օգտագործվող պողպատ-ները պետք է ունենան մեծ կարծրություն (HRC64—66 միավոր), որպեսզի ապահովվի դրանց մաշակայունությունը (դետալները բազմա-պատիկ չափելիս) և ճշգրտությունը երկար ժամանակի ընթացքում: Այդ պողպատները պետք է ունենան նաև ջերմային ընդարձակման փոքր գործակից՝ աշխատանքային ջերմաստիճանների պայմաններում և չափերի կախումով լինելով՝ երկար ժամանակի ընթացքում:

Այդ գործիքների պատրաստման համար օգտագործվող պողպատ-

ներից են՝ X, XГ, ինչպես նաև ցեմենտացման ենթարկվող պողպատ 20-ը, նիտրալոյ 35XMOA-ն և այլն:

Ձափիչ և ստուգիչ գործիքների նյութին ներկայացվող հիմնական պահանջներն ապահովելու համար այդ պողպատները մխում են (պող-պատ 20-ը՝ ցեմենտացումից հետո), ենթարկում ցրտամշակման և հնացման կամ երկարատև (երբեմն մինչև 100 ժամ) ցածր մխամեղմ-ման: Նիտրալոյներից պատրաստված գործիքները ենթարկվում են ազո-տացման (բարելավումից հետո):

Մխումից հետո այս պողպատների ստրուկտուրան բաղկացած է լինում՝ քառանիստային մարտենսիտից, մնացորդային առատենիտից և կարբիդներից, (սորբիդից և նիտրիդներից՝ ազոտացումից հետո): Մնա-ցորդային առատենիտը և քառանիստ մարտենսիտը անկախ ստրուկ-տուրային բաղադրիչներ են, նրանց փոխարկումը ժամանակի ընթաց-քում կադեկցիի գործիքի չափերի փոփոխմամբ: Յրատմշակման հետևանքով մնացորդային առատենիտը փոխարկվում է քառանիստ մարտենսիտի: Իսկ հնացման կամ ցածր մխամեղմման ընթացքում քառանիստ մարտենսիտի փոխարկվում է խորանարդային մարտենսիտի, որը շատ կարծր է, ունի ջերմաստիճանային ընդարձակման փոքր գոր-ծակից և համեմատաբար կայուն է:

4. ԿԱՐԾՐ ՄԻԱՆԱԿԱՎԱՍԹՆԵՐ

Նախած արտադրություն եղանակին, կարծր միտնալվածքները լի-նում են՝ ձուլված և մետաղակերամիկական, ինչպես նաև միներալակե-րամիկական: Վերջիններս պատրաստվում են փոշեմետալուրգիայի մե-թոդով՝ տարբեր բաղադրություն ունեցող փոշիներից պատրաս-տում են բովանդակներով, երկար ժամանակ խառնում զնդային տղաց-ներում, մամլում բրիկետների ձևով և թրծում:

Ամենատարածված կարծր միտնալվածքներ են մետաղակերամիկա-կանները, որոնք իրենց բնկունություն և թանկարժեքություն պատճառով արտադրվում են մանր ջերտիկների ձևով և գոգվում կամ ամրացվում մետաղահատ գործիքներին, հորատիչներին՝ տարբեր ապարներ հորա-տելու համար: Դրանք օգտագործվում են նաև քարշման ալիքի և այլ նպատակների համար:

Մետաղակերամիկական կարծր միտնալվածքների բարձր կարծրու-թյունը (HV1500—1700) շնորհիվ մետաղների կտրման արագությունը համեմատաբար արագահատ պողպատի թուլատրելի արագության հետ, կարելի է $5-10$ անգամ մեծացնել, որը զգալի տնտեսական արդյունք է տալիս: Ինչպես արդեն նշվել է, դրանց շիկակայունությունը հասնում է

մասերը (օրինակ՝ տաք զեֆորմացման գրոշմերի, խառառային հաս-
տոցների կենտրոնների ծալրամասերը և այլն) մակագոգելու համար:

Կարող գործիքների համար օգտագործվում են նաև միջնադարյան կա-
միկակալ կարծր միանալվածքներ, որոնք նույնպես պատրաստվում են
փոշեմեխալուրդի մեթոդով (բովախառնուրդի պատրաստում, մամ-
լում և ջերմամշակում): Միներալակրամիկական կարծր միանալվածք-
ներ են, օրինակ $LM-332$ (միկրոլիտ) և $T48$ (ջերմակորունդ) տեսակա-
նիշի միանալվածքները (ավելի ճիշտ պոսեդումիանալվածքներ): Դրանց
հիմքը ալյումինի օքսիդ է (Al_2O_3): Մետաղակրամիկական միանալ-
վածքների հետ համեմատած, դրանց կարծրությունը, մաշակալանությունն
ու շփակալանությունն ավելի բարձր են (վերջինս հասնում է $1200^\circ C$),
սակայն դրանք ավելի բեկուն են, ունեն ցածր ճերմահալորդականու-
թյուն և այդ պատճառով ավելի քիչ են օգտագործվում:

Վերջերս կարող գործիքների համար օգտագործվում են նաև բնու-
կան ամենակարծր միներալը՝ ալմաստը: Ալմաստով ամրանալորված
կտրիչը իր մեծ կարծրությամբ շնորհիվ մինչև հարյուր անգամ գերա-
զանցում է կարծր միանալվածքներից պատրաստված կտրիչների տևի-
նությունը կալանալվածքները: Բարձր կալանալվածքային շնորհիվ մեծ չափով
բարձրանում է պատրաստված գետալի ճշգրտությունը և մշակված
մակերևույթի մաքրությունը:

Սակայն ալմաստը իր դեֆեկտիվություն, թանկարժեքություն և
բարձր բեկունություն հետևանքով մետաղամշակման տապալակում անվճար
համեմատաբար քիչ է օգտագործվում: Ալմաստի մեծ չափով, ալմաստի
խոշոր հանքավայրերի հայտնաբերումը, որհաստակալան ալմաստի ար-
տադրության կազմակերպումը և այս անպարկուշտ անարժեք ինտենսիվ
գիտահետազոտական աշխատանքները թույլ կրան ալմաստն ավելի
լայնորեն կիրառել մետաղամշակման տարբեր ճյուղերում:

XVIII ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԱՌԱՋԱԳՐԱՆՔԸ

1. Նշել գործիքային լուծվածքներն ներկայացվող հիմնական տեխնիկա-տնտեսական
պահանջները:
2. Թվարկել գործնականում առավել տարածված գործիքային լուծվածքների տեսակնե-
րը, նշելով նրանց յուրաքանչյուրի առավելություններն ու թերությունները:
3. Նկարագրել P9 արագահատ պողպատի ջերմամշակման տեխնոլոգիական
պրոցեսը, տալով նրա միմասն և միամեղմման գրաֆիկը, ինչպես նաև տեղի ունե-
ցող ստրուկտուրային փոխարկումները և արդյունքները (համալուծվածքների փոփո-
խություններ):
4. Միանալվածքներն նկարել հիմնական գործիքային լուծվածքների միկրոստրուկտուրա-
ները (վերջնական ջերմամշակումից հետո), սլաքներով ցույց տալով առանձին
ստրուկտուրային յուղադրվածքները:

ԳՈՒՆԱՎՈՐ ՄԻԱՇԱԼՎԱԾՔՆԵՐԻ ՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՅԻ ՈՒ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ընդունված է բոլոր ոչ սև մետաղները (երկաթ-ածխածնային
միանալվածքները) համարել գունավոր: Գոյություն ունեն նաև ալլ ձևի
դատարարություններ: Գունավոր մետաղները, մանավանդ նրանց միանալ-
վածքները, բազմաթիվ են: Մի աշխատանքով անհնարին է ընդգրկել
բոլորը և ծանոթանալ նրանց ստրուկտուրայի ու հատկությունների հետ:
Այս աշխատանքում կըռնալվեն միայն տեխնիկայում առավել տարած-
ված գունավոր մետաղների՝ ալյումինի և պղնձի միանալվածքները, իսկ
ստանդարտալված միանալվածքներին՝ բաբիտները:

1. ԱԼՅՈՒՄԻՆԸ ԵՎ ՆՐՍ. ՄԻԱՇԱԼՎԱԾՔՆԵՐԸ

Ալյումինը, իր ցածր տեսակարար կշռի ($\gamma=2,7$ գ/սմ³) և իր միա-
նալվածքների համեմատաբար բարձր տեսակարար ամրություն ($\sigma_0: \gamma \approx$
 ≈ 15) շնորհիվ, լայնորեն կիրառվում է ընդհանուր մեքենաշինություն
մեջ, մանավանդ, ինքնաթիռաշինություն մեջ:

Տեխնիկական մաքուր ալյումինի ամրությունը փոքր է ($\sigma_0=$
 $=10$ կգ/սմ², $\sigma_{0,2}=3$ կգ/սմ²) պլաստիկությունը՝ մեծ ($\delta=35\%$, $\psi=80\%$),
կարծրությունը՝ $HB=25$ կգ/սմ²:

Մաքուր ալյումինը որպես կոնստրուկցիոն նյութ, իր փոքր ամ-
րության պատճառով, համարյա չի օգտագործվում: Նա հիմնականում
ծառայում է որպես ալյումինային միանալվածքների հիմք:

Տեխնիկական ալյումինի սովորական (անխուսափելի) խառնուրդ-
ներն են Fe-ը և Si-ը: Դրանցից ամեն մեկը $ABO000$ տեսականիշի ալ-
յումինի մեջ $0,0015\%$ -ից ավելի չէ, իսկ ամենաշատ խառնուրդ պա-
րունակող $\Delta 3$ ալյումինի մեջ՝ $1,1\%$ -e է, 1% Si: Այդ խառնուրդների
առկալություն հետևանքով տեխնիկական ալյումինի մեջ գոյանում են
տարբեր ֆազային բաղադրություն էվտեկտիկներ (օրինակ՝ $Al+Al_2Fe$),
որոնք իրենց հալման ցածր ջերմաստիճանի հետևանքով տեղալորվում
են ալյումինի թերալորիդների սահմաններում (նկ. 122): Էվտեկտի-
կային համեմատաբար բարձր կարծրության պատճառով այդ հանգա-
մանքն զգալիորեն նվազեցնում է ալյումինի պլաստիկությունը:

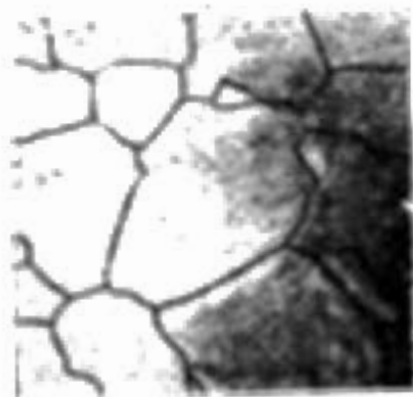
Բարձրորակ ալյումինային միանալվածքներ արտադրելու համար
կիրառվում են ավելի մաքուր ալյումիններ:

Ալյումինային միանալվածքներն իրենց բարձր պլաստիկության և

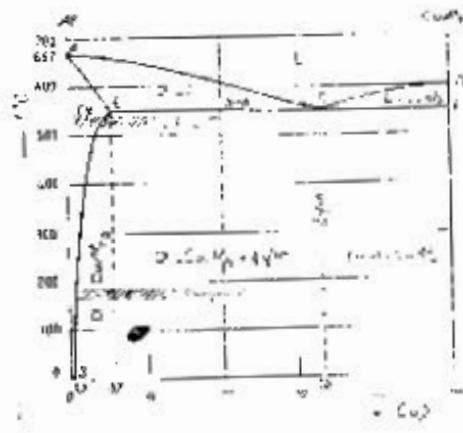
հալման ցածր ջերմաստիճանի շնորհիվ հեշտ են մշտվում անշման և կալման միջոցով. հեշտ է նրանց ձուլումը (բարձր և նրանց անխնայողիական հատկությունները): Բարձր են նաև ալգ միանալվածքների ջերմաէլեկտրատաքսայականությունը. կատալիզիմ աղբյուրներ միանալվածքներն պայմաններում:

Ըստ մշակման եղանակի լինում են զեֆուրմացիայ (անշմամ մշակվող) և ձուլվող ալյումինային միանալվածքներ:

Վեֆուրմացվող ալյումինային միանալվածքների օրինակ են ալյումինի և պղնձի միանալվածքները:



Նկ. 122. Տեխնիկական ալյումինի շեֆուրմացիայից հետո բան (75X):



