

Ս. Ա. ԵՍԱՅԱՆ

ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍԱԿԱՆ
ՄԵՔԵՆԱՆԵՐԻ ՀԱՄԱՐ
ԿԻՐԱՌՎՈՂ
ՄԵՏԱՂԱՆՅՈՒԹԵՐԸ
ԵՎ ՆՐԱՆՑ
ԶԵՐՄԱՅԻՆ ՄՇԱԿՈՒՄԸ

ԵՐԵՎԱՆ

1960

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌԻ ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ՄԻՆԻՍՏՐՈՒԹՅԱՆ
ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԳԼԽԱՎՈՐ ՎԱՐՉՈՒԹՅՈՒՆ

Մ. Ա. ԵՍԱՅԱՆ

ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ՄԵՔԵՆԱՆԵՐԻ
ՀԱՄԱՐ ԿԻՐԱՌՎՈՂ ՄԵՏԱՂԱՆՅՈՒԹԵՐԸ,
ԵՎ ՆՐԱՆՑ ԶԵՐՄԱՅԻՆ ՄՇԱԿՈՒՄԸ

ՀՍՍՐԻ ԳՅՈՒՂՄԻՆԻՍՏՐՈՒԹՅԱՆ ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ
ԳԼԽԱՎՈՐ ՎԱՐՉՈՒԹՅԱՆ ՀՐԱՏԱՐԱԿԶՈՒԹՅՈՒՆ

ԵՐԵՎԱՆ — 1959

Գիրքը պարունակում է հիմնական տեղեկություններ գյուղատնտեսական մեքենաների կարևոր գետալների պատ-
րաստման համար օգտագործվող մետաղանյութերի և նրանց
ջերմային մշակման պրոցեսների մասին:

Գրքում արվում են նաև որոշ տեղեկություններ մետա-
ղագիտության և ջերմային մշակման վերաբերյալ, որոնք
անհրաժեշտ են հիմնական հարցը լավ լուսաբանելու համար:

Ուշադրություն է դարձված այն տեխնոլոգիական պրո-
ցեսների մեկնաբանմանը, որոնք ավելի պրոգրեսիվ և շահավետ
են: Գիրքը նախատեսված է մեքենա-տրակտորային կայան-
ներում, նորոգման տեխնիկական կայաններում ու գործարան-
ներում աշխատող բանվորների, վարպետների, ինժեներա-տեխ-
նիկական աշխատողների համար: Այն կարող է մեծ օգուտ
բերել նաև գյուղատնտեսական պրոցեսների մեքենայացման
բարձրագույն ուսումնական հաստատությունների ու տեխնի-
կոմներին՝ ուսանողներին և գյուղատնտեսական մեքենաների նա-
խադրմամբ զբաղվող մասնագետներին:

ЕСАЯН М. А.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИНАХ И ИХ ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

(На армянском языке)

Ереван—1959

ԳԼՈՒԽ ԱՌԱՋԻՆ

ՄԻ ՔԱՆԻ ՀԱՐՑԵՐ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՄԵՏԱՂԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆԻՑ

Ժամանակակից գյուղատնտեսական մեքենաներն աշխատում
են զգալի պիստակական բեռնավածությունների, մեծ շվիման, միա-
ստիար մեխանիկական և ջերմաստիճանային տատանումների պաշ-
մաններում: Գյուղատնտեսական մեքենաների առանձին մասերի
վրա քալքալիչ ազդեցություն են թողնում միջնորոտային և բնա-
կան պայմանները՝ արևի ճառագայթները, բնական սեղմաները,
չրջապատի փոշին, կեղտը և երկրի մակերևույթի կազմությունը:
Այդ պատճառով, գյուղատնտեսական մեքենաների գետալներ
պատրաստելու համար նյութերի բնարությունը ախպես պետք է
կատարել, որ բավարարված լինեն առջև նյութերին ներկայացվող
պահանջները: Այլ կերպ, նյութերը պետք է լինեն ամուր և կարծր,
հարվածային ու փոփոխական բեռնավածությունների պայմաններում
ունենան բարձր դիմացկունություն և միևնույն ժամանակ թան-
կարժեք և ծանրակշիռ չպետք է լինեն: Այլ պահանջներին առա-
վել չափով քաղաքարում են երկաթային միահալվածքները՝ պող-
պատն ու չուգունը, որոնց մեծ առավելությունը նաև այն է, որ
ենթարկելով ջերմային մշակման, հնարավոր է լայն սահմանե-
րում փոփոխել նրանց մեխանիկական հատկությունները: Այսպես,
օրինակ, միմյան և հետագա միամեղմման միջոցով կարելի է
պողպատե դետալին հաղորդել համապատասխան կարծրություն և
ճկություն, կամ թրծաթյուն օգնություն կարծր պողպատը դարձ-
նել ավելի փափուկ:

Գյուղատնտեսական մեքենաների որոշ գետալներ պատրաս-
տելու համար, բացի սև մետաղներից, կիրառվում են նաև պղնձի,

ցինկի, անագի, կոպարի, ալյումինի և դոմալոր ալլ մետաղների միահալվածքները: Վերջիններիս թանկարժեք լինելու պատճառով սրանք գործադրվում են միայն այն դեպքերում, երբ դետալի աշխատանքի որոշ պայմաններում հնարավոր չի լինում գոմալոր մետաղների միահալվածքները փոխարինել սև մետաղների միահալվածքներով: Գլուպատնետնական մեքենաների որոշ մասեր պատրաստելու համար կիրառում են նաև փայտ, կաշի, ասբեստ և այլն:

Մետաղագիտության նվաճումների շնորհիվ ներկայումս գոյւլի չափով քնդլայնված է գլուպատնետնական մեքենաշինութան մեջ կիրառվող նյութերի քանակը, որոնց լուրահատուկ և բարձր ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունները հնարավորութուն են տալիս ստեղծելու ավելի հուսալի և հարատև աշխատող մեխանիզմներ ու մեքենաներ: Բազմազան մեքենաների տարրեր դետալներ պատրաստելու համար նյութերի և նրանց ջերմալին մշակման պրոցեսների ճիշտ ընտրելու հորցը, որը որոշող նշանակություն ունի մեքենաների անխափան աշխատելու գործում, չի կարելի հաջող լուծել առանց մետաղագիտության հիմնական հարցերին ծանոթանալու:

§ 1. ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ՄԻ ՄԻԱՀԱԼՎԱԾՔՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ ԵՎ ՆՐԱ ԿԱԽՎԱԾՈՒԹՅՈՒՆԸ ՏԱՐԲԵՐ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻՑ

Բնության մեջ հանդիպող բոլոր մետաղներն ու մետաղալին միահալվածքները պինդ վիճակում բյուրեղային կառուցվածք ունեն: Մետաղի ատոմները բյուրեղի մեջ դասավորված են որոշակի դիրքով, որոնց փոխադարձ կապը ճիշտ երկրաչափական ձև է արտահայտում:

Հեղուկ մետաղի պնդացման ընթացքում նրա մեջ առաջ են գալիս փոքր բյուրեղիկներ, որոնք աստիճանաբար աճում են: Եթե բյուրեղների աճին ոչ մի արտաքին խոչընդոտ չի հանդիպում, ապա նրանք ընդունում են ճիշտ երկրաչափական ձև: Պնդացման իրական պայմաններում հեղուկ մետաղի ներսում սառեցման հետ զուգընթաց աճում են սկզբում առաջացած բյուրեղները և գոյանում նոր բյուրեղներ, որի հետևանքով նրանց միջև տեղի է ունենում փոխադարձ շփում և ալոպիսով, խախտվում են ճիշտ երկրաչափական ձևավորում ստանալու պայմանները: Ստացվում են ոչ ճիշտ երկրաչափական ձևի կլորացված անկյուններով բյու-

րեղներ, որոնք հատիկ են կոչվում: Առանձին հատիկների մեծությունը, մյուս հավասար պայմանների դեպքում, հիմնականում կախված է հեղուկ մետաղի սառեցման արագությունից: Հաստատված է, որ որքան ավելի արագ է տեղի ունենում հեղուկ մետաղի սառեցումը, այնքան բյուրեղներն ավելի փոքր են ստացվում:

Մետաղի ստրուկտուրան կարելի է դիտել նրա կտրվածքով կամ հարթ հզկված (որոշ դեպքերում և խածառված) հատվածքով: Մետաղակտորի ալոպիսի հատվածքը հզկուկ է կոչվում: Սարուկտուրայի ճիշտ որոշման և գիտական հետադոտութունների դեպքում օգտագործվում են հզկված և կոկված հզկուկներ, մինչդեռ մետաղակտորի կտրվածքը նրա ստրուկտուրայի մասին մոտավոր գաղափար է տալիս:

Մետաղի հատիկները մեծ լինելու դեպքում ստրուկտուրան կարելի է դիտել աչքով կամ խոչորացուցի միջոցով, իսկ եթե հատիկները շատ փոքր են, ապա դիտումը կատարվում է մանրադիտակով, որի միջոցով հնարավոր է լուսանկարել հետադոտվող ստրուկտուրան: Առաջին դեպքում ստրուկտուրան կոչվում է մակրոստրուկտուրա, երկրորդ դեպքում՝ միկրոստրուկտուրա: Ստրուրար հզկակները քիմիական ռեակտիվների միջոցով ենթարկվում են խածառման (թուլլ ալաթթվի, ալոտաթթվի և այլ ռեակտիվների թուլլ լուծույթների միջոցով), որի հետևանքով բյուրեղները տարրեր գույներ են բնդունում և մանրադիտակի տակ ավելի պարզ են երևում:

Մաքուր մետաղները տեխնիկայում աճան չափով են կիրառվում, մինչդեռ նրանց միահալվածքների հետ ամենուրեք հանդիպում ենք:

Մետաղային միահալվածքները բարդ նյութեր են, որոնք կազմված են երկու կամ ավելի թաղադրիչ տարրերից (կոմպունենտներից):

Գրեթե բոլոր միահալվածքները ստացվում են մի հիմնական մետաղի մեջ հեղուկ վիճակում մեկ կամ ավելի ալլ նյութեր լուծելու միջոցով: Մակալն տարրեր տարրերի միահալվածքներ կարելի է ստանալ նաև պինդ վիճակում: Ալապես, օրինակ, հնարավոր է ստանալ ալլումինի ու երկաթի, կամ երկաթի ու ածխածնի միահալվածքներ՝ ալլ տարրերը պինդ վիճակում միատեղ տաքացնելու միջոցով: Սակալն զուլութուն ունեցող բազմաթիվ միահալվածքների դերակշռող մասը հիմնականում ստացվում է տարրեր

տարրերը հեղուկ վիճակում միմյանց մեջ լուծելու միջոցով:

Պնդացման պրոցեսի ընթացքում հեղուկ միահալվածքից կարող է առաջանալ բաղադրիչ կոմպոնենտների առնամասեռ մեխանիկական խառնուրդ կամ համասեռ պինդ նյութ:

Եթե պնդացած միահալվածքը անհամասեռ մեխանիկական խառնուրդ է, ապա նրա բաղադրիչ տարրերի առանձին բյուրեղները կարելի է դիտել մանրադիտակի տակ:

Համասեռ պինդ միահալվածք կարող է ստացվել երկու դեպքում՝ երբ միահալվածք կազմող բաղադրիչ տարրերը առաջացնում են քիմիական միացություն և, երկրորդ՝ երբ այդ բաղադրիչ տարրերը կազմում են, ալոպեոս կոչվող, պինդ լուծույթ:

Քիմիական միացություն կարելի է ստանալ միահալվածք կազմող կոմպոնենտների խիստ որոշակի հարաբերակցությամբ դեպքում, ընդ որում մանրադիտակով կարելի է տեսնել միայն այդ միացության բյուրեղները, իսկ առանձին տարրերը չեն երևում:

Ինչպես պինդ, ալոպեոս և հեղուկ լուծույթները միասեռ նյութեր են: Մի մետաղը մյուսի մեջ կարող է լուծվել ցանկացած հարաբերությամբ, կամ մինչև մի որոշակի սահման, որը հազեցման սահման է կոչվում:

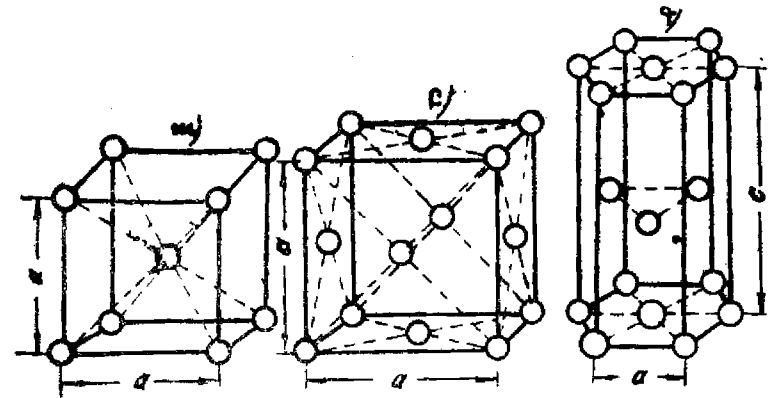
Պինդ լուծույթի էական տարբերությունը հեղուկ լուծույթից այն է, որ առաջինի դեպքում լուծվող նյութի ատոմները լուծորդի ատոմների բյուրեղային վանդակում որոշակի տեղ են գրավում, մինչդեռ հեղուկ լուծույթում լուծվող նյութի ատոմները անընդհատ քառասային շարժման մեջ են գտնվում:

Իներտության անալիզի միջոցով հաջողվել է հաստատել, որ պինդ լուծույթ կազմող միահալվածքներում լուծվող նյութի ատոմները լուծորդի բյուրեղային վանդակում որոշակի տեղ են գրավում, դասավորվելով նրա աղատ տեղերում, կամ գրավում են լուծորդի ատոմների տեղը:

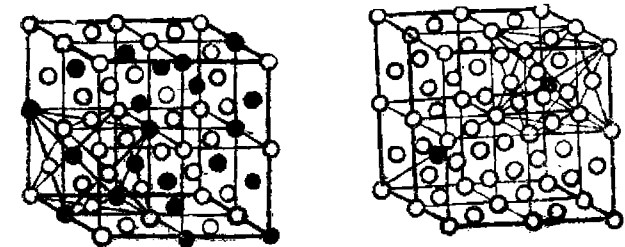
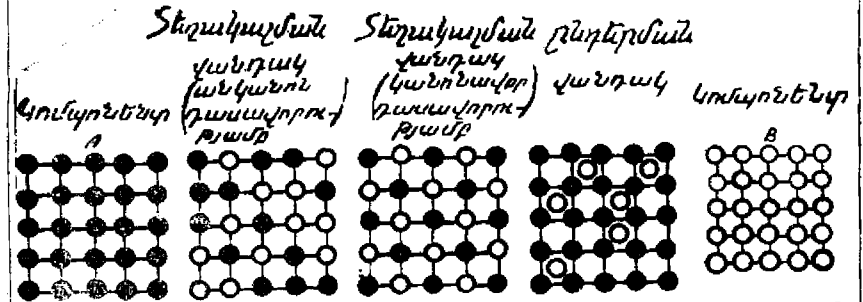
Նկ. 1-ում ցույց են տրված պարզ մետաղների բյուրեղային վանդակների որոշ օրինակներ:

Նկ. 2-ում ցույց են տրված բարդ մետաղային միահալվածքների բյուրեղային վանդակների օրինակներ:

Նկ. 1-ից երևում է, որ պարզ մետաղի բյուրեղները բաղկացած են մեկը մյուսից որոշակի հեռավորության վրա դասավորված և ճիշտ երկրաչափական ձևավորման բյուրեղային վանդակ կազմող ատոմներից: Ատոմների միջև եղած տարածությունը այս դեպքում մնում է աղատ: Բյուրեղային վանդակի ձևը կախված է մետաղի տեսակից:



Նկ. 1. Պարզ մետաղների տարրական բյուրեղային վանդակները՝ ա) ծավալկենտրոնացրած խորանարդ, բ) նիստակենտրոնացրած խորանարդ, գ) հեքսագոնալ (վեցանկյուն) վանդակ:



Նկ. 2. Մետաղային միահալվածքներում (պինդ լուծույթներում և քիմիական միացություններում) ատոմների դասավորման սխեման:

Բյուրեղային վանդակում ատոմների միջև եղած հեռավորությունը, որը չափադանց փոքր մեծություն է, կոչվում է վանդակի պարամետր։

Բյուրեղային վանդակի պարամետրը չափվում է անդստրեմ-ներով ($1\text{\AA}=0,00000001\text{ սմ}$):

Որոշ դեպքերում, տարբեր մետաղների բյուրեղային վանդակները կարող են միևնույն ձևն ունենալ, բայց տարբերվեն վանդակի պարամետրի մեծությամբ։ Այսպես, օրինակ, պղնձի և նիկելի բյուրեղային վանդակները իրենցից ներկայացնում են նոստալիենտ-րոնացրած խորանարդներ (նկ. 1-ը), սակայն այս մետաղների բյուրեղային վանդակների պարամետրերի մեծությունները միմյանցից տարբերվում են. պղնձի բյուրեղային վանդակի պարամետրը

հավասար է $3,60\text{\AA}$, իսկ նիկելինը՝ $3,54\text{\AA}$:

Նկ. 2-ից երևում է, որ պինդ լուծույթ ներկայացնող միահալվածքների բյուրեղային վանդակները կազմված են տարանուն ատոմներից՝ լուծորդի և լուծվող նյութի ատոմներից, ընդ որում, ինչպես նշված է վերևում, լուծվող նյութի ատոմները կարող են տեղավորվել կամ լուծորդի միջատոմային ազատ տարածություններում, կամ տեղակալել լուծորդի ատոմներին։ Առաջին դեպքում ստացվում է ընդերման պինդ լուծույթ, երկրորդ դեպքում՝ տեղակալման պինդ լուծույթ։

Մի մարմնի մասնիկների աստիճանաբար թափոնցումը մյուս մարմնի մեջ, ինչպես հալստի է, գիֆուգիա է կոչվում։ Հետևաբար, պինդ լուծույթների առաջացումը իրենից ներկայացնում է գիֆուգիայի պրոցես, որի ընթացքը կախված է ջերմաստիճանից և լուծույթի խտությունից. որքան մեծ լինի երկու շփվող մարմինների խտությունների տարբերությունը և որքան բարձր լինի ջերմաստիճանը, գիֆուգիայի պրոցեսն այնքան ավելի արագ կընթանա։

Նկ. 2-ում ցույց է տրված նաև քիմիական միացություն կազմող տարրերի ատոմների կապը, որը բնորոշ է այդ ատոմների դասավորության որոշակի օրինաչափությամբ։

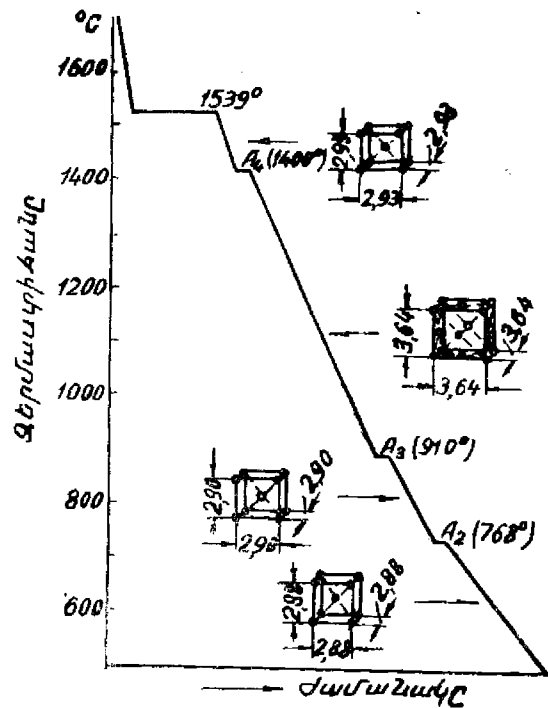
Այսպիսով, պինդ միահալվածքներում միաժամանակ կարող են հանդիպել պինդ լուծույթներ, քիմիական միացություններ և պարզ տարրեր, ընդ որում այդ պարզ տարրերը, ինչպես և մյուսները կարող են լինել անջատ մասնիկների ձևով և կազմել միմյանց հետ միասնական իսոռուրդ։

Միահալվածքների որակը և հատկությունները կախված են նրանց մեջ գտնվող այս կամ այն ստրուկտուրային բաղադրիչներից։

Իրից։ Որոշ մետաղներ, ինչպես օրինակ, երկաթը և առաջը, պինդ վիճակում տարբեր ջերմաստիճանների պայմաններում կարող են ունենալ տարբեր ձևի բյուրեղային վանդակներ, կամ միևնույն բյուրեղային վանդակը պարամետրերի տարբեր մեծությամբ։ Բյուրեղային վանդակի ալապիսի վերափոխման պրոցեսը պինդ վիճակում ջերմաստիճանների տարբեր պայմաններում կոչվում է վերաբյուրեղացում, իսկ վերաբյուրեղացման ջերմաստիճանը՝ կրիտիկական։ Բյուրեղային վանդակի ձևի կամ պարամետրի մեծության փոփոխումը, որի հետևանքով իրականում են նաև մետաղի ֆիզիկա-քիմիական հատկությունները, կոչվում է օլոտրոպիկ փոխակերպում։ Մետաղային միահալվածքներում ալապիսի օլոտրոպիկ փոխակերպումների առկայությունը պայմանավորում է մետաղների ջերմային մշակման հնարավորությունը։ Դեռ վաղուց հայտնի է, որ որոշ մետաղներ ջերմային մշակման շնորհիվ փոխում են իրենց հատկությունները, սակայն մետաղում տեղի ունեցող փոփոխությունների իմաստը երկար ժամանակ մնում էր անհասկանալի։ Միայն 1868 թվականին ռուս գիտնական-մետաղագետ Դ. Կ. Չերնովը, հետադուրս ու ուսումնասիրելով մետաղների ստրուկտուրայի և նրանց հատկությունների միջև եղած կապը, առաջին անգամ նշեց այն կարևոր փոխակերպումները, որոնք տեղի են ունենում պողպատում՝ նրա տաքացման և սառեցման ընթացքում, ինչպես նաև այդ փոխակերպումների կապը մետաղի ստրուկտուրայի և միասնական հատկությունների հետ։ Հետևելով պողպատի տաքացման և սառեցման պրոցեսներին, Դ. Կ. Չերնովը հաստատեց, այսպես կոչվող, կրիտիկական կետերը։ Այդ կրիտիկական կետերը այն ջերմաստիճաններն են, որի պայմաններում մետաղը փոխում է իր սպրեդատային վիճակը (հեղուկից փոխվում է պինդ վիճակի, կամ հակառակը), ինչպես նաև այն ջերմաստիճանները, որոնց պայմաններում պինդ մետաղում տեղի են ունենում ստրուկտուրային փոխակերպումներ։