Նկ. 123. $Al-Cu$ միանալվածքների վերակի գիծագրումի ձախ ճառալայում միանալին անկյունը):

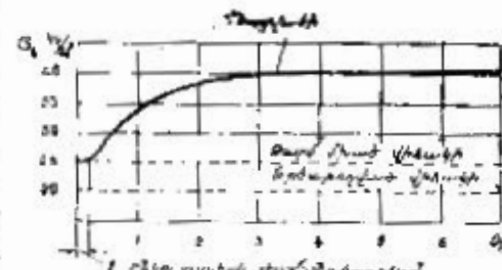
Նկ. 128-ում բերված է $Al-Cu$ սխեմների վիճակի գիծագրումի ձախ ճառալայում միանալին անկյունը):

Բնական ալյումինային միանալվածքները բաղկացած պնդ են. բաղի Al -ից և Cu -ից. պարունակում են նաև որոշ քանակությամբ Mg , Mn , Si , Fe և այլ տարրեր: Հետևապես հասկանալի է, որ ալգ միանալվածքների հատկությունները կլինեն այլ՝ նախա խառնուրդների և լույսի ու տարրերի բնակիչի ու քանակի: Մակալն $Al-Cu$ սխեմում հիմնական փոխազդող կոմպոնենտները, որանք գոյացնում են ալգ միանալվածքների հիմնային ստրուկտուրան, ալյումինն է և պղինձը:

Դրանց վիճակի գիծագրումից երևում է, որ ալյումինը, էֆուրմացիայից հետո փոխազդման ջերմաստիճանում (548°), իր մեջ լուծում է $5.7\% Cu$: Զերմաստիճանի անկմանը զուգընթաց զիտղբումի FS գծով ալյումինի լուծելիությունը նվազում է. սենյակային ջերմաստիճանում հասնում է 0.5% պղնձի: α պինդ լուծույթից անջատված պղինձը միանում է ալյումինին և գոյացնում $CuAl_2$ միջմետաղային միացությունը:

Սլգ կարծր մասնիկների առկայությունը շնորհիվ միանալվածքն ամրաթյունը մեծանում է. ընդ որում որոշան կրանք շատ են և զիտղբում, ալգ քանակի մեծ չափով:

Տվյալ միանալվածքում ալգ մասնիկների մեծությունը և քանակը՝ նեոնապես և նրա հատկությունները, ջերմամշակման (հնազման) միջոցով կարելի է փոփոխել մեծ չափով. Դանդաղ ստեղծման հետևանքով ձուլվածքում $CuAl_2$ մասնիկները խոշոր են, որի պատճառով միանալվածքի կարծրությունը և ամրությունը լինում են նվազագույն: Իսկ եթե, օրինակ, 550° պարունակող միանալվածքը տաքացնել մինչև նրա պինդ լուծույթի վիճակը ($\sim 520^\circ$) և արագ ստեղծել (օրինակ՝ ջրում), կատարվի գերհալոցված պինդ լուծույթ, որը կծղալի զիտղի իր նստումը լուծելիության սահմանը ($0.5\% Cu$), բանի այ գերհալոցված պինդ լուծույթի վիճակը թերմոդինամիկորեն անկալուն է: Ժամանակի ընթացքում նոր (խորմ) մեղմած նմուշի գերհալոցված պինդ լուծույթում (որի վանդակը լարված վիճակում է) զիտղբային շնորհիվ, սրտակի կոտրվելու հալվածքում են պղնձի իններ, առաջանում են, տղուկա կոչվող, Դինի-Պրեստոնի գոտիներ (բարակ շերտեր)՝ մի քանի անգամ բնական հաստությունում և մի քանի տասնյակ անգամ բնական լուծելիության պղնձով հարստացած մոլայինը, Դինի-Պրեստոնի գոտիների առաջացումով տվարտում է լինական և ցածր ջերմաստիճանային (100° ից ցածր) արհեստական հնազման պրոցեսը: Դրա շնորհիվ միանալվածքն ուժեղանում է աստիճան մեծ չափով (թրծաթիված վիճակի հետ համեմատում ուժեղությունը կրկնապատկում է):



Նկ. 124. Բնական հնազման հետևանքով ալյումինային միանալվածքների ամրություն փոփոխման ախտի կորը:

Նկ. 124-ում բերված է բնական հնազման շնորհիվ ալյումինի միանալվածքի ամրության բարձրացման ախտի կորը:

Բնական հնազմում ալյումինային միանալվածքը ևս թերմոդինամիկորեն անկալուն է: Եթե այն արագորեն տաքացնել մինչև $200-250^\circ C$, ապա նրա ամրությունը նորից կնվազի, պահպանելով հնազման իր անալիզի: Այդ երևույթն անգուցում է հետադարձ, որովհետև նա (միանալվածքը) վերադառնում է իր նոր՝ մեղմած ստրուկտուրային վիճակին:

Եթե նոր մեղմած կամ բնական հնազմած նմուշը գոտեղադրեն տաքացնել մինչև $150-200^\circ C$, ապա Դինի-Պրեստոնի գոտիներում

պղնձի կոնցենտրացիան կհասնի դրանց (Cu-ի և Al-ի) քիմիական միացությունն ստեղծում է հարաբերությունը, և այդտեղ երևան կգա CuAl_2 միացությունը, որը դեռ կոնսերվացած ձևով կապված է մալր պղնձի լուծույթի հետ, կառաջանա թ' ֆազը՝ Վասերմանի ֆազը, որի առկայությունը դեպքում միահալվածքի ամրությունը դեռ կմնա մեծ: Վերջապես, արհեստական հնացման ընթացքում, 200° -ից բարձր ջերմաստիճանների պայմաններում, CuAl_2 միացությունը կմեկուսացվի մալր պղնձի լուծույթից՝ կառաջանա Ս ֆազը (CuAl_2 -ը): 200° -ից բարձր ջերմաստիճանում և որոշակի ժամանակի ընթացքում տեղի է ունենում CuAl_2 մասնիկների խոշորացում (կոալեսցենցիան), որի հետևանքով զգալիորեն կնվազի ալյու միահալվածքների ամրությունը:

Ջերմամշակման ենթարկվում են $0,50\%$ -ից ավելի (գործնականում $4-50\%$) պղնձ պարունակող միահալվածքները: Մինչև $0,50\%$ պարունակողները ջերմամշակման միջոցով չեն ամրանում: Դրանց ամրությունը կարելի է մեծացնել սառը վիճակում պլաստիկ դեֆորմացիայի ենթարկելով:

Դեֆորմացիոն և ջերմամշակմամբ չամրացող ալյումինալին միահալվածքների օրինակ են AlMn և AlMg տեսականիշերի տիպի միահալվածքները, որտեղ գերակշռող լեգիրող տարրեր են՝ առաջինում Mn-ը, երկրորդում՝ Mg-ը: Դրանց ամրությունը փոքր է, իսկ պլաստիկությունը՝ բարձր: Կիրառվում են կոադուլմով դրոշմվող (բաժակաման) դետալներ պատրաստելու համար:

Դեֆորմացիոն և ջերմամշակմամբ ամրացվող ալյումինալին միահալվածքները դուրսալյումիններն են, որոնք պարունակում են Al-ից բացի, որոշակի քանակությամբ ($3-5\%$) Cu և մոտ $0,5-1\%$ Mn, Mg, Si և Fe: Հետևապես, դուրսալյումինները վեց կոմպոնենտ պարունակող՝ բարդ բաղադրություն ունեցող միահալվածքներ են:

Աղյուսակ 24-ում բերված է գործնականում տարածված դուրսալյումինների քիմիական բաղադրությունը:

Աղյուսակ 24

ՄԻ ՔԱՆԻ ԳՈՒՐԱԼՑՈՒՄԻՆՆԵՐԻ ԲԱՂԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆԸ $0,01\%$
(ГОСТ 4784—49):

Դուրսալյումինի տեսականիշը	Cu	Mn	Mg	Si	Fe
Д1	3,8—4,8	0,4—0,8	0,4—0,8	<0,7	<0,7
Д6	4,6—5,2	0,5—0,9	0,65—1,0	<0,5	<0,5
Д16	3,8—4,5	0,3—0,9	1,2—1,8	<0,5	<0,5

Д1 միահալվածքը համարվում է նորմալ դուրալյումին, իսկ Д6-ը և Д16-ը կոշտ են սուպերդուրալյումիններ: Նորմալ դուրալյումինի հետ համեմատած, Д6-ում շատ է պղնձի պարունակությունը, Д16-ում՝ մագնեզիումինը: Այդ տարրերի քանակի մեծացման հետևանքով Д6-ում ավելանում է θ (CuAl_2) ամրացնող ֆազի քանակը, իսկ Д16-ում՝ S (CuMgAl_2)-ինը: Այդ ամրացնող ֆազերի ավելացման շնորհիվ սուպերդուրալյումինների ամրությունը, նորմալ դուրալյումինների հետ համեմատած, ավելի բարձր է (տե՛ս աղ. 25):

Աղյուսակ 25

ԳՈՒՐԱԼՑՈՒՄԻՆՆԵՐԻ ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

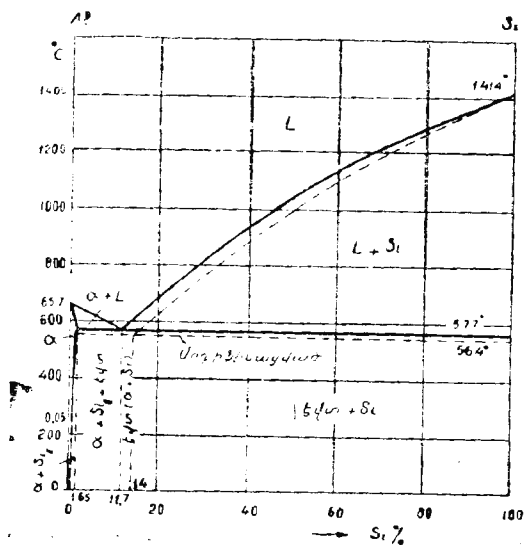
Դուրալյումինի տեսականիշը	Վիճակը	σ_b կգ/մմ ²	σ_s կգ/մմ ²	δ %	ψ %	HB
Д1	Թրծաթողված Միված և հնացված	21 42	11 24	18 15	58 35	45 ~100
Д6	Թրծաթողված Միված և հնացված	22 46	11 30	15 15	48 —	50 105
Д16	Թրծաթողված Միված և հնացված	22 47	11 32	18 17	55 30	50 105

Ինչպես երևում է աղ. 25-ում բերված տվյալներից, սուպերդուրալյումինների ամրությունն զգալիորեն բարձրանում է վերջնական ջերմամշակումից՝ միումից՝ (մոտ 500°C ջերմաստիճանից) և հետագա չորսօրյա բնական հնացումից հետո:

Եթե դետալը պատրաստվում է ալյումինալին միահալվածքից կաման կամ դրոշմման միջոցով, ապա նրանից բարձր պլաստիկություն է պահանջվում նաև բարձր ջերմաստիճանում: Նորմալ դուրալյումինը բավարարում է ալյու պահանջը և այն կառավարվում է միայն ալյու դեպքում նա նշվում է АК1 տեսականիշով՝ АЛЮМИНИЙ КОВЧНЫЙ: Գործնականում կիրառվում են մի շարք ալյուպիսի ալյու միանալին միահալվածքներ (АК1, АК6, АК8, АК5 և այլն): Դրանց քիմիական բաղադրությունը մոտ է նորմալ դուրալյումինի բաղադրությանը: Այդ միահալվածքները նույնպես ենթարկվում են ջերմամշակման՝ թրծաթողման (փափկացնելու նպատակով) և միմյան ու հնացման (ամրացնելու նպատակով): Ամեն մի տեսականիշի միահալվածքի ջերմամշակման ռեժիմն անհրաժեշտ է ընտրել տեղեկատու գրքերում բերվող տվյալներից:

AK2 և AK4 տեսակների միահալվածքները ճրամուր, դեֆորմացման համար կիրառվող ալյումինի հիմքով միահալվածքներն են, որոնց ամրությունը և կարծրությունը բարձր ջերմաստիճանում ($150 - 300^{\circ}\text{C}$) ավելի մեծ են, քան դուրալումիններինը: Այդ միահալվածքների հրամարումը մեծացումը բացատրվում է նիկելի և երկաթի առկայությամբ, որոնք ալյումինի և պղնձի հետ տալիս են եռակի միջմետաղական միացություն, AlCuNi և Al_3FeNi : Այդ միացությունները, լինելով կարծր, նշված ջերմաստիճաններում չեն քայքայվում, ալյումինի մեջ չեն լուծվում և արգելք են հանդիսանում վերաբյուրեղացման պրոցեսի զարգացմանը, որի պատճառով այդ միահալվածքների ամրությունը նշված ջերմաստիճաններում քիչ է նվազում:

B95 տեսակների միահալվածքը նոր, ալյումինային հիմքով բարձրամուր միահալվածք է, որի կարծրությունը և ամրությունը, համեմատած մյուս ալյումինային միահալվածքների հետ, ավելի բարձր են: Այդ միահալվածքը միումից ($460 - 480^{\circ}\text{C}$) և արհեստական հնացումից ($120 - 150^{\circ}$, 24—16 ժամ) հետո ունենում է հետևյալ մեխանի-



Նկ. 125. Al—Si միահալվածքների վիճակի գիծադրամ:

Չուլման համար կիրառվող ալյումինային միահալվածքները հիմնականում Al—Si սխառեմի միահալվածքներն են, որոնք կոչվում են սիլումիններ: Գործնականում կիրառվող սիլումիններում սիլիցիումի պարունակությունը հասնում է $8 - 14\%$ -ի: Այդ միահալվածքները, ինչպես արդեն երևում է Al—Si սխառեմի վիճակի գիծադրամից, էվտեկտիկա-

լին մոտիկ բաղադրվածքն ունեցող միահալվածքներ են, հետևապես նրանք ունեն լավ ձուլման հատկություններ՝ հեղուկահոս են, լավ և լցվում կադապարներում, ունեն ցածր ձուլվածքային կծկում:

Սակայն այդ միահալվածքները, մասնավորապես հետեկտիկականները, խոշոր, առաջնային (էվտեկտիկայի բաղադրվածքներից ավելացած սիլիցիումի մասնիկների առկայության հետևանքով, բեկուն են և դործ նականում չեն կիրառվում: Կիրառվում են նապրիումով ($0,01\%$) մոդիֆիկացված սիլումինները: Այդ սխառեմի մոդիֆիկացված միահալվածքների էվտեկտիկական բաղադրվածքն մեջ S_1 -ը հասնում է 14% Ուստի կիրառվող սիլումինները մինչէվտեկտիկական միահալվածքներ են, որոնց ստույգ բաղադրվածք է բարձր ճշգրտությամբ ունեցող պինդ լուծույթից և էվտեկտիկայից, արի նորը կառուցվածքի հետևանքով բեկունությունը վերանում է, դրանք ձևով են բերում բարձր մեխանիկական հատկություններ (տե՛ս աղ. 26):

Աղ. 26. ս. ա. կ. 26

ԱԼՅՈՒՄԻՆԻ ԶՈՒԼԱՅԻՆ ՄԻԱՀԱԼՎԱԾՔՆԵՐԻ ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Միահալվածքի տեսակա-նիշը	Չուլակա-դրարի նշանը	Ջերմային մշակման տեղադրում	Մեխանիկական հատկու-թյունները բնույթաբանական				Տեսակարար կշիռը՝ $q/\text{սմ}^3$
			σ_b կգ/սմ ²	σ_s կգ/սմ ²	δ %	HB	
A.72	Հող	—	18	7	6	50	—
"	Կոկիլ	—	22	9	5	55	2,66
A.74	Հող	—	18	10	3	60	—
"	Կոկիլ	—	22	12	2	65	2,65
A.79	Հող	Միում, հնացում	24	21	2	75	2,63
A.76	"	"	24	14	4	80	2,76
A.77	"	"	28	21	2	95	2,81
A.712	"	"	20	12	1	—	2,91
A.78	"	Միում	30	17	12	75	—
"	Կոկիլ	"	33	18	15	80	2,58

Ալ նիշը կարգացվում է алюминий литейный — ալյումին ձուլա-լին, իսկ թվերը ГОСТ-ի հերթական համարներն են:

ԱՂ2 տեսականիչի միահալվածքը նորմալ սիլումինն է, որը պարունակում է 10—13% Si: Այդ միահալվածքում խառնուրդների ընդհանուր առկայությունը 2,2—2,8 է, որոնց հիմնականը երկաթն է (0,8—1,5%):

ԱՂ4 և ԱՂ9 սիլումիններում սիլիցիումի քանակն ավելի քիչ է (6—10,5%), սակայն դրանց մեջ կան նաև քիչ քանակությամբ (0,2—0,4%) Mg և Mn, որոնց առկայության շնորհիվ մեծանում է այդ սիլումինների ամրությունը:

ԱՂ3, ԱՂ5 և ԱՂ6 տեսականիչի միահալվածքներում մտցված է նաև 1—3% Cu, որը բարձրացնում է նրանց կտրծությունը:

ԱՂ7 և ԱՂ12 միահալվածքները սիլումինի և պղնձի միահալվածքներ են: Դրանք սիլիցիում չեն պարունակում, սիլումինների չեն: ԱՂ7-ը պարունակում է 4—5% Cu և իր բաղադրությամբ մոտ է դարձվում սիլումիններին: Այդ միահալվածքի ամրությունը մեծ է, իսկ ձուլային հատկությունները՝ ցածր: ԱՂ12 միահալվածքը պարունակում է 9—11% Cu, ավելի մոտ է այդ սիստեմի էվտեկտիկական միահալվածքի բաղադրությանը, ուստի նրա ձուլային հատկությունները լավ են, սակայն մեխանիկական (պլաստիկության) հատկությունները՝ ցածր:

Վերջապես, ԱՂ8-ը այդ շարքում Al—Mg միահալվածքների ներկայացուցիչն է և կոչվում է մագնիսի: Այն պարունակում է 9,5—11,5% Mg և քիչ քանակությամբ (1,1%) խառնուրդներ: Մագնիսին (այդ լուծման միահալվածքներում) ունի ամրության և պլաստիկության ամենամեծ ցուցանիշներ, ցածր ածխալարար կշիռ, մեծ կոռոզիոն դիմադրություն, բայց ավելի վատ ձուլային հատկություններ, քան սիլումինները:

Ձուլված և 430°-ից ջրում միմյան մագնիսը ստրուկտուրան բաղկացած է 2 պինդ լուծույթից (մագնեզիումի պինդ լուծույթն ալյումինի մեջ): Այդ վիճակում մագնիսին ունենում է հետևյալ մեխանիկական հատկությունները՝ $\sigma_b \geq 27 \text{ կգ/մմ}^2$, $\delta \geq 9\%$, HB ≥ 60 միավոր:

Այսպիսի տարբեր բաղադրություն ու հատկություն ունեցող միահալվածքների շարքի առկայությունը հնարավորություն է տալիս ընտրություն կատարելու ամեն մի սահմանի դեպքի համար և տվյալ պայմաններում աշխատող դետալի համար ընտրելու օպտիմալ միահալվածք, հաշվի առնելով ոչ միայն նրա մեխանիկական, այլև տեխնոլոգիական, շահագործման հատկանիշները՝ այնպես, որ ստացվել չափով բավարարի թվարկված բոլոր պահանջներին՝ ունենա բարձր մեխանիկական, տեխնոլոգիական և շահագործման հատկություններ, լինի էժան և ալյուն:

2. ՊՂԻՆՁԸ ԵՎ ՆՐԱ ՄԻԱՀԱԼՎԱԾՔՆԵՐԸ

Մաքուր պղնձի արժեքավոր հատկություններն են՝ բարձր պլաստիկությունը, բարձր էլեկտրահաղորդականությունը և ջերմահաղորդականությունը, բավարար կոռոզիոն դիմադրությունը մթնոլորտային պայմաններում, գույնը և ալյուն: Այդ պատճառով նա լայնորեն կիրառվում է տեխնիկայում, մանավանդ էլեկտրատեխնիկայում հոսանքատար լարերի, էլեկտրամեքենաների խարիսխների որոշ մասերի, անթափանցելիություն ստեղծող միջուկի օդակների և ալյունպատկերի համար: Բացի դրանցից, պղինձը կաղմում է տեխնիկայում տարածված միահալվածքների՝ բրոնզների և արույրների հիմքը:

99,999% մաքրությամբ պղինձ կարելի է ստանալ էլեկտրոլիզի միջոցով, սակայն տեխնիկական պղինձներում խառնուրդների պարունակությունը հասնում է 0,1—0,5%-ի: Պղնձի ամենավառագավոր խառնուրդները բիսմութն է և կապարը: Bi-ի հազարերորդական և Pb-ի հարյուրերորդական տոկոսը պղինձը դարձնում է շիկաբեկուն: Շիկաբեկունությունը բացատրվում է այդ խառնուրդների և պղնձի էվտեկտիկական միահալվածքների ցածր հալման ջերմաստիճաններով (համապատասխանաբար՝ 270 և 326°C), որոնք զգալիորեն ցածր են պղնձի՝ տաք վիճակում ճնշումով մշակման ջերմաստիճանից:

Պղնձի մեջ ծծմբի և թթվածնի առկայությունը նրան դարձնում է սառնաբեկուն, որովհետև այդ տարրերի և պղնձի էվտեկտիկան, որը բյուրեղացման ընթացքում կոտակվում է պղնձի թերաբյուրեղների սահմաններում, բեկուն է:

Բոլոր խառնուրդները նվազեցնում են պղնձի էլեկտրահաղորդականությունը:

Աղյուսակ 27-ում բերված են տարբեր տեսականիչի պղինձներում խառնուրդների թույլատրելի սահմանները:

Աղյուսակ 27

ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՊՂԻՆՁՆԵՐԻ ԲԱԼԱՌԻՈՒԹՅՈՒՆԸ %-ՈՎ

Պղնձի տեսականիշը	Cu	Խառնուրդներ (ոչ ավելի)		
		Bi	Pb	Ընդհանուր գումարը
M1	99,9	0,002	0,005	0,1
M2	99,7	0,002	0,01	0,3
M3	99,5	0,003	0,05	0,5

Պղնձի հատկությունները փոփոխվում են ոչ միայն խառնուրդների առկայությամբ, այլև նրա վիճակի փոփոխման հետևանքով: Աղյուսակ

28-ում բերված տվյալներից երևում է, թե որքան լայն սահմաններում են փոխվում պղնձի մեխանիկական հատկությունները՝ կախված նրա վիճակից:

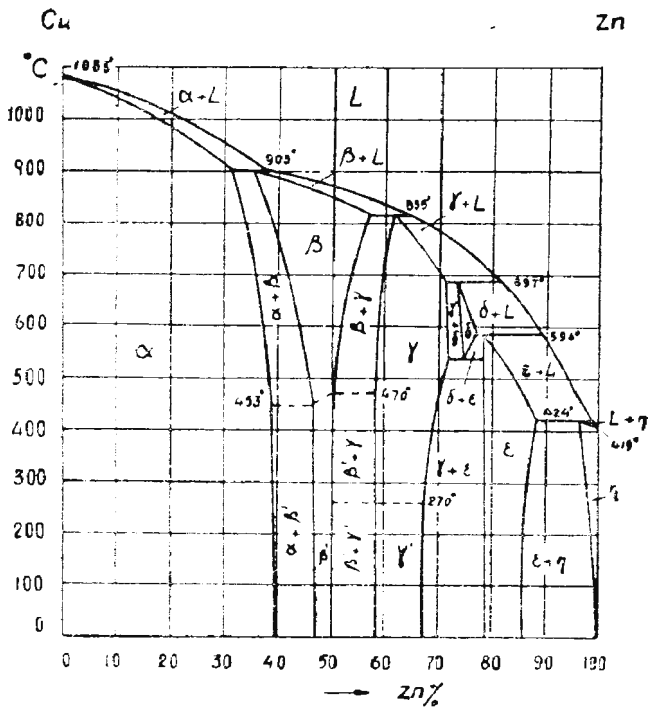
Աղ. 10. Լ. Ե. Կ. 28

ՏԱՆԻՄԵՐ ՎԻՃԱԿԻ ՄԵԼՔՈՒՐ ՊՂՆՁԻ ՄԵՆԱՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Պղնձի վիճակը	Անըսված սահմանը՝ σ_b կգ/սմ ²	Հարակերպիման երկա- րացումը՝ δ^0_0
Չ ալված	15—20	15—25
Գլանված և թրծաթողված	25—27	40—50
Կտրված	Մինչև 40—43	1—2

Տեխնիկայում կիրառվում են պղնձի բազմազան միահալվածքներ, որոնցից հիմնականները արտադրվում են և բրոնզները:

Արտադրվող պղնձի և ցինկի միահալվածքներ են: Դրանց սարակ-տորալին բաղադրությունը ցույց է տրված նկ. 122-ում բերված Cu—Zn վիճակի գիտագրամում: Այդ գիտագրամն առաջին հայացքից շատ բարդ է թվում: Սակայն այն կարելի է պատկերացնել որպես հինգ պիրիտեկտիկ



Նկ. 126. Cu—Zn միահալվածքների վիճակի գիտագրամ:

և մեկ էվտեկտիկ փոխարկումներ տեսնող պարզ վիճակի գիտագրամներ, որոնցում ջերմաստիճանների փոփոխմանը դադարեցված փոփոխվում է նաև պինդ լուծույթների բաղադրությունը:

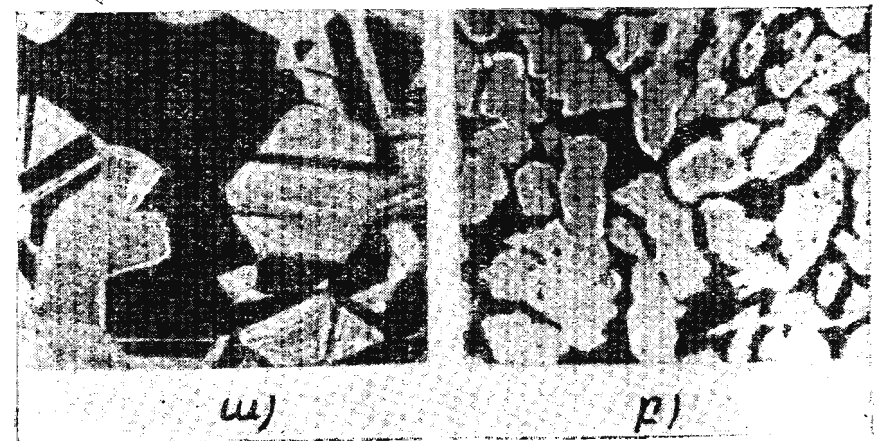
Պղնձի և ցինկի միահալվածքները՝ պինդ վիճակում իրենց բաղա-դրությունը փոփոխելու հետևանքով, ունենում են վեց ֆազային բաղա-դրիչներ՝ α , β , γ , δ , ϵ , և η :

α ֆազը ցինկի տեղակալման պինդ լուծույթն է պղնձի նիստա-կենտրոնացված վանդակում, որը 0°-ում իր մեջ լուծում է մինչև 39% Zn: Ցինկի պարունակության հետագա աճմանը դադարեցված սի-տեմում գոյանում են մի քանի էլեկտրոնային տիպի կապ տեսնող քիմիական միացություններ, այսպես կոչվող Յոմ-Ռոզերի ֆազեր: Դրանք են՝ β ֆազը, որը CuZn-ի հիմքով պինդ լուծույթ է, γ ֆազը՝ Cu₅Zn₈-ի և ϵ ֆազը՝ CuZn₃-ի հիմքով: δ ֆազի հիմքի բնույթն առայժմ պարզված չէ: η ֆազը պղնձի տեղակալման պինդ լուծույթն է ցինկի վեցանկյուն վանդակում:

β ֆազի (CuZn-ի) տարածական վանդակը պարզ ծավալակենտրո-նացված խորանարդ է, որտեղ ատոմների կանոնավոր դասավորությու-նը պահպանվում է մինչև 453—470°C (β' ֆազը): Ավելի բարձր ջեր-մաստիճաններում պղնձի և ցինկի ատոմները ծավալակենտրոնացված խորանարդալին վանդակում դասավորվում են վիճակադրականորեն անորոշ (β ֆազը):

γ ֆազի տարածական վանդակը խիտ դասավորված վեցանկյուն դադանաանիստ է, որտեղ պղնձի և ցինկի ատոմների կանոնավոր դասավորությունը պահպանվում է մինչև 270°C:

ϵ ֆազը (CuZn₃-ի հիմքով) նույնպես ունի խիտ դասավորված վեցանկյուն դադանաանիստ տիպի բյուրեղային վանդակ:



Նկ. 127. Արտադրված միկրոսարուկառույթներ. ա) α արտադր (100 $\times$), բ) $\alpha + \beta'$ արտադր (135 $\times$, սպիտակ մասը α պինդ լուծույթն է, սևերը՝ β'):

Գործնականի համար պիտանի հատկություններ ունեցող միահալվածքները α և մասամբ $\alpha + \beta'$ արույրներն են: Այդ արույրների միկրոկառուցվածքի պատկերները բերված են նկ. 127-ում:

Հաճախ $\text{Cu}-\text{Zn}$ միահալվածքներին, նրանց այս կամ այն հատկությունը փոփոխելու նպատակով, խառնում են որոշ քանակությամբ այլ տարրեր: Այդպիսի արույրները կոչվում են հատուկ արույրներ:

Արույրները, ըստ ГОСТ-ի, տեսական շեղում համար օդատեղործվում են Պ տառը, թվեր և այլ տառեր: Պ տառից հետո նշված թվեր ցույց է տալիս արույրում պղնձի պարունակության միջին տոկոսը:

Հատուկ արույրները, ինչպես նաև բրոնզների լեգիրող տարրերը նշելու համար օգտագործվում են հետևյալ տառերը՝ $\text{A}-\text{Al}$, $\text{O}-\text{Sn}$, $\text{C}-\text{Pb}$, $\text{H}-\text{Ni}$, $\text{Ж}-\text{Fe}$, $\text{Mn}-\text{Mn}$, $\text{K}-\text{Si}$, $\text{Ц}-\text{Zn}$, $\text{Ф}-\text{P}$, $\text{Б}-\text{Be}$ և այլն:

Հատուկ արույրների տեսական շեղում Պ տառից հետո նշված տառերը ցույց են տալիս համապատասխան լեգիրող տարրի առկայությունը միահալվածքում, իսկ հերթական նշված թվերը՝ նախ պղնձի, ապա լեգիրող տարրերի միջին պարունակությունը: Բացի այդ, որոշակի բաղադրություն ունեցող արույրներն ունեն իրենց տնտեսները, օրինակ՝ Պ90 տեսական շեղում արույրը կոչվում է սոմպուկ, Պ70-ը՝ փամփուշտային արույր, ՊС59-1-ը՝ տվումատույին արույր (կապարը բարձրացնում է արույրի մշակելիությունը կարող գործիքով): Անագի առկայությունն արույրում բարձրացնում է նրա կոռոզիայի դիմացունակությունը ծովի ջրում: Այդպիսի արույրը կոչվում է ծովային արույր և այլն:

Աղյուսակ 29-ում բերված են մի քանի արույրների տեսական

Աղյուսակ 29

ՄԻ ՓԱՆԻ ԱՐՈՒՅՐՆԵՐԻ ՏԵՍԱԿԱՆ ՇԵՂՈՒՄԸ, ԲԱՂԱՂՈՒԹՅՈՒՆԸ
ՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՆ ԵՎ ՄԵԿԱՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Արույրի տեսականի:	Բաղադրությունը, 0/100				Մոտրակայուն զանգվածային	Մեխանիկական հատկությունները		
	Cu	Լեգիրող տարրերը	Zn	խառնուրդների գումարը		σ_b կգ/մմ ²	σ_s կգ/մմ ²	δ 0/10
Պ 90	88—91	—	—	0,2	α	26	12	45
Պ 80	79—81	—	—	0,3	α	32	12	52
Պ 70	69—72	—	—	0,2	α	32	9,1	55
Պ 62	60,5—63,5	—	—	0,5	α	33	11	49
ՊС63—3	62—65	2,4—3,0Pb	—	0,25	$\alpha + \beta$	35	12	55
ՊО70—1	69—71	1,0—1,5Sn	—	0,3	α	35	10	60
ПАН59—3—2	57—60	2,5—3,5Al 2,0—3,0Ni	—	0,9	$\alpha + \beta$	38	30	50
Л2КМn59—1—1	57—65	0,6—1,2Fe 0,5—0,8Mn 0,1—0,2Al 0,3—0,7Sn	—	0,25	$\alpha + \beta$	45	17	50

շերտ, բաղադրությունը, ստրուկտուրան և մեխանիկական հատկությունները բնութագրող ցուցանիշների մեծությունները:

Ինչպես երևում է աղյուսակում բերված տվյալներից, արույրների մեջ ցինկի պարունակության աճմանը զուգընթաց աճում է նրանց ամրությունը: Նրանց ամրության մեծացման վրա զգալիորեն ազդում են՝ Al-ը, Ni-ը, Fe-ը, Mn-ը և այլ լեգիրող տարրեր: Նշանակալին այն է, որ արույրների ամրության աճին զուգընթաց նրանց պլաստիկությունը ոչ թե նվազում, այլ, ընդհակառակը, նույնպես աճում է:

Բարձր պլաստիկության շնորհիվ արույրները լաճորեն կիրառվում են ճնշմանով մշակող, մանավանդ խորը կռածգմամբ, դետալներ պատրաստելիս, օրինակ՝ փամփուշտներ և սոհաստարակ խորը բաժակաձև գետաշներ, բարակապատ խողովակներ՝ տուրբեր արմատարոտներ պատրաստելու համար և այլն:

Մասը վիճակում ճնշմամբ մշակելիս արույրների, ինչպես և ընդհանրապես բոլոր մետաղների ամրությունը մեծանում է, իսկ պլաստիկությունը՝ նվազում: Դրանք կոչվում են, որը կարելի է վերադարձնել վերականգնողական թրծածողման միջոցով:

Ըստ ГОСТ 1019—47-ի, կոն և ծուլալին արույրներ, օրինակ՝ ЛК80-3Л տեսական շեղում արույրը:

Բրոնզները պղնձի երկրամպոնենտ կամ բաղադրամպոնենտ միահալվածքներ են՝ անագի, ալյումինի, կապարի, բիրիլիումի, սիլիցիումի, կադմիումի և այլ տարրերի հետ:

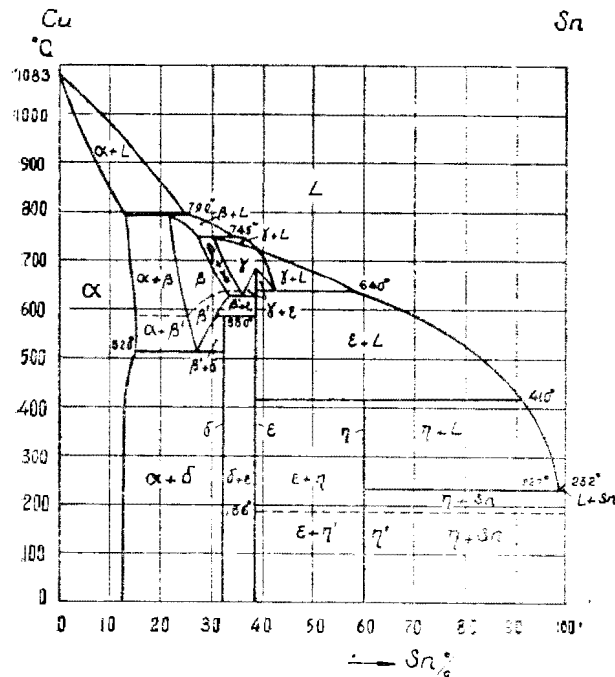
Հին մամանականից հայտնի և մեքենաշինության մեջ ամենատարածված բրոնզները անագային բրոնզներն են՝ պղնձի և անագի միահալվածքները: Անագի թանկարժեքության պատճառով ստեղծվել են մի շարք տնտեսագային (ոչ անագային) բրոնզներ, որոնք համարվում են անագայինների փոխարինիչներ, սակայն դրանք հաճախ օժտված են ավելի լավ կոմպլեքս հատկություններով, քան անագայինները:

Բրոնզների տոտմնասիրման համար նախ դիմում են $\text{Cu}-\text{Sn}$ սիստեմի միահալվածքների վիճակի գիտադրամին, որի միջոցով ծանոթանում են այդ միահալվածքների ստրուկտուրային ու ֆազային բաղադրիչների բնույթին և այն բոլոր փոխարկումներին, որոնք տեղի են ունենում նրանց մեջ՝ նրանց բաղադրության և ջերմաստիճանի փոփոխման ընթացքում:

Այդ գիտադրամին իր բարդության հետևանքով դեռ վերջնականորեն և ճշգրտորեն կառուցված չէ, թեև շատ գիտնականներ են զբաղվել այդ սիստեմի միահալվածքների ուսումնասիրությամբ: Բարդությունն այն է, որ այդ միահալվածքները, նախ, բաղադրաբար են և ապա նրանց լիովնացիան խիստ դարգացած է: Անագի ու պղնձի փոխադարձ դիֆուզիան փոխարկումների ընթացքում կատարվում է շատ դանդաղ: Ձուլ-

վածքի ստրուկտուրան հեղուկ վիճակից բյուրեղացին՝ վիճակի անցնելու քննարկում, համեմատաբար արագ սառնեցման հետևանքով, չի հասնում «սարսղում» դիֆուզիայի շնորհիվ լիկվացիան չի վերանում: Դենդրիտների առաջնային առանցքային ավելի հարուստ են դժվարահալ պղնձով, իսկ նրա (դենդրիտի) արտաքին շերտը՝ անուպով: Այսպիսով, պինդ լուծույթի հատիկի հասվածքը բաղադրությունը ստորբերություն հետևանքով հատիկն ունենում է տարբեր ֆազային բաղադրիչներ: Հատիկի բաղադրությունը համասարեցնելու համար պահանջվում է երկար ժամանակամիջոց (շատ դանդաղ սառնում): Առանց այս միահալվածքների կրիտիկական կետերի դիրքը դժվար է լինում որոշել, և այդ պատճառով տարբեր հեղինակների կողմից բերված դիագրամների համասարակշռությունը գծերը հաճախ չեն համապատասխանում միմյանց:

Նկ. 128-ում բերված է Cu—Sn սիստեմի վիճակի դիագրամը: Սալային հալանի է, որ եթե դիագրամի կոուցման համար կատարվի միա-



Նկ. 128. Cu—Sn միահալվածքների վիճակի դիագրամը

հալվածքների հատակ՝ տեսնան դիֆուզիոն թրծաթուղում (ներանց համասարակշռությունը մոտիկ վիճակի հասցնելու նպատակով), ուստի պղնձի մեջ անագի լուծելիությունը սահմանը դժվար չափով կնվազի և անհա-

մեմատ ավելի քիչ կլինի, քան այն քանակը, որը նշված է այս դիագրամում:

Այդ սիստեմի միահալվածքները պինդ վիճակում, համաձայն այս դիագրամի կարող են ունենալ հետևյալ ֆազային բաղադրիչները.

ա, որն անագի տեղակալման պինդ լուծույթ է պղնձի մեջ.

բ, որը $\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$ էլեկտրոնային միացություն հիմքով պինդ լուծույթ է: Կետագծերը դիագրամում ցույց են տալիս այդ պինդ լուծույթի կանոնավորումը՝ $\beta \rightarrow \beta'$ փոխարկման ջերմաստիճանը:

գ, որը $\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$ էլեկտրոնային միացություն հիմքով պինդ լուծույթ է,

ծ, որը $\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$ էլեկտրոնային սիպի քիմիական միացություն է,

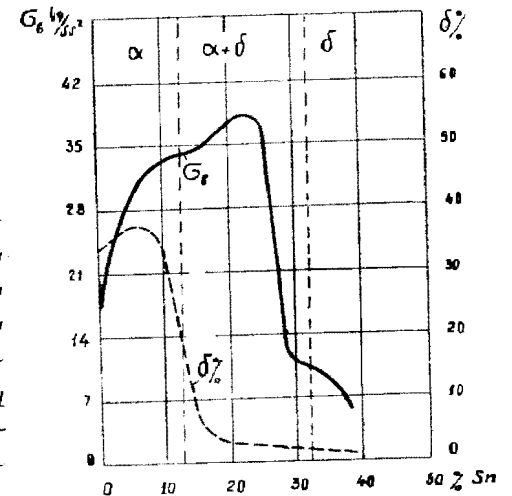
ե, որը Cu_3Sn_8 էլեկտրոնային միացություն է,

զ, CuSn քիմիական միացություն:

Այդ սիստեմի բավարար բարձր մեխանիկական հատկություններ ունեցող միահալվածքները մինչև 14% Sn պարունակողներն են, որոնց սարսկաբան ա պինդ լուծույթն է: Նշված տոկոսից ավելի Sn պարունակողների պատրաստումը, նրանց մեջ $\alpha + \delta$ բեկուն էվտեկտիդի ավելանալու հետևանքով, զգալի չափով նվազում է, իսկ ամրությունը շարունակում է մեծանալ մինչև անագի $\sim 25\%$ -ի պարունակությունը, որը, հետագայ անագի տոկոսի բարձրացմանը դուրսից, նույնպես ինտենսիվորեն նվազում է (Նկ. 129):

Հատկությունների այդպիսի փոփոխման հետևանքով ավելի շատ Sn պարունակող միահալվածքները գործնականում չեն կիրառվում: Կոմպոզիտ պատրաստվող դեռալների համար կիրառվում են մինչև $5-6\%$ Sn պարունակող միահալվածքներ, իսկ դրանից ավելի պարունակողները կիրառվում են միայն ձուլված վիճակում:

Բրոնզների ձուլային հատկություններն առանձնապես բարձր են: Նրանք ունեն շատ ցածր ձուլային կծկում՝ 1% (արույրների և չուգունների կծկումը 1.5% է, պողպատինը՝ 2%), հալման ջերմաստիճանը համեմատաբար ցածր է, սակայն դրանց հեղուկահոսունակությունն այնքան



Նկ. 129. Cu—Sn միահալվածքների մեխանիկական հատկությունների փոփոխության կորերը՝ հոյած անագի բաղադրությանը (կետագծերով նշված են բրոնզների համապատասխան ֆազային բաղադրիչների սահմանները):

բարձր չէ (լիկվիդատի ու սոլիդատի ջերմաստիճանների խնտերվալը մեծ է)։

Բրոնզները լայնորեն կիրառվում են ձուլածու պետակներ, մասնափայտեր, առանցքավալային ներդրակներ պատրաստելու համար։ Իրենց ստրուկտուրայում ու կարծր ֆազային բաղադրիչի տակալով շնորհիվ բրոնզները լավ են դիմադրում մաշվածքին։

Ջրում, խոնավություն և գոլուշտ միջնուլարտում բրոնզներն ընդհանուր քիմիական կայունությունը և լավ ձուլալին հատկությունները թույլ են տալիս դրանք կիրառել սարքեր պատրաստելու և ալլ ընդ ձև տնկող մաշվածքներ պատրաստելու համար։



Նկ. 130. 60% Sn պարունակող բրոնզի միկրոստրուկտուրան (120 X)։
ա) ձուլումից նետու, բ) կռումից և բռնաբարձումից նետու։

Համաձայն Cu—Sn սխեմայի վիճակի դիագրամի, մինչև 14% Sn պարունակող միտնալվածքների ստրուկտուրան բաղկացած պետք է լինի միայն 2 պինդ լուծույթից։ Սակայն, ինչպես այդ նշվել է, գենդրիտային լիկվացիայի հետևանքով նույնիսկ 60% Sn պարունակող միտնալվածքի ստրուկտուրան տնհամասեռ է (նկ. 130, ա)։ Միայն երկարատև թրմոթոդումից հետո այդ միտնալվածքի ստրուկտուրան դառնում է համասեռ 2 պինդ լուծույթ (նկ. 130, բ)։ Եթե միտնալվածքի թրմումը տեղի է ունենում 130-140°C-ում, ապա ձուլումից հետո այդ միտնալվածքի ստրուկտուրան դառնում է համասեռ 2 պինդ լուծույթ (նկ. 130, բ)։ Եթե միտնալվածքի թրմումը տեղի է ունենում 130-140°C-ում, ապա ձուլումից հետո այդ միտնալվածքի ստրուկտուրան դառնում է համասեռ 2 պինդ լուծույթ (նկ. 130, բ)։

Անալոգիկ բրոնզները հաճախ լեգիրում են՝ նրանց այս կամ այն հատկությունը փոփոխելու նպատակով։ Օրինակ՝ 3—5% Pb-ի ավելացումը բրոնզներին հաճախում է նրանց մշակելիությունը կարգադրել։ Ֆոսֆորը ծառայում է որպես ապաօքսիդիչ՝ բրոնզը մաքրում է SnO օքսիդից։

5—10% Zn-ը բրոնզներում լուծվում է պղնձի մեջ, միկրոկառուցվածքը և հատկությունները համարյա չեն փոփոխվում, սակայն զգալիորեն իջնում է անագային բրոնզների արժեքը, և այլն։

Գործնականում կիրառվում են նաև ալյումինային, սիլիկային, բերիլիումային և այլ բրոնզներ։ Դրանց ստրուկտուրայի ուսումնասիրման համար անհրաժեշտ է դիմել այդ տարրերի և պղնձի վիճակի դիագրամներին։ Ամեն մի բաղադրություն ունեցող բրոնզ ունի իր լուրահատուկ հատկությունները։ Ամենից ավելի փոքր է անագային բրոնզների ձուլալին կծկումը, առավել բարձր է ալյումինայինների և սիլիկայինների ամրությունը, ալյումինայինների քիմիական կայունությունը, սիլիկայինների հեղուկահոսունությունը, բերիլիումային բրոնզների կարծրությունն ու առաձգականությունը և այլն։ Ամեն մի առանձին դեպքի համար անհրաժեշտ է հաշվի առնել դետալին ներկայացվող հիմնական տեխնիկական պահանջները և նկատի ունենալ այդ միահալվածքների լուրահատկությունները, ընտրել դրանցից օպտիմալը։

Ըստ ГОСТ-ի, բրոնզների տեսականիչի առջև դրվում են Бр տառերը (որոնց պետք է կարգալ բրոնզ), ապա ալլ տառեր և թվեր։ Այդ տառերը, այնպես ինչպես արուլըներում, ցույց են տալիս համապատասխան տարրի անկալությունը բրոնզում, իսկ թվերը՝ հերթականորեն այդ տարրերի քանակը 0-100%, մնացած տոկոսը՝ պղնձի պարունակությունն է։

Այդ. 30-ում բերված են մի քանի բրոնզների բաղադրությունը և մեխանիկական հատկությունները բնութագրող ցուցանիշների մեծությունները։

Ինչպես պարզ, այնպես էլ բարդ ալյումինային բրոնզները, բացի բարձր մեխանիկական հատկություններից, ունեն նաև լավ հեղուկահոսունություն և տալիս են կենտրոնացված կծկումային փչուկ, այսինքն՝ անագայինների հետ համեմատած ունեն ավելի բարձր մեխանիկական և տեխնոլոգիական հատկություններ։

Սիլիկային բրոնզները (օրինակ՝ Бр КЦ4—4), անագայինների համեմատությամբ, ունեն ավելի մեծ կոռոզիոն կայունություն և ավելի բարձր մեխանիկական հատկություններ։

Կապարային բրոնզները (օրինակ՝ БрС30) բարձրորակ հալաֆրիկցիոն միահալվածքներ են, որոնք լայնորեն կիրառվում են մեքենաշինության մեջ։ Մեծ քանակությամբ կապար պարունակելու շնորհիվ նրանք լավ են ենթարկվում կարումով մշակման, լավ են դիմադրում մաշվածքին և անհամեմատ ավելի էժան են։

Հիանալի հատկություններ ունի բերիլիումային բրոնզը։ Պղնձի մեջ բերիլիումի սահմանափակ լուծելիության շնորհիվ, որը փոփոխվում է ջերմաստիճանի անկմանը զուգընթաց, այդ բրոնզը կարելի է ենթարկել

ՈՐՈՇ ԲՈՐՆԵՐԻ ԲԱՂԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՄԵՈՒՆԻԱԿԱԿԱՆ ՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Բյուրի տեսակաճիշտ	Բաղադրությունը %-ով					Մեխանիկական հատկությունները		Հիմնական գործադրությունները
	Sn	P	Zn	ալլ բառնուրդներ (ոչ ազելի)	σ _b կգ/սմ²	ծ ⁰ /օ		
ԲրՕ 10 ԲրՕՓ 10—1 ԲրՕԼ 10—2 ԲրՕԼՇ 5—5—5	9—11	—	—	1,0	—	—	Բարդ ձևավոր ձուլվածքներ Առանցքակալային ներդրակներ Ձրի և գրլորշու արևատուրա	
	9—11	0,9—1,2	—	0,75	20—30	3		
	9—11	—	2,4	1,0	25—35	20—10		
	4—5	—	4—6	4—6ՓԵ և 1,3	15—20	15—10		
Առանազալին բրոնզների օբյեկտներ								
ԲրA7	Al	Fe	Ni	Be	դիմակը	60	10	Զողեր, շերտակներ, մաղապլաններ Բարձր ջերմամոխհանություն աշխատող գեոտալներ
	6—8	—	—	—	65	5		
	9,5—11	3,5—5,5	—	—	50	30		
ԲրԵ2	—	—	—	2—2,3	Միջված Հնացված	130—150	2—1,5	Զուգահեռակներ, թարձր ամբույթ լույս սահանջող գեոտալներ