Պողպատի և չուգունի (ինչպես նաև մի շարք ուրիշ միահալվածքների) հատկությունների փոփոխումը զգալի չափով կախված է սղջ միահալվածքների հիմնական բաղադրիչ կոմպոնենտում՝ երկաթում տեղի ունեցող օլոտրոպիկ փոխակերպումներից։ Եթե հետևենք հալված մետաղի սառեցման պրոցեսին և չափենք նրա ջերմաստիճանը որոշակի ժամանակամիջոցներից հետո, ապա կարելի է նկատել, որ մետաղի պնդացման պրոցեսի սկզբից մինչև վերջը ջերմաստիճանը չի իջնում, մնում է անփոփոխ։ Ջերմաստիճանի անկում նորից նկատվում է այն ժամանակ, երբ մետաղի ամբողջ

մասնալի պնդացումն ավարտվում է: Հետագայում, ջերմաստիճանի նման «կանգառներ» նկատվում են այն դեպքում, եթե մետաղում տեղի են ունենում ալոտրոպիկ փոխակերպումներ, և երբ մետաղը փոխում է իր ֆիզիկական կամ քիմիական վիճակը, ընդ որում ջերմաստիճանի «կանգառը» անպայման պետք է համապատասխանի այդ փոխակերպումների ջերմաստիճանին և շարունակվում է այն-



Նկ. 3. Մաքուր երկաթի սառեցման զբաքիկը:

քան ժամանակ, մինչև որ փոխակերպումները լրիվ ավարտվեն: Հասկանալի է, որ մետաղը տաքացնելիս, նույն փոխակերպումները տեղի կունենան հակադարձ ուղղությամբ, քանի որ տաքացման և սառեցման պրոցեսները իրենց բնույթով նույնատիպ պրոցեսներ են, միայն տեղի են ունենում ջերմաստիճանի տարբեր ուղղությամբ փոփոխման պայմաններում:

Վերևում նշվեց, որ երկաթը պատկանում է այն մետաղների

շարքին, որոնք ջերմաստիճանի փոփոխման հետ ենթարկվում են ալոտրոպիկ փոխակերպումների: Երկաթի ալոտրոպիկ փոխակերպումները կարելի է պատկերացնել նկ. 3-ում բերված դիագրամի միջոցով:

Այստեղ հորիզոնական առանցքով տեղադրված է ժամանակը, իսկ ուղղահիք առանցքով՝ ջերմաստիճանը:

Այս դիագրամի ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ մաքուր երկաթը հալվում է 1539°C-ում: Հալված երկաթը սառեցնելիս (իսկ պինդ երկաթը տաքացնելիս) նկատվում են ջերմաստիճանային չորս «կանգառներ», որոնք պայմանավորվում են համապատասխան ջերմաստիճանների տակ երկաթում տեղի ունեցող ալոտրոպիկ և ֆիզիկական փոխակերպումներով: Երկաթը սառեցնելիս ջերմաստիճանի առաջին «կանգառը» տեղի է ունենում 1539°C-ում, քանի որ այս ջերմաստիճանում երկաթը հեղուկ վիճակից փոխվում է պինդ վիճակի. առաջանում է երկաթի առաջին ալոտրոպիկ ձևափոխումը, որն ընդունված է անվանել դելտա-երկաթ և որի բյուրեղային վանդակը ներկայացնում է իրենից ծավալակենտրոնացրած խորանարդ (տես նկ. 3):

Սառեցումը շարունակելիս, դելտա-երկաթը (որը բնորոշ է մագնիսականության բացակայությամբ), իր գոյությունը պահպանում է մինչև 1401°C, որտեղ ենթարկվում է նոր ալոտրոպիկ փոխակերպման և վեր է ածվում գամմա-երկաթի: Այս փոխակերպումը տեղի է ունենում նույնպես հաստատուն ջերմաստիճանում (1401°C), ուստի և դիագրամի վրա արտահայտվում է հորիզոնական ուղիղ գծի հատվածով: Դամմա-երկաթի բյուրեղային վանդակի կառուցվածքը տարբերվում է դելտա-երկաթի բյուրեղային վանդակի կառուցվածքից և արտահայտվում է նիստակենտրոնացրած խորանարդով: Դամմա-երկաթը նույնպես անադնիստական է:

Երբորդ ջերմաստիճանային «կանգառը» տեղի է ունենում 910°C-ում և պայմանավորվում է նոր ալոտրոպիկ փոխակերպումով, երբ գամմա-երկաթը վեր է ածվում ալֆա-երկաթի: Ալֆա-երկաթի բյուրեղային վանդակը նմանվում է դելտա-երկաթի բյուրեղային վանդակի կառուցվածքին և արտահայտվում է ծավալակենտրոնացրած խորանարդի ձևով: Սակայն վանդակի պարամետրի մեծությունն այլ է: Այս ջերմաստիճանում ալֆա-երկաթը նույնպես մագնիսականություն չի դրսևորում: Վերջապես չորրորդ ջերմաս-

տիճանալին «կանգառը» անդի է ունենում 768°-ի պայմաններում Ալստեղ ալոտրոպիկ փոխադարձում տեղի չի ունենում, հետևաբար բյուրեղային վանդակն իր կառուցվածքը չի փոխում: Ջերմաստիճանալին «կանգառը» այս դեպքում պայմանավորվում է մագնիսական փոխակերպումով՝ երկաթը ձեռք է բերում մագնիսականություն:

Պինդ երկաթը տաքացնելիս նրա մեջ տեղի են ունենում, բայց հսկազարձ ուղղությունը, ուսին բնույթի փոխակերպումներ: Սակայն այդ փոխակերպումներին համապատասխանող ջերմաստիճանները («կանգառները») որոշ չափով տարբերվում են երկաթի սառեցման դեպքում տեղի ունեցող փոխակերպումների ջերմաստիճաններից:

Ջերմաստիճանալին «կանգառները», որոնք համապատասխանում են, ինչպես տեսանք, որոշակի փոխակերպումներին, իրենցից ներկայացնում են վերը նշված կրիտիկական կետերը և համաձայն մետաղագիտության մեջ ընդունված կարգի, նշվում են A տառով: Սառեցման պրոցեսի դեպքում A տառի աջ կողմում ավելացվում է Դ տառը, իսկ տաքացման դեպքում՝ C տառը: Տարբեր ջերմաստիճանալին «կանգառները» միմյանցից տարբերելու համար ընդունված է նաև նիշի կողքին ցույց տալ 2, 3, 4 թվական ինդեքսները, որոնք համապատասխանում են նկ. 3-ում բերված փոխակերպումներին:

Այսպիսով, մաքուր երկաթի սառեցման (տաքացման) պրոցեսի ընթացքում՝ որոշակի ջերմաստիճանների պայմաններում, տեղի են ունենում ստրուկտուրային փոխակերպումներ, որոնք պայմանավորվում են բյուրեղային վանդակում տեղի ունեցող ատոմների վերադասավորումով, կամ, ինչպես նշվեց, վերաբյուրեղացումով: Հետևաբար, սովորական ջերմաստիճանների պայմաններում կիրառվող երկաթի ստրուկտուրան չի փոխվում անմիջապես հեղուկ մետաղի պնդացումից հետո, այլ ջերմաստիճանի աստիճանական անկմանը ղուգնելից պինդ վիճակում կրում է մի շարք փոխակերպումներ:

Երկաթի օրինակը եզակի չէ: Տեխնիկական կիրառություն ունեցող մի շարք մետաղներ ենթարկվում են նման ալոտրոպիկ փոխակերպումների: Հասկանալի է, որ նման փոխակերպումների են ենթարկվում նաև այն միահալվածքները, որոնք հիմք են կազմում այդ մետաղները:

§ 2. ՄԻ ՔԱՆԻ ՊԱՐԶ ՍԻՍՏԵՄՆԵՐԻ ՎԻՃԱԿԻ ԴԻԱԳՐԱՄՆԵՐԸ

Միահալվածքներում տեղի ունեցող փոխակերպումները ուսումնասիրելու համար կառուցվում են միահալվածքների վիճակի դիագրամները, որոնք հնարավորություն են տալիս միահալվածքի բաղադրությունը հայտնի լինելու դեպքում որոշել տարբեր ջերմաստիճանների պայմաններում տեղի ունեցող ստրուկտուրային փոխակերպումները, իսկ սովալ սիստեմի տարբեր բաղադրության միահալվածքների համար բնորոշել այդ փոխակերպումների օրինաչափությունները:

Ունենալով միահալվածքների վիճակի դիագրամները, կարելի է որոշել սովալ սիստեմի ցանկացած բաղադրության միահալվածքի պնդացման և հալման ջերմաստիճանները, նրա ստրուկտուրան և հետագոտել պնդացման պրոցեսի ընթացքը: Միահալվածքներում տեղի ունեցող փոխակերպումները ավելի պարզ պատկերացնելու համար ստորև բերվում է երկկոմպոնենտային սիստեմների վերլուծությունը:

Երկկոմպոնենտային միահալվածքների վիճակի դիագրամները կառուցելիս հորիզոնական առանցքով տեղադրվում է միահալվածքի բաղադրությունը՝ տոկոսներով, իսկ ուղղահայաց առանցքով՝ ջերմաստիճանը՝ Ցելսիուսի շոտտախտակով: Այսպիսով, դիագրամի յուրաքանչյուր կետը սիստեմի համապատասխան պայմաններում համապատասխանում է միահալվածքի որոշակի բաղադրությանը և որոշակի ջերմաստիճանին: Հասկանալի է, հետևաբար, որ այդ դիագրամները կառուցելու համար անհրաժեշտ սովալներ կարող են վերցվել համապատասխան բաղադրության միահալվածքը տարբեր ջերմաստիճաններում հետազոտելու միջոցով: Գոյություն ունեն մետաղական միահալվածքների հետազոտման տարբեր մեթոդներ: Իրանցից հիմնականներն են՝ թերմիկական մեթոդը, միկրոստրուկտուրայինը և ռենտգենաստրուկտուրայինը: Հետազոտման այս մեթոդների, ինչպես նաև լուսցուցիչ այլ մեթոդների (կարծրություն, մեխանիկական փորձարկումների, էլեկտրահաղորդականություն, ջերմահաղորդականություն, որոշման, դիլատոմետրական և մագնիսական, նշված ատոմների ուղիղակալ իզոտոպների կիրառման) նկարագրությունը բերվում է հատուկ ձևաբանությունում (տես գրքի վերջում բերված գրականությունը): Այդ պատճառով այստեղ դրանք չեն մեկնաբանվի: Հիշենք միայն, որ այդպիսի հետազոտումները հնարավորություն են տալիս որոշելու միահալվածքների կրիտիկական ջերմաստիճանները, որը շատ կարևոր է վիճակի դիագրամներ կառուցելու համար:

Եթե «միահալվածքների բաղադրությունը—ջերմաստիճանները» կոորդինատային սխեմում տեղադրենք վերջված բաղադրության միահալվածքների պնդացման սկզբի և պնդացման վերջի ջերմաստիճանները և համապատասխանորեն միացնենք այդ կրիտիկական կետերը հոծ գծերով, կստանանք «կապար-անտիմոն» միահալվածքների սխեմի վիճակի դիագրամը, որը բերված է նկ. 4-ի միջին մասում:

Դիագրամի ACB գիծը համապատասխանում է ավելի սխեմի բոլոր միահալվածքների պնդացման սկզբի (հալման վերջի) ջերմաստիճաններին: Դիագրամի DCE գիծը համապատասխանում է միահալվածքների պնդացման վերջի (հալման սկզբի) ջերմաստիճաններին: Դա նշանակում է, որ ACB գծից բարձր ջերմաստիճաններում բոլոր միահալվածքները կլինեն հալված միասեռ լուծույթի վիճակում, իսկ DCE գծից ցածր ջերմաստիճաններում պինդ վիճակում: Վիճակի դիագրամների այն գծերը, որոնք համապատասխանում են պնդացման սկզբի (հալման վերջի) ջերմաստիճաններին, կոչվում են լիկվիդուսի գծեր (liquidus—«հեղուկ»): Պնդացման վերջի (հալման սկզբի) ջերմաստիճաններին համապատասխանող գծերը կոչվում են սոլիդուսի գծեր (solidus—«պինդ»): Ուրեմն, բերված օրինակում ACB գիծը լիկվիդուսի գիծն է, իսկ DCE գիծը՝ սոլիդուսի:

Լիկվիդուսի և սոլիդուսի գծերի ինտերվալում միահալվածքը կաղմված է հեղուկ լուծույթից և պինդ մասնիկներից:

«Կապար-անտիմոն» միահալվածքների վիճակի դիագրամը, որը կառուցված է թևակալիկան փորձարկումներից ստացված տվյալների հիման վրա, իրենից ներկայացնում է խոշոր գիտական ընդհանրացում: Նա ազատում է մեզ տվյալ սխեմի բազմաթիվ միահալվածքների պնդացման և հալման ջերմաստիճանների բնորոշող փորձերից ստացվող թվական տվյալները հիշելու անհրաժեշտությունից:

Վիճակի դիագրամը ճիշտ վերլուծելու միջոցով հնարավոր է որոշել նաև միահալվածքներին վերաբերող քանակական և որակական ցուցանիշները: Այսպես, միահալվածքի կաղմին համապատասխանող կետից տարված ուղղաձիգ գծի հատումով դիագրամի լիկվիդուսի և սոլիդուսի գծերի հետ որոշվում են միահալվածքի պնդացման սկզբի և վերջի ջերմաստիճանները: Դիագրամից երև-

վում է նաև, որ միայն մաքուր կոմպոնենտները՝ կապարն ու անտիմոնը և $13^{0}/_{0}$ անտիմոն պարունակող միահալվածքն են հալվում և պնդանում հաստատուն, խիստ որոշակի ջերմաստիճաններում, և պնդանում հաստատուն, խիստ որոշակի ջերմաստիճաններում, $13^{0}/_{0}$ Sb պարունակող միահալվածքի համար բնորոշ է այն, որ նրա հալման ջերմաստիճանը մաքուր կոմպոնենտների հալման ջերմաստիճաններից ցածր է: Այս տվյալները և միահալվածակի դիագրամի միջոցով վերելի է հետևել սխեմի միահալվածքների բյուրեղացման պրոցեսներին:

Երևույթներն ավելի պարզ պատկերացնելու համար միահալվածքների պնդացման պրոցեսների ուսումնասիրությունը սկսենք դիագրամի C կետին համապատասխանող ($13^{0}/_{0}$ Sb) միահալվածքի պնդացման պրոցեսից: Ինչպես նշվեց վերևում, տվյալ սխեմի կոմպոնենտները՝ կապարը և անտիմոնը պինդ վիճակում միմյանց մեջ գործնականորեն չեն լուծվում: Դա նշանակում է, որ սխեմի բոլոր միահալվածքները պինդ վիճակում այդ երկու կոմպոնենտների մեխանիկական խառնուրդն են համեղիսանում: Ուստի և տվյալ միահալվածքը ($13^{0}/_{0}$ Sb) իր պնդացման որոշակի ջերմաստիճանում հեղուկ միասեռ լուծույթից պետք է փոխակերպվի երկու կոմպոնենտների՝ Pb-ի և Sb-ի մեխանիկական խառնուրդի:

Նկ. 5-ում բերված է այդպիսի միահալվածքի միկրոստրուկտուրան: Ինչպես տեսնում ենք, միահալվածք կաղմող երկու կոմպոնենտներն էլ հավասարաչափ բաշխված են ստրուկտուրայում: Քանի որ ստանձին կոմպոնենտների բյուրեղացումն ընթանում է միաժամանակ միեռնա ջերմաստիճանի պայմաններում, ապա կոմպոնենտներից մեկի (մեկ օրինակում՝ կապարի) բյուրեղացումը հասցընում է ավարտվել հատիկների առաջացումով, իսկ մյուսինը (անտիմոնինը)՝ ոչ: Վերջինիս մասնիկների նորմալ աճին խոչընդոտում է առաջին կոմպոնենտի բյուրեղացման պրոցեսը, որի պատճառով էլ երկրորդ կոմպոնենտի մասնիկները մնում են չգարգացած զննդիտների ձևով: Նկ. 5-ում բերված միկրոստրուկտու-

Նկ. 5. Pb—Sb սխեմի $13^{0}/_{100}$ Sb պարունակող էվտեկտիկական միահալվածքի միկրոստրուկտուրան:

րայում սպիտակ տեղամասերը համապատասխանում են անտի-մոնի ալգայի չզարգացած գենդրիտներին:

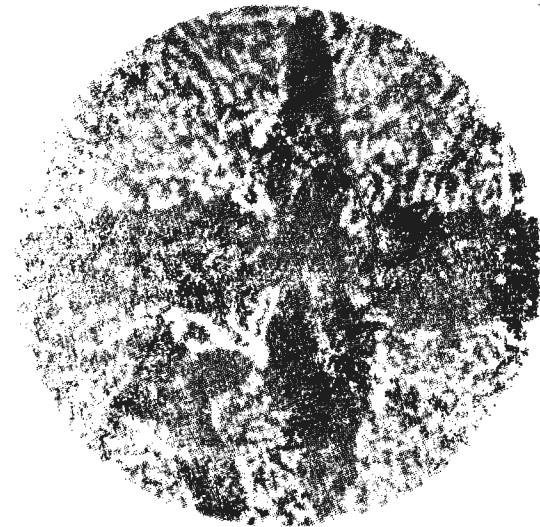
Երկու ֆազերի միաժամանակ պնդացումից ստացվող նման ստրուկտուրան էվտեկտիկական է կոչվում, իսկ ալգայի ստրուկտուրա ունեցող միահալվածքը՝ էվտեկտիկական: Ուրեմն, էվտեկտիկական միահալվածքն ունի պնդացման միայն մեկ կրիտիկական ջերմաստիճան և ներկայացնում է երկու մետաղների կամ ֆազերի մեկը մյուսի մեջ հավասարաչափ բաշխված մեխանիկական խառնուրդ: Միահալվածքների տվյալ



Նկ. 6. 40% Sb պարունակող միահալվածքի միկրոստրուկտուրան:

սիտեմի վիճակի դիագրամից երևում է, որ մյուս միահալվածքներն ունեն պնդացման երկու կրիտիկական ջերմաստիճան, ընդ որում ստորին կրիտիկական ջերմաստիճանը հաստատուն է և համընկնում է էվտեկտիկական միահալվածքի պնդացման կրիտիկական ջերմաստիճանի հետ, իսկ վերին կրիտիկական ջերմաստիճանները տարբեր բաղադրություն միահալվածքների համար տարբեր են և ախճան ավելի բարձր, որքան միահալվածքի բաղադրությունը հեռու է էվտեկտիկական միահալվածքի բաղադրությունից:

Ինչպես ցույց են տվել հետազոտությունները, ալգ երկու կրիտիկական ջերմաստիճանների ինտերվալում տեղի է ունենում մաքուր մետաղներից՝ միահալվածքի կոմպոնենտներից որևէ մեկի բյուրեղացումը, ընդ որում մինչև էվտեկտիկական միահալվածքներում, որոնք դիագրամի վրա անդավորված են C կետից (130% Sb) ձախ, ջերմաստիճանների ալգ ինտերվալում հեղուկ լուծույթից զատվում է մաքուր պինդ կապարը: Հետևելով էվտեկտիկական միահալվածքներում, որոնք դիագրամի վրա տեղավորված են C կետից աջ, հեղուկ լուծույթից որպես պինդ ֆազ կզատվի մաքուր անտիմոնը:



Նկ. 7. 10% Sb պարունակող միահալվածքի միկրոստրուկտուրան:

Երկու դեպքումն էլ մաքուր մետաղների բյուրեղացումը կշարունակվի մինչև DCE սուլիդուսի գիծը:

Փարզ է, որ հեղուկից մաքուր մետաղների զատման պատճառով մինչև էվտեկտիկական միահալվածքներում, ջերմաստիճանի անկմանը զուգընթաց, նրա կոնցենտրացիան կիսոյոթով՝ հեղուկ միահալվածքում կպակասի կապարի պարունակությունը և, հետևաբար, կաճի անտիմոնի հարաբերական քանակությունը, իսկ հետևելով էվտեկտիկական միահալվածքներում հեղուկի մեջ կպակասի անտիմոնի պա-

բունակությունը և կանխ կապարի հարաբերական քանակությունը բյուրեղացման պրոցեսին աչգպես կշարունակվի մինչև ստորին կրիտիկական ջերմաստիճանին (245°) հասնելը: Այս ջերմաստիճանում մնացած հեղուկ լուծույթի կոնցենտրացիան կհամապատասխանի էվտեկտիկական կազմի ($13\% \text{ Sb}$) կոնցենտրացիային, սակայն և միահալվածքի աչգ մասի պնդացումը կընթանա էվտեկտիկական միահալվածքի պնդացման պրոցեսի նման և միահալվածքի աչգ մասի համար կստացվի էվտեկտիկական ստրուկտուրա:

Այսպիսով մինչև էվտեկտիկական միահալվածքների ստրուկտուրան կազմված կլինի սկզբում առաջացած մաքուր կապարի գինդրիտներից, որոնք հետագայում շրջապատվում են էվտեկտիկալով: Հետէվտեկտիկական միահալվածքների ստրուկտուրան մինչև էվտեկտիկական միահալվածքների ստրուկտուրալից տարբերվում է նրանով, որ այս դեպքում որպես անջատ ավելցուկ ֆազ հանդես է գալիս անտիմոնը, որի գինդրիտները շրջապատվում են էվտեկտիկալով:

Նկ. 6-ում բերված է հետէվտեկտիկական $40\% \text{ Sb}$ պարունակող միահալվածքի միկրոստրուկտուրան, որից պարզորոշ երևում է, որ սկզբնական բյուրեղացման ժամանակ առաջացած անտիմոնի առանձին բյուրեղները շրջապատված են հավասարաչափ էվտեկտիկական խառնուրդով:

Նկ. 7-ում դույզ է տրված մինչև էվտեկտիկական $10\% \text{ Sb}$ պարունակող միահալվածքի միկրոստրուկտուրան: Այսպես, ընդհանրապես, սկզբնական բյուրեղացման պրոցեսում առաջացած ավելցուկ կապարի բյուրեղները շրջապատված են էվտեկտիկական խառնուրդով:

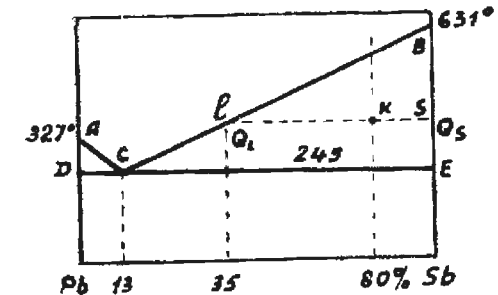
Ընդհանրադիտելով այս ամենը, կարելի է հանդել հետևյալ եզրակացություններին.

ա) Լիկվիդուսի գծից բարձր ընդունված սիստեմի բոլոր միահալվածքները դառնում են միաֆազ հեղուկ լուծույթի վիճակում:

բ) Լիկվիդուսի ACB և սուլիդուսի DCE գծերի միջև ստացվում են երկֆազային սիստեմներ, ընդ որում գիադրամի ACD տեղամասում հեղուկ լուծույթից առաջանում է պինդ կապարը որպես երկրորդ ֆազ, իսկ CBE տեղամասում՝ անտիմոնը:

գ) DCE սուլիդուսի գծից ցած միահալվածքները լիովին պնդանում են, կազմելով երկու ֆազերի՝ կապարի և անտիմոնի միասնական խառնուրդ:

Վիճակի դիագրամները հնարավորություն են տալիս լուրջ քանչևոր միահալվածքում, տվյալ ջերմաստիճանում որոշել ներկա ֆազերի կամ ըստրուկտուրային տարրերի քանակությունների հարաբերական մեծությունները և նրանց քանակական բաղադրությունը: Այդ կատարվում է հալտնի հատվածների օրենքի կիրառումով:



Նկ. 8. Հատվածների օրենքի կիրառումը հեղուկ-անտիմոն-միահալվածքների վիճակի դիագրամում:

Նկ. 8-ում բերված դիագրամի մի ինչ օր կ կետից, որը համապատասխանում է տվյալ միահալվածքի որոշակի ջերմաստիճանին, տարվում է հորիզոնական գծի մինչև դիագրամի գծերի հետ հատվելը:

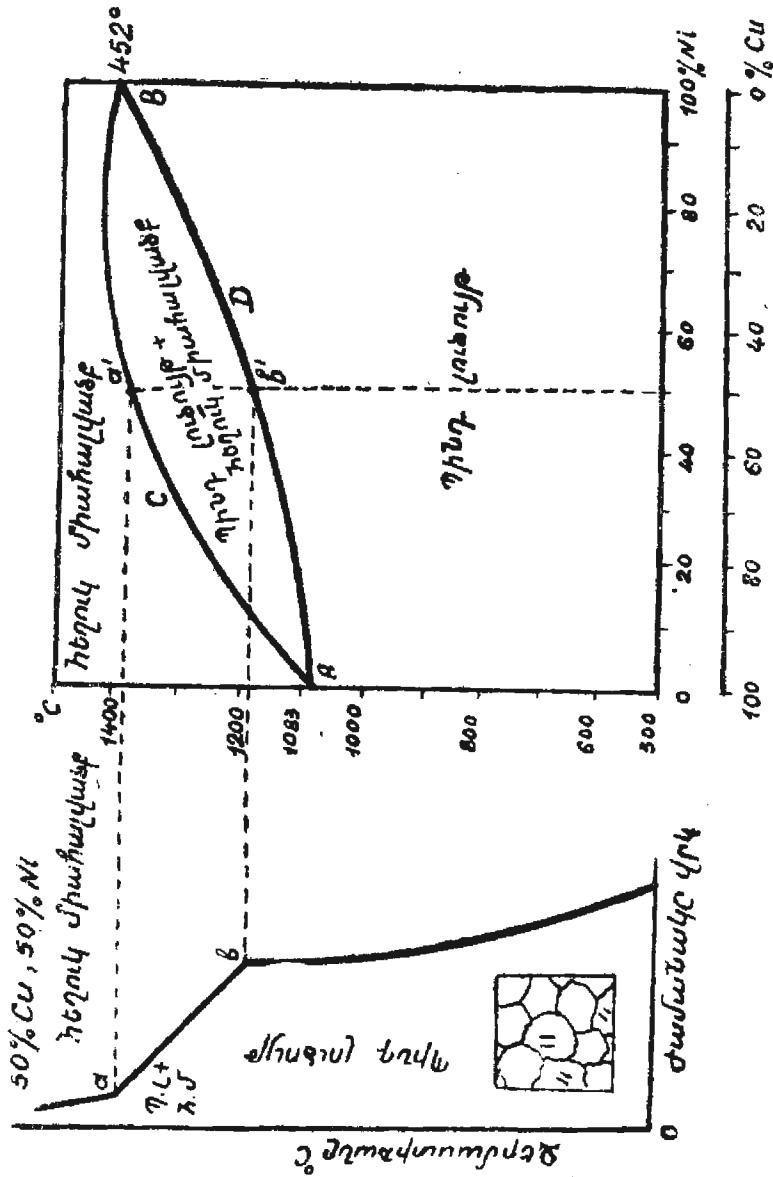
Լիկվիդուսի գծի հետ համաման է կետը ցույց է տալիս հեղուկ ֆազի բաղադրությունը, որը տվյալ պնդում կազմում է՝ $35\% \text{ Sb}$ անտիմոն և $65\% \text{ Pb}$ կապար: Դիագրամի օրգինատի հետ համաման S կետը, համապատասխանում է պինդ ֆազի կազմին, որը, ինչպես երևում է, 100% -անոց պինդ անտիմոն է ներկայացնում: Տվյալ պարմաններում պինդ և հեղուկ ֆազերի կշռային քանակությունները, միահալվածքի ընդհանուր կշռի համեմատությամբ, որոշելու համար կազմվում են հետևյալ հարաբերությունները՝

$$\frac{Q_S}{Q} = \frac{fk}{fS} \text{ և } \frac{Q_L}{Q} = \frac{kS}{fS}, \text{ որտեղ}$$

Q_S -ը պինդ ֆազի, Q_L -ը հեղուկ ֆազի, իսկ Q -ն սամբողջ միահալվածքի կշիռներն են: Պարզ է, որ պինդ և հեղուկ ֆազերի կշռային քանակությունների հարաբերությունը որոշելու համար պետք է օգտվել

$$\frac{Q_S}{Q_L} = \frac{fk}{Sk} \text{ հարաբերությունից:}$$

Ուրեմն, միահալվածքների վիճակի դիագրամները իսկապես հնարավորություն են տալիս որակական վերլուծության հետ միասին կատարել նաև քանակական վերլուծություն:



Նկ. 9. Պղնձ-նիկելի միահալվածքների վիճակի դիագրամը:

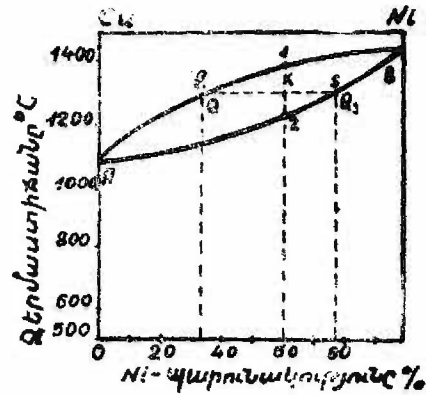
Ի տարբերություն նախորդ դեպքից, այս տիպի վիճակի դիագրամը համապատասխանում է այն միահալվածքներին, որոնց կոմպոնենտները կարող են փոխադարձաբար լրիվ լուծվել ոչ միայն հեղուկ, այլև պինդ վիճակում: Գործնական տիպիկ օրինակ է ներկայացնում պղնձի և նիկելի միահալվածքների վիճակի դիագրամը, որը բերված է Նկ. 9-ում:

Այս կարգի վիճակի դիագրամի, ինչպես նաև բոլոր մյուսների, կառուցման սկզբունքը նույնն է: Սակայն, ինչպես տեսնում ենք, դիագրամի արտաքին տեսքը բոլորովին տարբերվում է նախորդ դիագրամի տեսքից: Որոշակի ջերմաստիճանում պնդանում են միայն մաքուր մետաղները՝ պղինձը (1083°) և նիկելը (1452°): Որստեմի բոլոր միահալվածքների բյուրեղացման պրոցեսն ընթանում է երկու կրիստիկական ջերմաստիճանների ինտերվալում:

ACB լիկվիդուսի գծից բարձր միահալվածքը նորից գտնվում է միասեռ հեղուկ լուծույթի վիճակում: Լիկվիդուսի և ADB սուլիդուսի գծերի միջի ջերմաստիճանային ինտերվալը համապատասխանում է պղնձի և նիկելի միասեռ լուծույթի բյուրեղացման պրոցեսին: Պնդացման պրոցեսն ավարտվում է սուլիդուսի գծին համապատասխանող ջերմաստիճաններում, երբ ամբողջ հեղուկ լուծույթը վերափոխվում է կոմպոնենտների պինդ լուծույթի: Ուրեմն լիկվիդուսի գծից բարձր կանենանք միայն մեկ ֆազ—հեղուկ լուծույթ, լիկվիդուսի և սուլիդուսի գծերի միջև՝ երկու ֆազ—հեղուկ լուծույթ և պինդ լուծույթ, սուլիդուսի գծից ցած՝ մեկ ֆազ—միասեռ պինդ լուծույթ:

Վերևում նշված (էջ 6) պինդ լուծույթի առանձնահատկություններից ակնհերև է, որ ալոպիսի միահալվածքներում ոչ մի ստրուկտուրային բաղադրիչներ չեն կարող: Այսպիսի պինդ միահալվածքի ստրուկտուրան դիտելիս կարող ենք համոզվել, որ նա նմանվում է մաքուր մետաղի հատիկային ստրուկտուրային: Սակայն միահալվածքի կազմում պնդացման ջերմաստիճանների ինտերվալում կոմպոնենտների տարբեր կոնցենտրացիաների պատճառով ստրուկտուրան որոշ դեպքերում առանձնահատուկ տեսք է ընդունում և միայն արտաքինից, այլ ոչ թե էությունից, տարբերվում է մաքուր մետաղի սովորական հատիկային:

ստրուկտուրայից: Այդ հասկանալու համար վերլուծենք մի որոշ կազմի միահալվածքի բյուրեղացման պրոցեսը: Դիցուք միահալվածքը պարունակում է 60% նիկել և 40% պղինձ (նկ. 10):



Նկ. 10. Հալվածների օրենքի կերպումը նիկել-պղինձ միահալվածքների վիճակի դիագրամում:

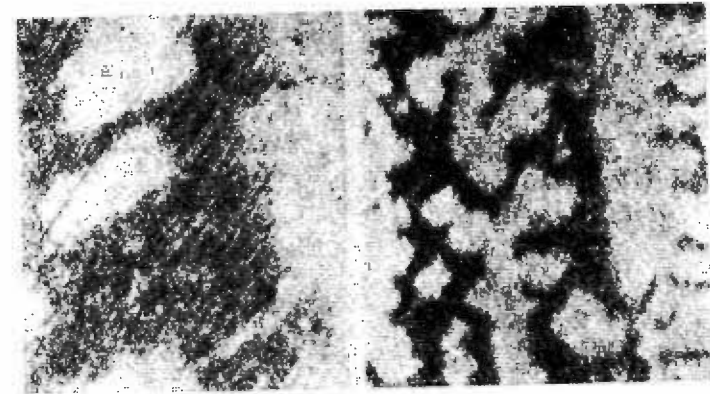
Բաղադրությունները՝ լիկվիդուսի գծի վրայի 1 կետը հեղուկ ֆազի բաղադրությունը, իսկ սոլիդուսի գծի վրայի S կետը՝ պինդ ֆազի բաղադրությունը: Այլ կերպ, K ջերմաստիճանում հեղուկ լուծույթում նիկելի պարունակությունը կլինի 33%, իսկ պինդ լուծույթում՝ 76%: Այստեղից հասկանալի է, որ պնդացման ջերմաստիճանի անկմանը զուգընթաց փոփոխվում են նաև հեղուկ լուծույթի և նրանից առաջացող պինդ լուծույթի բաղադրությունները, ընդ որում հեղուկ լուծույթի բաղադրությունը փոփոխվում է լիկվիդուսի գծով, իսկ պինդ լուծույթի բաղադրությունը՝ սոլիդուսի: Ինչպես երևում է պղինձ-նիկել սիստեմի վիճակի դիագրամից, պնդացման պրոցեսի սկզբում հեղուկ լուծույթից զատվող պինդ լուծույթի բյուրեղները ալիքի հարուստ կլինեն դժվարահալ կոմպոնենտով (սովալ դեպքում նիկելով), իսկ մնացած հեղուկ լուծույթը կհարստանա ալվելի դյուրահալ կոմպոնենտով (սովալ դեպքում՝ պղինձով):

Այսպիսի միահալվածքների պնդացման պրոցեսին ուղեկցող դիֆուզիան ձգտում է հավասարեցնել բաղադրությունը ինչպես առանձին բյուրեղների տարբեր մասերում, այնպես էլ արբյու-

Այս միահալվածքի բյուրեղացման պրոցեսի սկիզբը համապատասխանում է լիկվիդուսի գծի վրա նշված 1 կետին: K կետին համապատասխանող ջերմաստիճանում միահալվածքը կազմված կլինի հեղուկ լուծույթից և պինդ լուծույթի բյուրեղներից: Այս երկու ֆազերի բաղադրությունը որոշելու համար, համաձայն հատվածների օրենքի, K կետից պետք է տարվի հորիզոնական չիժ մինչև դիագրամի գծերին հատվելը: Ստացված 1 և S կետերը ցույց կտան ֆազերի



Նկ. 11-ա. St—Bi միահալվածքի հատիկային ստրուկտուրան:



Նկ. 11-բ. Sb—Bi միահալվածքի դեղձիտային ստրուկտուրան տարբեր չափով խոշորացման դեպքում:

րեղների և մնացած հեղուկ միահալվածքի միջև: Սակայն սառեցման դործնական պայմաններում, հաշվի առնելով պինդ լուծույթում դիֆուզիայի փոքր արագությունը, բաղադրության այդպիսի հավասարեցումը չի հասցնում ավարտվել և վերջնական պնդացումից

հետո պինդ լուծույթը ստանում է կազմի բնորոշ քիմիական անհամասեռություն, որը կոչվում է զենդրիտային կամ միջբյուրեղային լիկվացիա: Դենդրիտային լիկվացիան կարելի է վերացնել միահալվածքը սուլիդուսի գծին մոտ ջերմաստիճաններում երկարատև տաքացնելով: Այդ պրոցեսով հաջողվում է վերացնել միահալվածքի քիմիական անհամասեռությունը և ստանալ միասեռ պինդ լուծույթի ստրուկտուրա, որը նմանվում է մաքուր մետաղների հատիկային ստրուկտուրային: Դենդրիտային լիկվացիան ավելի ցայտուն է արտահայտվում ալն միահալվածքներում, որոնց վիճակի դիագրամների լիկվիդուսի և սուլիդուսի գծերի միջի տարածությունը մեծ է:

Այսպիսով, պինդ լուծույթ կազմող միահալվածքների ստրուկտուրան կարող է լինել հատիկային, եթե հատիկներում կոնցենտրացիան ամենուրեք նույնն է, կամ զենդրիտային, եթե տեղի է ունեցել միջբյուրեղային (զենդրիտային) լիկվացիա: Նկ. 11-ում բերված են պինդ լուծույթի հատիկային (ա) և զենդրիտային (բ) ըստրուկտուրաները Sb—Bi միահալվածքների համար:

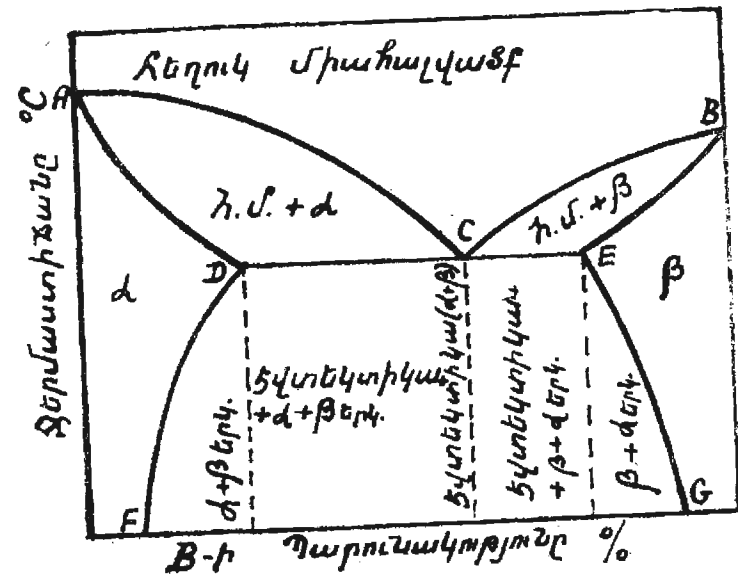
3. ՄԻԱՀԱԼՎԱԾՔՆԵՐԻ ՎԻՃԱԿԻ ԴԻԱԳՐԱՄԸ ԱՅՆ ԴԵՊՏՈՒՄ,
ԵՐՐ ՊԻՆԴ ՎԻՃԱԿՈՒՄ ԿՈՄՊՈՆԵՆՏԵՐԸ ՈՒՆԵՆ
ՍԱՀՄԱՆԱՓԱԿ ԼՈՒԾԵԼԻՈՒԹՅՈՒՆ

Միահալվածքների վիճակի այս դիագրամը բերված է նկ. 12-ում:

Այս ախյի դիագրամները ընդգրկվում են արտադրական մեծ նշանակություն ունեցող Fe-C, Al-Cu և այլ սիստեմների բարդ դիագրամների մեջ:

Ինչպես տեսնում ենք, այստեղ ևս ACB լիկվիդուսի գծից բարձր գտնվում է միասեռ հեղուկ լուծույթի սահմանը: ADCEB գիծը սուլիդուսի գիծն է և համապատասխանում է պնդացման վերջի ջերմաստիճաններին: DCE հորիզոնական գիծը՝ էվտեկտիկական փոխադարձման գիծն է, իսկ C կետը՝ էվտեկտիկական կետն է: Այսպիսով, վիճակի այս դիագրամի D և E կետերով սահմանափակված միջին մասը իր տեսքով նմանվում է առաջի կարգի դիագրամին: Հետևաբար, պնդացման պրոցեսը այս մասում պետք է ավարտվի երկֆազային մեխանիկական խառնուրդի առաջացումով: D կետից դեպի ձախ և վեր, և E կետից դեպի աջ և վեր ընկած սահմաններում դիագրամի տեսքը նմանվում է երկրորդ կարգի դիագրամին: Այսինքն, դիագրամի այս

մասերում պնդացման պրոցեսը պետք է ավարտվի պինդ լուծույթի առաջացումով: Այստեղից հետևում է, որ AD գծից ցած ընկած սահմանը համապատասխանում է մի ինչ որ α պինդ լուծույթի (B կոմպոնենտի պինդ լուծույթը A կոմպոնենտի մեջ), իսկ EB գծից ցած ընկածը՝ մի այլ β պինդ լուծույթի (A կոմպոնենտի պինդ լուծույթը B կոմպոնենտում): Այսպիսով, ACD սահմանում բյուրեղանում է α պինդ լուծույթը, CBE սահմանում՝ β պինդ լուծույթը, իսկ DCE գծին համապատասխանող ջերմաստիճանում առաջացող է վ-



Նկ. 12. Վիճակի դիագրամը պինդ վիճակում միահալվածքի կոմպոնենտների սահմանափակ լուծելիության դեպքում:

տեկտիկական միահալվածքը իրենից ներկայացնում է α և β պինդ լուծույթների հավասարաչափ մեխանիկական խառնուրդը: Դիագրամի վրա ուշադրով ենք DF և EG պինդ լուծույթի մասնակի տարալուծման դեպքը: Հարցի էությունն այն է, որ այս կարգի միատարալուծման դեպքում պինդ լուծույթների կոնցենտրացիան փոխվում է հալվածքներում պինդ լուծույթների կոնցենտրացիան հետ միասին: Ջերմաստիճանի անկախ ջերմաստիճանի փոփոխման հետ միասին: Զերմաստիճանի անկախ մասը գուղընթաց փոքրանում է մի կոմպոնենտի լուծելիությունը մյուսի մեջ: α և β պինդ լուծույթների հազեցման սահմանների