Անհանգստիկ բրոնզների օրինակներ

Մասնաթուղթ և ն. Աղյուսակում բերված բրոնզների մեխանիկական հատկությունները որոշված են ձուլվածքներից (հողում) պատրաստված նմուշներում:

դեպերսիոն կարծրացման (հնացման): ԲրԵ2-ը տաքացնում են մինչև 800°C, միում ջրում և ենթարկում արհեստական հնացման 300—350°C-ում: Միումը սեեռում է պինդ լուծույթի վիճակը (ստացվում է գերհագեցված պինդ լուծույթ): Եվ քանի որ սենյակային ջերմաստիճանում պղինձն ի վիճակի է իր մեջ լուծել միայն 0,2%₀Be, հնացման ընթացքում գերհագեցված պինդ լուծույթից անջատվում են երկրորդային արտադատվածքներ (CuBe), որոնք, լինելով կարծր և դիսպերս, մեծ չափով բարձրացնում են ալդ միահալվածքի կարծրությունը՝ հասցնում մինչև HB 350—400 միավորի, մինչդեռ հավասարակշռված վիճակում նրա կարծրությունը 100 միավորի չի հասնում:

Բերիլիումային բրոնզից, նրա մեծ ամրություն և առանձգականություն, ինչպես նաև բարձր քիմիական կայունություն և եռակցման ունակություն շնորհիվ, պատրաստում են պատասխանատու զսպանակներ, մեմբրաններ, զսպանակավոր կոնտակտներ, գերբարձր ճնշման պայմաններում նյութերի մագնիսական հատկությունների հետազոտման համար կիրառվող կալանքների հիմնական դետալներ և այլն:

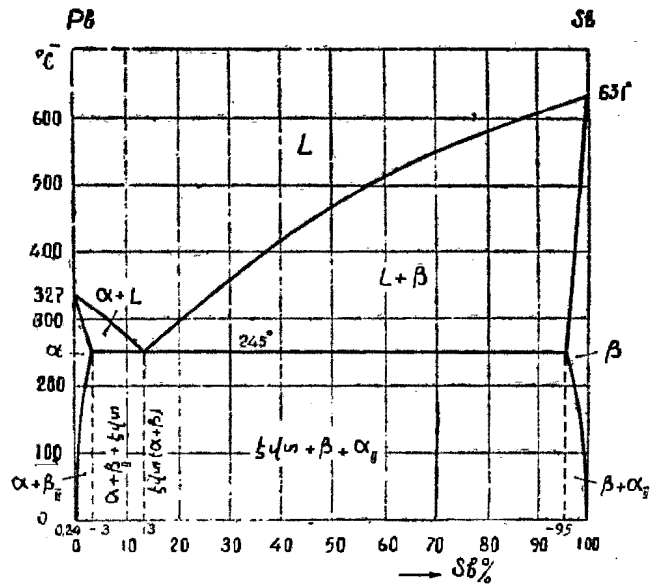
3. ԱՌԱՆՑՔԱԿԱԼԱՑԻՆ ՄԻԱՀԱԼՎԱԾՔՆԵՐ

Տեխնիկայում լայնորեն կիրառում են ոչ միայն գլորման՝ գնդիկավոր և հղովակավոր, այլև սահքի առանցքակալներ: Սահքի առանցքակալների ներդրակների նյութից պահանջվում է հիմնականում շփման փոքր գործակից (պողպատե լիսեռի հետ աշխատելիս) և մեծ դիմադրություն մաշվածքին՝ ինտենսիվ տեսակարար ճնշումների պայմաններում: Ալդ պահանջներին բավարարում են այն միահալվածքները, որոնց ստրուկտուրան բաղկացած է կարծր մասնիկներից և համեմատաբար փափուկ մետաղական հիմքից: Զույգի աշխատանքի սկզբում փափուկ հիմքն արագորեն մաշվում է, ներդրակի ու լիսեռի հպման գոտում ստեղծվում են միկրոդատարկություններ (նկ. 133), որտեղ տեղավորվում է չուղային քսուքը. լիսեռի շարժման ընթացքում տեղի է ունենում ոչ չոր, այլ հեղուկային շփում: Այսպիսով, լիսեռի հենարանը կարծր մասնիկներն են, որոնց առանձնահատկության մոդուլը, փափուկ հիմքի մոդուլի հետ համեմատած, ավելի մեծ է: Ալդ պատճառով բեռնըվածքը նրանց միջոցով հաղորդվում է ներդրակի նյութի խորքում գտնվող կարծր մասնիկներին, հետևապես, նրա հենման մակերեսը մեծ չափով մեծանում է, տեսակարար ճնշումը՝ փոքրանում: Ուստի ալդպիսի նյութը մեծ դիմադրություն է ցույց տալիս ինտենսիվ տեսակարար ճնշումներին:

Նման ստրուկտուրա ունեցող և առանցքակալների ներդրակների

համար օգտագործվող հիմնական միահալվածքներ են բաբիտները, բրոնզները, գորշ չուգունը և այլ նյութեր:

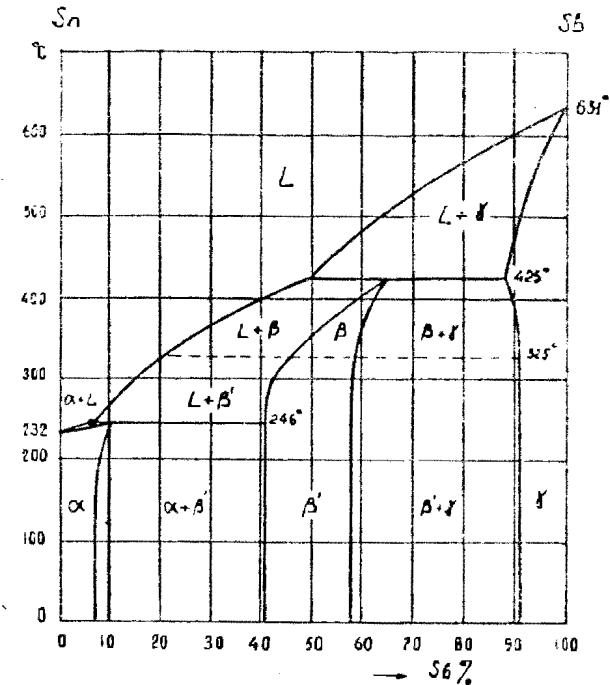
Բաբիտները Pb—Sb, Sn—Sb, Pb—Sn—Sb սխտեմների միահալվածքներ են: Կան բաբիտներ նաև ցինկի, ինչպես նաև ալյումինի հիմքով: Առավել տարածվածները կապարի և անագի հիմքով բաբիտներն են: Այդ բաբիտների ստրուկտուրայի հետ ծանոթանալու նպատակով նկ. 131 և 132-ում բերված են Pb—Sb և Sn—Sb միահալվածքների վիճակի դիագրամները:



Նկ. 131. Pb—Sb միահալվածքների վիճակի դիագրամ:

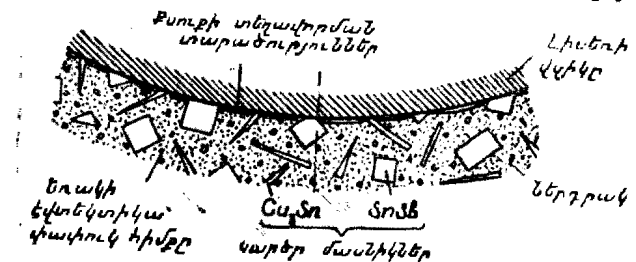
Pb—Sb սխտեմի միահալվածքների վիճակի դիագրամն իրականում ունի նկ. 131-ում բերված տեսքը, որտեղ հաշվի է առնված կոմպոնենտների փոխադարձ լուծելիությունը (α -ն անտիմոնի պինդ լուծույթն է կապարում, β -ն՝ կապարի պինդ լուծույթը անտիմոնում): Սակայն դրանց լուծելիության սահմանները համեմատաբար փոքր են, կարևորն այն է, որ լուծվողը քիչ չափով է փոփոխում հիմնայինի հատկությունները, որի պատճառով նրանց փոխադարձ լուծելիությունն անտեսվում է: Կապարի կարծրությունը HB3 միավոր է, անտիմոնինը՝ HB30: Այդ սխտեմի էվտեկտիկայի կարծրությունը HB7—8 միավոր է: Հետևապես, մինչէվտեկտիկական միահալվածքների կարծրությունը շատ փոքր է և նրանք չեն կարող լավ հակաֆրիկցիոն նյութեր լինել: Առանցքակալների ներդրակների համար կիրառվում են հետէվտեկտիկական միահալվածքները՝ 15—18% Sb պարունակողները (նկ. 23), որոնցում էվ-

տեկտիկայից ավելացած ֆազը՝ սպիտակ մասը, անտիմոնի թերաբլուրեղներն են (իրականում կապարի պինդ լուծույթն անտիմոնում): Այդ թերաբլուրեղները կազմում են միահալվածքի ծավալի մոտ 50%-ը: Սև մասը (հիմքը) փափուկ էվտեկտիկան է:



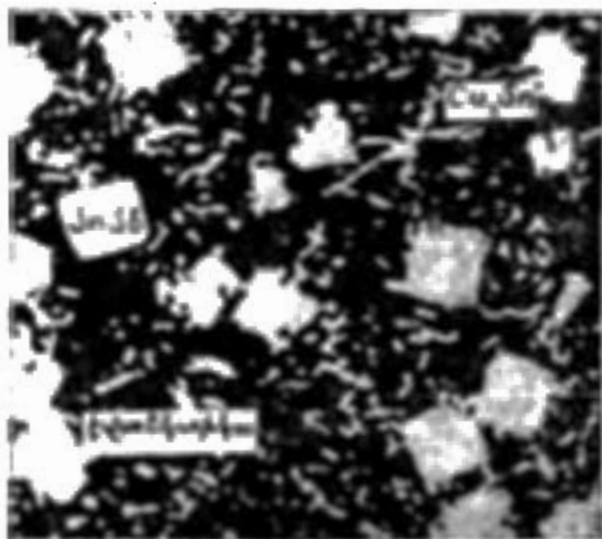
Նկ. 132. Sn—Sb միահալվածքների վիճակի դիագրամ:

իրականում ինչպես անագային, այնպես էլ կապարային բաբիտների քիմիական բաղադրությունն ավելի բարդ է: Այդ բաբիտներում կան նաև այլ խառնուրդներ՝ 1—6% Cu, որոշ քանակությամբ Cd, As



Նկ. 133. Հիմնի վրա ու ներդրակի համար մակերևույթի հատվածի և անագաանտիմոնային բաբիտի միկրոստրուկտուրայի սխեմա:

և ալլ տարրեր (աղ. 31): Հեռեւորագիտության պարզագույն թվումը հայտնաբերվել է 134-ում բերված անոթային բա-
րիտի միջատարակտարայում երևացող ասեղնաձև մասնիկները Cu_2Sn
միջմետաղական միացություններ են, բաղադրված (խառնաձուլված) մասնիկները՝ SnSn քիմիական միացություն, որոնք կործարվում են
և գտնվում են անալի, անտիմոնի և պղնձի փոփոխ եռակի էլեկտրոնային
Անալի կարծրությունը նույնպես ցածր է ($\text{HBS} \approx 5$ միավոր), Sn
— Sn սխառնուրդի միանգամայն քիմիական (հեղ. 132) ներդրակների համար հա-
մապատասխան ստրուկտուրային կամպլեքսային ունեցող միանգամայն



Նկ. 132. 153 բարիտի միջատարակտարային (100x):

ները 10—13² Sn պարունակողներ են, որոնց ստրուկտուրան բաղա-
ցած է փոփոխ հիմք ժառանգող 2 պինդ լուծույթից (անտիմոնի պինդ
լուծույթն անալիտ) և 3 (SnSn) միջմետաղական հիմքով պինդ լու-
ծույթից (կարծր մասնիկներ):

Կապարառնախմբային բարիտները լեզվաբան են անոթով և պղնձ-
նով, իսկ անալիտառնախմբայինները՝ պղնձով, որի հեռեւորով արդ
միանգամայն զուգահեռ են Cu_2Sn միջմետաղական միացություն
ցանցաձև մասնիկներ: Այդ մասնիկները բարիտների բյուրեղացման
ընթացքում, մի կողմից, արգելք են հանդիսանում տեսակարար կշռա-
յին լինվածքային և վերացնում այն միջոց կողմից՝ կարծր մասնիկների
զիր են կատարում, բարձրացնում բարիտների մաշակման արագությունը:
Բարիտում կարծր մասնիկներ են առաջանում նաև Ni -ի, C -ի, Ag -ի,
 Te -ի, C -ի և Na -ի պարունակության գեպարտմ, հեռեւորագիտ. թվաբան

տարրերի առկայությունը մեծացնում է քարիտի կարծրությունը և մա-
շակման արագությունը: Բաղի գրանիտ, որինակ, Ag -ը մաշակում է
բարիտի ստրուկտուրան, մեծացնում՝ բարիտի հեղուկանոսությունը:
Նեղեղացնում՝ ասանցքակալի լիցքը և ուլին:

31, 32 և 33 աղյուսակներում բերված են որոշ տեղեկություններ
մի շարք բարիտների մասին՝ ըստ ГОСТ 1320—55 -ի և $1203—50$ -ի:

Աղյուսակում բերված բարիտներից հակաֆրիկցիոն միանգամայն
ների աճեցնողացող կոմպլեքս հատկություններ ունեցողները անալիտ
բարիտներն են՝ BS3 և BS9 : Ինչպես արգեն հիմքի է, անալի թանկ-
արժեքային պատճառով որոշվել է ստեղծվել են քիչ անալի պարու-
նակող և անանգամայն բարիտներ, որոնք իրենց հատկություններով
թեև զերում են անալիտներին, սակայն էլ անալիտի ընդհանր լուծու-
թեն կիրառվում են մեքենային շինարարության մաշակում: Օրինակ՝
 BK , ինչպես նաև F , տեսակաճիճի բարիտները լուծույթն ապագործ-
վում են երկաթադուրին արանագործում աշխատող մեքենաների համար:
 B11 -ը՝ ավառմեքենաների և տրակտորների ծնկափոր լիսեռների
հիմնալին և շարժակալին ասանցքակալներ լցնելու համար և
ալին:

Ցինկային բարիտները իրենց պլաստիկությամբ, չփռան ու դժվար
ընդարձակման պրոֆակցիոնով զերում են անալիտներին: Արանց
հատկությունները մոտավորապես համարժեք են կապարային բարիտ-
ների հատկություններին:

Ալյումինային բարիտները, անալիտն ու կապարայինների հետ
համեմատած, ավելի թեթև են և էժան, ապակին նրանց սեխնալուրիա-
կան հատկություններն ավելի ցածր են: Իրենց մեծ կարծրությունը հե-
տևանքով նրանք պահանջում են լիսեռի վրիկի տվելի բարձր կարծրու-
թյուն, հակառակ դեպքում, լիսեռի վրիկի մաշումն արագանում է: Ալ-
յումինային բարիտների դժվար ընդարձակման պրոֆակցիոն ավելի մեծ
է, հեռեւորագիտ. պահանջում է զույգի պարունակման և հավաքման
ավելի բարձր ճշգրտություն:

Գոլաթյուն անեն նաև ալլ բաղադրություն ունեցող բարիտներ:
Վերջերս հաճախ առանցքակալների ներդրակների համար ոգա-
գործում են երկմետաղներ՝ OSK պողպատի մոտավելի վրա ընկած
 FS9 բարիտի բարակ շերտ: Այսպիսի ներդրակի հոսանքային սա-
մունք, պողպատի առկայության ընդհանր, մեծ չափով մեծանում է:

Առանցքակալների ներդրակները պատրաստվում են նաև բրոնզի
կամ երկաթի և դրոֆիտի փոշու ժակալան խառնալուրից՝ փոշնիտա-
լուրիկալի միջոցով: Ներդրակները պատրաստվում են նաև ոչ միտա-
դակուն նյութերից՝ պլաստիկացված փայտանյութից, պլաստմասսանե-
րից՝ տեխստիլից, կապրոնից և ալին:

ԱՆԱԳԱՆՏԻՄՈՆԱՑԻՆ ԵՎ ԿԱՊԱՐԱՆՏԻՄՈՆԱՑԻՆ ԲԱՐԻՏՆԵՐԻ ԲԱՂԱԿՐՈՒԹՅՈՒՆԸ: ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Միջնորդող փոփոխություններ	Ցածկման աստիճանը, %				Մարտկուցային		Հատկությունները				
	Sn	Sb	Cu	Pb	միջնորդող	միջնորդող	միջնորդող	միջնորդող	միջնորդող	միջնորդող	միջնորդող
B83	10—12	5,5—6,5	—	—	0,55	—	—	—	—	—	—
B89	7,25—8,25	2,5—3,5	—	—	0,55	—	—	—	—	—	—
B6	5—6	14—16	2,5—3,0	1,75—2,25	0,4	—	—	—	—	—	—
B16	15—17	15—17	1,5—2,0	1,75—2,25	0,6	—	—	—	—	—	—
BT	9—11	14—16	0,7—1,1	0,05—0,20	0,6	—	—	—	—	—	—
BH	9—11	13—15	1,5—2,0	0,5—0,9	0,35	—	—	—	—	—	—
BC	—	16—18	1,0—1,5	1,75—2,25	0,6	—	—	—	—	—	—
BK	—	—	—	0,85—1,15	0,7	—	—	—	—	—	—

ԱՆՈՒՄԻՆԱՑԻՆ ԲԱՐԻՏՆԵՐԻ ԲԱՂԱԿՐՈՒԹՅՈՒՆԸ: ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ցածկման աստիճանը	Ցածկման աստիճանը, %				Մարտկուցային		Հատկությունները				
	Sn	Pb	Mg	Ni	Cu	Si	միջնորդող	միջնորդող	միջնորդող	միջնորդող	միջնորդող
ACC-5	5—6	4—5	0,5—0,7	—	—	—	—	—	—	—	—
ACM	3,5—5	—	0,5—0,7	—	—	—	—	—	—	—	—
AH2,5	—	—	—	2,7—3,4	—	—	—	—	—	—	—
ԱՆՈՒՄԻՆԱՑԻՆ	—	—	—	—	7,5—9,5	1,5—2,5	—	—	—	—	—

ՑԻՆԿԱՑԻՆ ԲԱՐԻՏՆԵՐԻ ԲԱՂԱԿՐՈՒԹՅՈՒՆԸ: ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ցածկման աստիճանը	Ցածկման աստիճանը, %				Մարտկուցային		Հատկությունները				
	Sn	Cu	Zn	—	միջնորդող	միջնորդող	միջնորդող	միջնորդող	միջնորդող	միջնորդող	միջնորդող
ԱՆՈՒՄԻՆԱՑԻՆ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ACC-5	5—6	4—5	0,5—0,7	—	—	—	—	—	—	—	—
ACM	3,5—5	—	0,5—0,7	—	—	—	—	—	—	—	—
AH2,5	—	—	—	2,7—3,4	—	—	—	—	—	—	—
ԱՆՈՒՄԻՆԱՑԻՆ	—	—	—	—	7,5—9,5	1,5—2,5	—	—	—	—	—

XIX ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԱՌԱՋԱԳՐԱՆՔԸ

ՄԻՋԱԶԳԻԱՅԻՆ ՄԻՍՏԵՄԻ (ՇԻ) ՈՐՈՇ ՄԻԱՎՈՐՆԵՐԻ ԱՐՏԱՀԱՅՏՈՒՄԸ
ՆԱԽԵՆԻՆ ՄԻՍՏԵՄՆԵՐԻ ԶԱՓՄԱՆ ՄԻԱՎՈՐՆԵՐՈՎ

1. Թվարկել մեքենաշինության մեջ լայնորեն օգտագործվող գունավոր մետաղները և միանավածքները, նշել թե նրանց ո՞ր հիմնական հատկություններով է այն պայմանավորված:

2. Դիտել, սխեմատիկորեն նկարել և անվանել աղ. 34-ում նշված միանավածքների միկրոստրուկտուրային բաղադրիչները:

Աղյուսակ 34

Շրջ. №	Միանավածքի անունը և տեսականիշը	Վիճակը	Ստրուկտուրային բաղադրիչների	
			սխեմատիկ նկարը	անունը
1	Գունավոր միջին Ա1	Թրծաթող-ված		
2	»	Հնացված		
3	Միլումին ԱՊ2	Զուլված		
4	Արույր Պ62	Թրծաթող-ված		
5	Բրոնզ БрО10	Թրծաթող-ված		
6	Բաբիտ В83	Զուլված		

3. Նշել այդ միանավածքների քիմիական բաղադրությունը և մեխանիկական հատկությունները բնութագրող ցուցանիշների մոտավոր մեծությունները (կարծրությունը, ամրությունը սահմանը և հարաբերական երկարացումը):

Լարում (ամրությունը սահման, հոսքի սահմանը և ալիք) .	$1 \text{ ГД}^2=0,102 \cdot 10^6 \text{ կգ/մմ}^2$ $1 \text{ ВГ, ГД}^2=0,102 \text{ կգ/մմ}^2$ $9,81 \cdot 10^6 \text{ ГД}^2=1 \text{ կգ/մմ}^2$
Աշխատանք, էներգիա	$1 \text{ ջոուլ}=10,2 \text{ կգմ}$ $9,81 \text{ ջոուլ}=1 \text{ կգմ}$
Տեսակարար աշխատանք (հարվածային ճլուխը)	$\text{ջոուլ/մմ}^2=10,2 \cdot 10^{-6} \text{ կգմ/մմ}^2$ $1 \text{ ВГ/մմ}^2=10,2 \text{ կգմ/մմ}^2$ $0,0981 \text{ ВГ/մմ}^2=1 \text{ կգմ/մմ}^2$
Ջերմատիճան	$^{\circ}\text{K}=\text{^{\circ}\text{C}}+273,16$ $273,16^{\circ}\text{K}=0^{\circ}\text{C}$ $0^{\circ}\text{K}=-273,16^{\circ}\text{C}$
Ջերմության քանակը	$1 \text{ ջոուլ}=0,24 \text{ կալ}=0,24 \cdot 10^{-3} \text{ կկալ}$ $4,19 \text{ ջոուլ}=1 \text{ կալ}$
Պտույտ (ծավալային դանդաղ) .	$10^3 \text{ կգ/մ}^3=1 \text{ գ/սմ}^3$ $1 \text{ կգ/մ}^3=10^{-3} \text{ գ/սմ}^3$
Տեսակարար կշիռ	$1 \text{ Г/մ}^3=0,102 \text{ կգ/մ}^3$ $9,81 \text{ Г/մ}^3=1 \text{ կգ/մ}^3$

Մանր թուփյուն: Այստեղ ВГ (մեղանյութային) կամ ВД (մեղաջրային) համապատասխանորեն նշանակում են միլիոն նյութային կամ միլիոն ջոուլ:

Գ Ր Ա Վ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. Блантер М. Е. Металловедение и термическая обработка. Машгиз, 1963.
2. Болховитинов Н. Ф. Металловедение и термическая обработка. «Машиностроение», 1963.
3. Бочвар А. А. Металловедение. Металлургиздат, 1958.
4. Грязнов И. М. и др. Лабораторный практикум по сопротивлению материалов деформированию. Московский университет, 1961.
5. Гуляев А. П. Металловедение. Оборонгиз, 1963.
6. Кащенко Г. А. Основы металловедения. Машгиз, 1959.
7. Кример Б. И. и др. Лабораторный практикум по металлографии и физическим свойствам металлов и сплавов. «Металлургия», 1966.
8. Левин Е. Е. Микроскопическое исследование металлов. Машгиз, 1951.
9. Масленников Ф. И. Лабораторный практикум по металловедению. Машгиз, 1961.
10. Металловедение и термическая обработка стали. Справочник. Металлургиздат, 1962.
11. Погодин-Алексеев Г. И. и др. Металловедение. Методы анализа, лабораторные работы и задачи. Оборонгиз, 1950.
12. Салтыков С. А. Стереометрическая металлография. Металлургиздат, 1958.
13. Шапошников Н. А. Механические испытания металлов. Машгиз, 1951.
14. Шмыков А. А. Справочник термиста, Машгиз, 1958.
15. Штейнберг С. С. Металловедение. Металлургиздат, 1961.
16. Նալչյան Մ. Ա. Գյուղատնտեսական մեքենաների համար կիրառվող մետաղա-
նյութերը և նրանց ջերմային մշակումը: ՍՍՀՄ Գյուղատնտեսության հրա-
տարակոթյուն, 1959:
17. Նիկիֆորով Վ. Ա. Մետաղների տեխնոլոգիա: Հայպետուսմանկհրատ, 1964:
18. Պետրոսյան Պ. Պ. Մետաղագիտությունը և պողպատի ու թուջի ջերմային
մշակման հիմունքները: Հայպետհրատ, 1951:

ԲՈՎԱՆԳԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Առաջաբան	3
Ցուցումներ ուսանողին	4
Ներածություն	5
ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՓՈՐՁԱՐԿՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ	9
Աշխատանք I. ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ՍՏԱՏԻԿԱԿԱՆ ՁԳՄԱՆ ՓՈՐՁԱՐԿՈՒՄԸ	12
1. Ներածություն	12
2. Ձգման փորձարկման մեքենաները և մեթոդիկան	14
3. Ձգման դիագրամը և նրա համառոտ վերլուծությունը	15
I աշխատանքի առաջադրանքը	20
Աշխատանք II. ՊՈՂՊԱՏԻ ՀԱՐՎԱԾԱՅԻՆ ՃՆՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ	21
1. Ներածություն	21
2. Հարվածային ճլուխյան փորձարկման մեթոդիկան	23
II աշխատանքի առաջադրանքը	25
Աշխատանք III. ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ԿԱՐԾՐՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ	26
1. Ներածություն	26
2. Կարծրությունն ըստ Բրինելի	29
3. Կարծրության որոշումը Բրինելի մեթոդով	33
4. Կարծրությունն ըստ Ռոկվելի	37
5. Ռոկվելի դրժիթը և կարծրության որոշման մեթոդը	39
III աշխատանքի առաջադրանքը	45
Աշխատանք IV. ԿՐԻՏԻԿԱԿԱՆ ԿԵՏՆԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ԵՎ Pb-Sb ՍԻՍՏԵՄԻ ՄԻԱՀԱՎ- ՎԱԾՔՆԵՐԻ ՎԻՃԱԿԻ ԻԻԱԿՐԱՄԻ ԿԱՌՈՒՑՈՒՄԸ	46
1. Ներածություն	46
2. Մետաղների ջերմային անալիզի մեթոդը	50
3. Մետաղների հալման վառարաններ	53
4. Ջերմաստիճանի չափման մեթոդները	53
5. Թերմոէլեկտրական պիրոմետրեր	54
6. Ջերմազուլչի առտիճանավորումը	57
7. Կապար-անտիմոն սիստեմի միահալվածքների վիճակի դիագրամը	59
IV աշխատանքի առաջադրանքը	62
Աշխատանք V. ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ՄԱԿՐՈՍԿՈՒԿՏՈՒՐՐԱՅԻՆ ԱՆԱԼԻԶԻ ՄԵԹՈԴԸ	62
1. Ստրուկտուրային անալիզի մեթոդների դասակարգումը	62
2. Մակրոանալիզի խնդիրները	63

3. Մակրոշիֆի պատրաստումը	64
4. Մետաղի կոտրվածքը	69
V աշխատանքի առաջադրանքը	72

**Աշխատանք VI. ԾԱՆՈԹՈՒԹՅՈՒՆ ՄԵՏԱՎԱՄԱՆՐԱԴԻՏԱԿԻ ԵՎ ՄԻԿՐՈՇԼԻՖԻ ՊԱՏ-
ՐԱՍՏՄԱՆ ՏԵԽՆԻԿԱՅԻ ՀԵՏ** **72**

1. Օպտիկական մանրադիտակ	72
2. Մանրադիտակի մեծացման ընդունակությունը	73
3. Օպտիկական մանրադիտակի լուծունակությունը	76
4. Մանրադիտակով դիտվող օբյեկտի պատկերի երկրաչափական կատարելությունը	78
5. Մետաղաբանական մանրադիտակ	80
6. ΜΙΜ—6 մանրադիտակի հիմնական հանգույցները	82
7. ΜΙΜ—7 մանրադիտակի լարքը	89
8. Միկրոշիֆի պատրաստման տեխնիկան	90
9. Նմուշի տեղի ընտրությունը, կտրումը և միկրոշիֆի պատրաստման տեխնոլոգիան	91
VI աշխատանքի առաջադրանքը	97

Աշխատանք VII. ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ՄԻԿՐՈԱՆԱԼԻՋԻ ՄԵԹՈԴԻ ՄԱՍԻՆ **98**

1. Ներածություն	98
2. Միկրոօբյեկտի չափումը միկրոհանլիզի ժամանակ	100
3. Պողպատի հատիկի մեծությունն որոշման մեթոդը	102
4. Միահալվածքների ֆազային (ստրուկտուրային) բաղադրիչների քանակական հարաբերությունն որոշումը	107
5. Միկրոշիֆում երևացող ստրուկտուրային բաղադրիչների սահմանների երկարու- թյան և նմուշի ծավալում ալդ բաղադրիչների սահմանների մակերեսի որոշման մեթոդը	110
VII աշխատանքի առաջադրանքը	114

**Աշխատանք VIII. ԾԱՆՈԹՈՒԹՅՈՒՆ ԵՐԿԱԹ—ԱՄԽԱՄՆԱՅԻՆ ՄԻԱԶԱՎԱՌՔՆԵՐԻ
ՍՏՐՈԿՏՈՒՐԱՅԻՆ ԲԱՂԱԴՐԻՋՆԵՐԻ ՀԵՏ: ԱՅԴ ՍԻՍՏԵՄԻ ՎԻՃԱԿԻ ԴԻԱԳՐԱՄԻ
ՀԱՄԱՌՈՏ ՎԵՐԼՈՒՄԻՆՈՒՅՈՒՆԸ** **114**

1. Ներածություն	114
2. Երկաթ-ածխածնային միահալվածքների ստրուկտուրային բաղադրիչները հալա- սարակշռության վիճակում	115
3. Fe-Fe ₃ C սխեմի վիճակի դիագրամի համառոտ վերլուծությունը	119
4. Սառեցման կորեր	123
5. Հատվածների կանոնի կիրառման օրինակներ	129
VIII աշխատանքի առաջադրանքը	131

**Աշխատանք IX. ՀԱՎԱՍԱՐԱԿՇՈՒԹՅԱՆ ՎԻՃԱԿՈՒՄ ԿՏԵՎՈՂ ԱՄԽԱՄՆԱՅԻՆ ՊՈՂ-
ՊԱՏՆԵՐԻ ՍՏՐՈԿՏՈՒՐԱՆ ԵՎ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ** **131**

1. Ներածություն	131
2. Ածխածնային պողպատների միկրոստրուկտուրան և հատկությունները	134
3. Նորմալ խառնուրդների ազդեցությունը ածխածնային պողպատների ստրուկտու- րայի և հատկությունների վրա	136
4. Պողպատների միկրոստրուկտուրային արատները	139
5. Ածխածնային պողպատների դասակարգումը և տեսականշումը	141
IX աշխատանքի առաջադրանքը	145

**Աշխատանք X. ԶՈՒԳՈՒՆՆԵՐԻ ՍՏՐՈԿՏՈՒՐԱՅԻՆ ԲԱՂԱԴՐԻՋՆԵՐԸ ԵՎ ՀԱՏԿՈՒ-
ԹՅՈՒՆՆԵՐԸ** **145**

1. Ներածություն	145
2. Չորշ շուգուններ	148
3. Զուգունների տեսականշման մասին	156
X աշխատանքի առաջադրանքը	157

**Աշխատանք XI—XII. ԱՄԽԱՄՆԱՅԻՆ ՊՈՂՊԱՏՆԵՐԻ ԶԵՐՄԱՅԻՆ ՄՇԱԿՈՒՄԸ ԵՎ
ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ** **158**

1. Ներածություն	158
2. Պողպատի միումը	160
3. Պողպատի միման տեսակները ըստ սառեցման եղանակի	167
4. Պողպատի միամեղմումը	170
5. Տեղեկություններ պողպատի տաքացման եղանակների մասին	176
6. Տաքացման ժամանակը	177
7. Հասկացողություն պաշտպանական մթնոլորտների մասին	182
8. Միման ժամանակ օգտագործվող սառեցնող միջավայրերը	186
9. Հասկացողությունը ցուրտ միջավայրում մշակման մասին	188
XI—XII աշխատանքների առաջադրանքը	189

**Աշխատանք XIII. ՊՈՂՊԱՏԻ ՍՏՐՈԿՏՈՒՐԱՆ ԵՎ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՊԱՍՏԻԿ
ԴԵՖՈՐՄԱՅԻԱՅԻՑ ԵՎ ՎԵՐԱՔՑՈՒՐԵՂԱՅՄԱՆ ԽՐԾԱԹՈՂՈՒՄԻՑ ՀԵՏՈ** . . . **190**

1. Ներածություն	190
2. Մետաղների պլաստիկ դեֆորմացիայի մեխանիզմի վերաբերյալ արդի հայացք- ները	191
3. Սառը պլաստիկ դեֆորմացիայի և վերաբյուրեղացման թրծաթողման ազդեցու- թյունը պողպատի ստրուկտուրայի ու հատկությունների վրա	203
XIII աշխատանքի առաջադրանքը	209

Աշխատանք XIV. ՊՈՂՊԱՏԻ ՑԵՄԵՆՏԱՑՈՒՄԸ **209**

1. Ներածություն	209
2. Պողպատի ցեմենտացումը	211
XIV աշխատանքի առաջադրանքը	215

Աշխատանք XV. ՄԱԿԱՄԻՈՒՄԸ ԲԱՐՁՐ ՀԱՃԱԽՈՒԹՅԱՆ ՀՈՍԱՆՔՆԵՐԻ ՄԻՋՈՑՈՎ **216**

1. Ներածություն	216
2. Մակամիման եղանակները	217
3. Մակամիումը բարձր հաճախության հոսանքների (ԲՀՀ) միջոցով	220
XV աշխատանքի առաջադրանքը	225

Աշխատանք XVI. ՊՈՂՊԱՏԻ ՄԻՆԵՐՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ **226**

1. Ներածություն	226
2. Միաված նմուշների հատվածի կարծրության չափման մեթոդը	228
3. Ճակատային միման մեթոդը	229
XVI աշխատանքի առաջադրանքը	233

**Աշխատանք XVII. ԾԱՆՈԹՈՒԹՅՈՒՆ ԼԵԿԻՐՎԱՍ ՊՈՂՊԱՏՆԵՐԻ ՍՏՐՈԿՏՈՒՐԱՅԻՆ
ԲԱՂԱԴՐԻՋՆԵՐԻ ՀԵՏ** **233**

XVII աշխատանքի առաջադրանքը	240
--------------------------------------	-----

Աշխատանք XVIII. Գործիքակնթիվների բաղադրություններ, Ջերմաստիճան, Ստորոգյ-	
ՏՈՒՐԱՑԻ ՈՒ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ	240
1. Ներածություն	240
2. Արագահատ պողպատներ	244
3. Դրոշմային պողպատներ	251
4. Կարծր միահալվածքներ	255
XVIII աշխատանքի առաջադրանքը	258

Աշխատանք XIX. ԳոծնԱՎՈՐ ՄԻԱՀԱՎԱԾՔՆԵՐԻ ՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՑԻ ՈՒ ՀԱՏԿՈՒ-	
ԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ	259
1. Ալյումինը և նրա միահալվածքները	259
2. Պղինձը և նրա միահալվածքները	267
3. Առանցքակալային միահալվածքներ	277
XIX աշխատանքի առաջադրանքը	284
Հավելված	
Միջազգային սխեմմի (СН) որոշ միավորների արտահայտումը նախկին սխեմմ-	
ների շափման միավորներով	285
Գրականություն	286

ԱՐՏԱՎԱԶԴԻ ԱՐՄԵՆԱԿԻ ԽԱՂԱԹՅԱՆ
Մետաղագիտության լաբորատոր պրակտիկում

Ման. խմբագիր՝ Մ. Հ. Բրամիջյան
Հրատ. խմբագիր՝ Վ. Թ. Մուխադյան
Գեղ. խմբագիր՝ Բ. Վ. Մազմանյան
Տեխ. խմբագիր՝ Վ. Ս. Արահամյան
Վերստուգող սրբադրիչ՝ Ա. Ս. Սիմոնյան