փոփոխումը կախված ջերմաստիճանի փոփոխումից տեղի է ունենում DF և EG կորերով: Այստեղից պարզ է, որ պնդացման պրոցեսում ջերմաստիճանի անկման պատճառով α և β պինդ լուծույթները կրում են որոշ փոխադարձումներ՝ նրանցից զատվում է լուծված կոմպոնենտի մի մասը: Քանի որ α պինդ լուծույթում ալյուրիին β պինդ լուծույթն է, իսկ β պինդ լուծույթում ալյուրիին α պինդ լուծույթն է, ապա առաջինից կգատվի β պինդ լուծույթը, իսկ երկրորդից՝ α պինդ լուծույթը: Ինչպես տեսնում ենք, պինդ լուծույթից առաջանում են նոր նյութի բյուրեղներ, այլ կերպ, տեղի է ունենում բյուրեղացման պրոցես, որը ի տարբերություն առաջնային բյուրեղացման պրոցեսի, երբ պինդ մարմնի բյուրեղներն առաջանում էին հեղուկից, կոչվում է երկրորդային: Այդ կապակցությամբ պինդ լուծույթներից զատված ֆազերը դիագրամի վրա նշանակված են α երկր. և β երկր. α և β պինդ լուծույթների ալյուրի ստարալումը մինչև վերջ չի ընթանում: Բերված վիճակի դիագրամից երևում է, որ որոշ ջերմաստիճանների պայմաններում ալյուրի պինդ լուծույթների հազեցման սահմանները որոշվում են F և G կետերով: Ուրեմն, դիագրամի DF և EG գծերը բնորոշում են α և β պինդ լուծույթների հազեցման սահմանները տարբեր ջերմաստիճաններում, ուստի և կոչվում են պինդ լուծույթի մասնակի տարալուծման գծեր: Այս ամենով է պայմանավորվում այն, որ D և E կետերով սահմանափակված դիագրամի միջին մասում միահալվածքների պնդացումից հետո մինչև վառելիքատիկական միահալվածքներում բացի էվտեկտիկայից և ալիցուսի α ֆազից առկա է, որպես ստրուկտուրային բաղադրիչ, նաև β երկր. ֆազը, իսկ հետէվտեկտիկական միահալվածքներում բացի էվտեկտիկայից և β ֆազից՝ նաև α երկր. ֆազը:

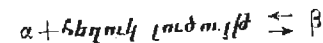
4. ՄԻՆԱԼԱԿԱՄՔԻ ՎԻՃԱԿԻ ԴԻԱԳՐԱՄԸ ՊԵՐԻՏԵԿՏԻԿԱԿԱՆ ՓՈԽԱՊԱՐԺՄԱՆ ԱՌԿԱՅՈՒԹՅԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Այս կարգի միահալվածքների վիճակի դիագրամը բերված է նկ. 13-ում:

Այս դիագրամը համապատասխանում է այն միահալվածքներին, որոնց կոմպոնենտները հեղուկ վիճակում փոխադարձաբար լիովին լուծվում են մեկը մյուսի մեջ, պինդ վիճակում մասնակի լուծելիություն են դրսևորում և բյուրեղացման պրոցեսում կրում են պերիտեկտիկական փոխադարձում, որը էվտեկտիկական փոխադարձման նման տեղի է ունենում հաստատուն ջերմաստիճաններ

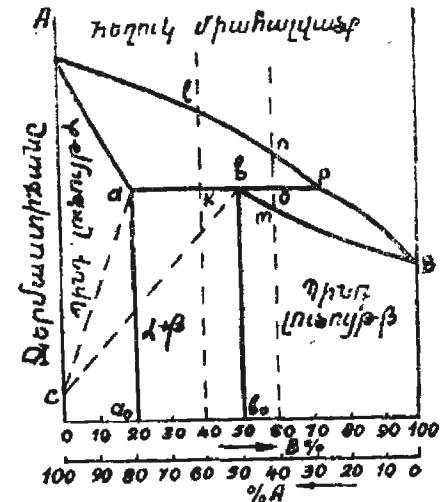
պայմաններում և, հետևաբար, վիճակի դիագրամի վրա արտահայտվում է հորիզոնական գծի համալսմով:

Նկ. 13-ում բերված դիագրամից տեսնում ենք, որ դիագրամի ձախ և աջ սահմաններում գոյանում են α և β պինդ լուծույթներ՝ A կոմպոնենտի կողմից B կոմպոնենտի պինդ լուծույթը A կոմպոնենտի մեջ (α) և B կոմպոնենտի կողմից՝ A կոմպոնենտի պինդ լուծույթը B կոմպոնենտի մեջ (β): Այս դեպքում ևս պինդ լուծույթների միջև տեղափոխված է հորիզոնական ձՅԲ գծով բնորոշվող տեղամասը: Սակայն այդ գիծը, ի տարբերություն էվտեկտիկական փոխադարձման գծից, չի համապատասխանում պնդացման ամենացածր ջերմաստիճանին. նա մաքուր A և B կոմպոնենտների պնդացման ջերմաստիճաններից ցածր չէ, այլ տեղավորվում է ալյուրի ջերմաստիճանների միջև: Ահա այս գծին համապատասխանող ջերմաստիճաններում է տեղի ունենում պերիտեկտիկական փոխադարձումը: Այդ փոխադարձման էությունը կախնում է նրանում, որ սկզբնական շրջանում առաջացած α պինդ լուծույթի և շրջապատող մնացորդային հեղուկի փոխադրեցություն հետևանքով գոյանում է նոր β պինդ լուծույթը: Այդ փոխադարձությունը կարելի է արտահայտել հետևյալ կերպ՝



Պերիտեկտիկական փոխադարձման հետևանքով ստացված ստրուկտուրան այնպես բնորոշական չէ, ինչպես էվտեկտիկականը:

Պերիտեկտիկական փոխադարձման էությունը ալիքի լավ պատկերացնելու համար վերլուծենք 40% B և 60% B միահալվածքների պնդացման պրոցեսները:



Նկ. 13. Վիճակի դիագրամը սահմանային պինդ լուծույթների և պերիտեկտիկական փոխադարձման առկայության դեպքում:

Այս երկու միահալվածքների համար ընդհանրականն այն է, որ ApB լիկվիդուսի գծից բարձր նրանք գտնվում են հեղուկ լուծույթի վիճակում: Առաջի միահալվածքի բյուրեղացումը սկսում է լիկվիդուսի գծի վրա տեղավորված l կետում, իսկ երկրորդինը նույն գծի վրա տեղավորված n կետում: Պնդացման պրոցեսի վերջը առաջի միահալվածքի համար բնորոշվում է $AabmB$ սոլիդուսի գծի վրա տեղավորված k կետով, իսկ երկրորդինը՝ այդ գծի m կետով:

Երկու միահալվածքների պնդացման պրոցեսը մինչև abp հորիզոնական գիծը բնորոշվում է α պինդ լուծույթի առաջացումով և հեղուկ լուծույթի անկայունությամբ: abp գծին համապատասխանող ջերմաստիճանում տեղի է ունենում պերիտեկտիկական փոխադարձում՝ պինդ α ֆազը փոխադրվելով հեղուկ լուծույթի հետ առաջացնում է նոր β պինդ լուծույթ, ընդ որում առաջին միահալվածքում (40% B) պինդ լուծույթի մի մասը չի ծախսվում այդ փոխադարձության վրա ու լրիվ պնդացումից հետո մնում է միահալվածքում β պինդ լուծույթի հետ և ստացվում է երկֆազային ($\alpha + \beta$) մեխանիկական խառնուրդ: Երկրորդ միահալվածքում (60% B) bop գծին համապատասխանող ջերմաստիճանում տեղի ունեցող պերիտեկտիկական փոխադարձումից գոյանում է երկրորդ β ֆազը: Սակայն, քանի որ այս դեպքում հեղուկ լուծույթի քանակը ավելի շատ է, ապա պերիտեկտիկական փոխադարձումը ավարտվում է միայն β պինդ լուծույթի գոյացումով (α պինդ լուծույթը լիովին ծախսվում է այդ նպատակին): Այնուհետև պնդացման պրոցեսը շարունակվում է մինչև m կետը, որից ցած լրիվ պնդացած միահալվածքն իր ստորակտուրայում կունենա միայն մեկ ֆազ— β պինդ լուծույթ: Դիագրամի վրա տեղավորված b և p կետերի միջև բոլոր միահալվածքների ստորակտուրան այսպիսին է:

Նայած միահալվածքի բաղադրությունը, պերիտեկտիկական փոխադարձման դեպքում միահալվածքները կարող են ունենալ տարբեր ստորակտուրա: Եթե միահալվածքի բաղադրությունն ընդգրկվում է a և b սահմանում, նրա ստորակտուրան կազմված կլինի երկու՝ α և β ֆազերից: Եթե միահալվածքի բաղադրությունն ընդգրկվում է b և p կետերի միջև, նա կունենա հատիկային, կամ գենդրիտային միաֆազային պինդ լուծույթի ստորակտուրա:

Պերիտեկտիկական փոխադարձումներով միահալվածքների վիճակի դիագրամները կարող են տարբեր տեսք ունենալ: Այսպես,

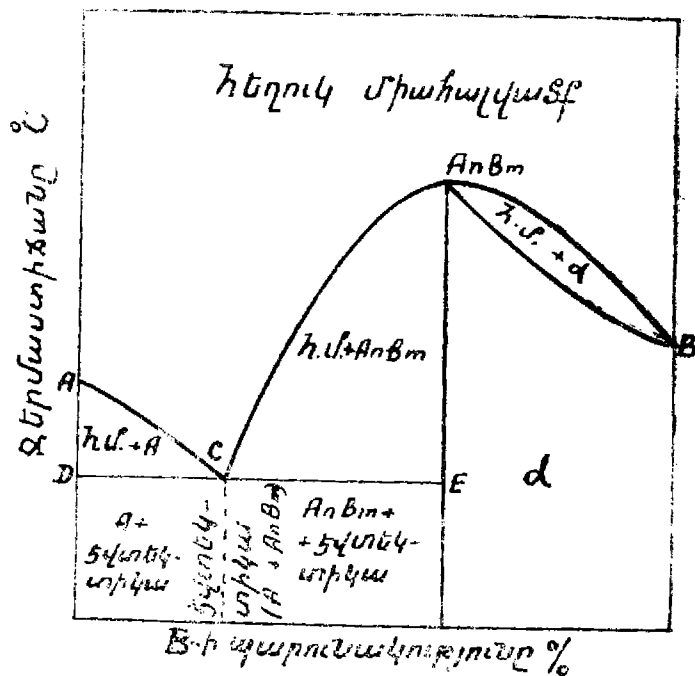
օրինակ, նկ. 13-ում պինդ լուծույթների սահմանափակող գծերը կարող են լինել ոչ միայն ուղղաձիգ, այլև թեք և հաստվեն մի կետում (դիագրամի վրա թեք պոնկտի գծերը և դրանց հատման c կետը): Այս դեպքում վերը բերված դասոդոնթյունները չեն կորցնում իրենց իմաստը: Պերիտեկտիկական փոխադարձումից հետո նույնպես ստացվում է երկու ֆազերի մեխանիկական խառնուրդ: Սակայն ջերմաստիճանի հետագա անկման հետ α պինդ լուծույթը աստիճանաբար փոխակերպվում է β պինդ լուծույթի և cb գծից ցած α պինդ լուծույթ միահալվածքում բոլորովին չի մնում: Ստացվում է միաֆազային (β) միահալվածք: Պերիտեկտիկական այսպիսի փոխադարձման հետ կհանդիպենք հետագայում գործնական մեծ նշանակություն ունեցող երկաթ-ածխածին սիստեմի վիճակի դիագրամը վերլուծելիս:

5. ՄԻԱՀԱԼՎԱԾՔՆԵՐԻ ՎԻՃԱԿԻ ԴԻԱԳՐԱՄԸ ԿՈՄՊՈՆԵՆՏՆԵՐԻ ՄԻՋԵԿ
ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԻԱՑՈՒԹՅԱՆ ԱՌԱՋԱՅՄԱՆ ԴԵՊՓՈՒՄ

Որոշ պայմաններում միահալվածքների պնդացման պրոցեսը կարող է ավարտվել կոմպոնենտների միջև քիմիական միացություն առաջացումով: Քիմիական միացությունը, այնպես, ինչպես և մաքուր մետաղներն ու պինդ լուծույթները, ունի միաֆազային սաբուկտուրա: Վիճակի դիագրամի վրա կալուեն քիմիական միացություն անկայունությունն արտահայտվում է գծերի առանձին ճյուղավորումների մաքսիմումի կետով: Նկ. 14-ում բերված դիագրամի վրա A_nB_m քիմիական միացությունը համապատասխանում է հենց այդպիսի մաքսիմումի կետ, որի օրդինատը ցույց է տալիս քիմիական միացություն կողմող կոմպոնենտների քանակային հարաբերությունը:

Նկ. 14-ից կարելի է նկատել, որ քիմիական միացությունը համապատասխանող այդ կետը դիագրամը բաժանում է երկու ինքնուրույն ափելի պարզ մասերի: Դրանցից առաջինը համապատասխանում է առաջի կարգի միահալվածքների վիճակի դիագրամին, երբ պինդ վիճակում կոմպոնենտների լուծելիությունը բոլորովին բացակայում է, երկրորդը՝ այնպիսի միահալվածքների վիճակի դիագրամին, երբ ընդհակառակը, պինդ վիճակում կոմպոնենտները զրոսորոտ են լրիվ փոխադարձ լուծելիություն: Հասկանալի է, որ երկու դեպքում էլ, որպես այդպիսի պարզ միա-

հալվածքների մեկ ինքնություն կոմպոնենտ հանդես է գալիս ինքը A_0B_0 քիմիական միացությունը: Այս հետևությունը բնորոշ է, ոչ միայն նկ. 14-ում բերված օրինակի համար, այլև միահալվածքների վիճակի բոլոր այն դիագրամներին, որոնք արտահայտում են կոմպոնենտների միջև քիմիական միացություն առաջացումը: Ուրեմն, եթե մի ինչ որ A և B կոմպոնենտների միջև առաջանում է քիմիական միացություն, ապա այդ քիմիական միացությունը դիագրամը բաժանում է ավելի պարզ մասերի, որոնց մեջ նա հանդես է գալիս որպես առանձին ինքնություն կոմպոնենտ: Դա կարելի է նկատել նկ. 14-ում բերված դիագրամի տարրեր տեղափոխելով: Ֆազերի և օրոտկոտերաների նշումները:

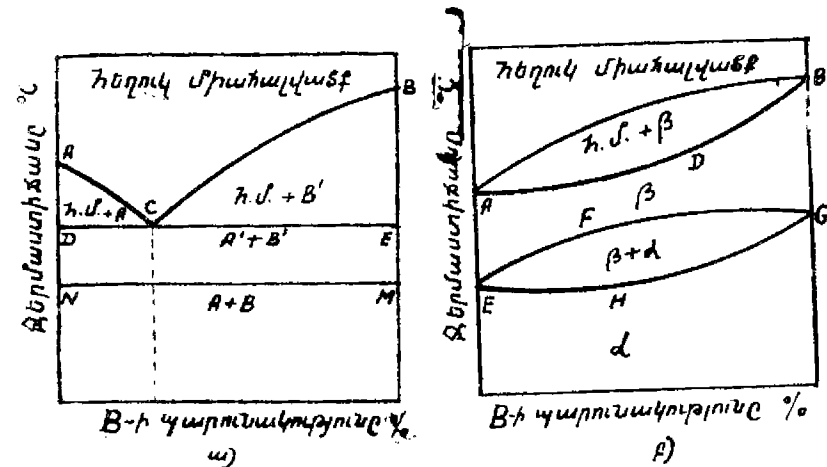


Նկ. 14. Վիճակի դիագրամը այն միահալվածքների համար, որոնց կոմպոնենտները առաջացնում են քիմիական միացություն:

6. ԱՆՈՏՐՈՓԻԿ ՓՈԽԱՊԱՐԱՑՈՒՄՆԵՐ ԿՐՈՂ ՄԻԱՀԱՅՎԱԿԱՅԻՆՆԵՐԻ ՎԵՃԱԿԻ ԳԻՏԱԳՐԱՄՆԵՐԸ

Նկ. 15-ում ցույց են տրված վիճակի դիագրամները օրինակներ

այն միահալվածքների համար, որոնց մեջ պնդացման պրոցեսն ավարտելուց հետո կարող են տեղի ունենալ ալոտրոպիկ փոխադարձումներ:



Նկ. 15. Ալոտրոպիկ փոխադարձումների ենթարկվող միահալվածքների վիճակի դիագրամները:

Նշված երկու դիագրամներից առաջինը (նկ. 15ա) համապատասխանում է այն դեպքին, երբ ալոտրոպիկ փոխադարձումը տեղի է ունենում մեխանիկական խառնուրդի կառուցվածքով միահալվածքի կոմպոնենտներից մեկում (մաքուր մետաղ, կամ քիմիական միացություն): Հասկանալի է, որ այս դեպքում փոխադարձումը սխիզով չի տարրերվի մաքուր մետաղում տեղի ունեցող փոխադարձումից: Անկախ միահալվածքի կազմից, փոխադարձումը կատարվում է միշտ միևնույն ջերմաստիճանում, և վիճակի դիագրամի վրա պինդ միահալվածքների սահմանում արտահայտվում է հորիզոնական գծով (նկ. 15ա-ում՝ NM գիծը): Այդ նշանակում է, որ մեխանիկական խառնուրդ-միահալվածք կազմող A և B մաքուր մետաղներից մեկը նույն ջերմաստիճանի տակ ենթարկվում է ալոտրոպիկ փոխադարձման: Հասկանալի է, որ վիճակի դիագրամի վրա կարող են լինել այդպիսի միջանի հորիզոնական գծեր, եթե մաքուր կոմպոնենտը միջանի ալոտրոպիկ փոխադարձումներ է կրում:

Երկրորդ դիագրամը (նկ. 15բ) արտահայտում է այն ալոտրոպիկ փոխադարձումները, որոնք տեղի են ունենում պնդ լու-

ծուլթի կազմով միահալվածքներում: Եթե ալոտրոպիկ փոխադարձման է ենթարկվում պինդ լուծույթի կոմպոնենտներից որևէ մեկը, ապա նրանից նոր պինդ լուծույթի (α) զատման պատճառով կփոփոխվի առաջին β պինդ լուծույթի կոնցենտրացիան: Դիագրամի վրա նշված EFGH սահմանը համապատասխանում է ալոտրոպիկ փոխադարձման հետևանքով առաջացող այդ նոր α պինդ լուծույթին:

Պետք է նշել, որ այս դեպքում տեղի ունեցող ալոտրոպիկ փոխադարձումները վիճակի դիագրամների վրա արտահայտվում են տարբեր տեսքի գծերով:

7. ՊԻՆԴ ԼՈՒԾՈՒՑԹԻ ԼՐԻՎ ՏԱՐԱԼՈՒԹՄԱՆ ԱՐՏԱՀԱՅՏՈՒՄԸ ՄԻԱՀԱՎԱԾՔՆԵՐԻ ՎԻՃԱԿԻ ԴԻԱԳՐԱՄՆԵՐԻ ՎՐԱ

Վերը խոսվեց պինդ լուծույթի մասնակի տարալուծման մասին: Սակայն լինում են դեպքեր, երբ սառեցման պրոցեսի ընթացքում մի որոշակի ջերմաստիճանում պինդ լուծույթը բոլորովին չի պահպանվում և տարալուծվում է իր կոմպոնենտների մեխանիկական խառնուրդի: Ծիշտ ախպես, ինչպես պնդացման պրոցեսի ընթացքում հեղուկ լուծույթի տարալուծումից հաստատուն ջերմաստիճանում կարող է ստացվել կոմպոնենտների էվտեկտիկական խառնուրդ, պինդ լուծույթի լրիվ տարալուծումից, որ նույնպես տեղի է ունենում հաստատուն ջերմաստիճանում, ստացվում է նման խառնուրդ, որ էվտեկտիկային է կոչվում: Սա իր բնույթով շատ նման է էվտեկտիկական խառնուրդին, սակայն կառուցվածքով ավելի նուրբ է, բաղադրիչ մասերն ավելի մանր են:

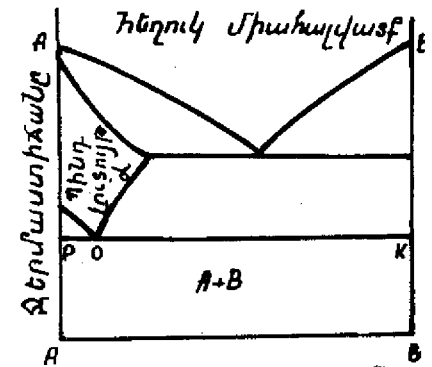
Պինդ լուծույթի լրիվ տարալուծման արտահայտումը վիճակի դիագրամի վրա ցույց է տրված նկ. 16-ում: Այստեղ սկզբնական բյուրեղացումից հետո ստացված α պինդ լուծույթը ρok գծին համապատասխանող ջերմաստիճանում ենթարկվում է լրիվ տարալուծման, որի հետևանքով ստացվում է A և B կոմպոնենտների էվտեկտիկային խառնուրդը: Այս փոխադարձումը կարելի է արտահայտել $\alpha \rightarrow A + B$ սխեմայով:

* * *

Միահալվածքների վիճակի դիագրամների հիմնական տեսակների վերլուծումը կարևոր նշանակություն ունի ավելի բարդ, գործնականում ավելի մեծ արժեք ունեցող սխեմաների վիճակի

դիագրամներն ուսումնասիրելու գործում: Այդպիսիներից է հատկապես երկաթ-ածխածնային միահալվածքների սխեման:

Բացի դրանից, վիճակի դիագրամների ուսումնասիրության միջոցով հնարավոր է եղել օրինաչափություններ կազմել տարբեր միահալվածքների ֆիզիկական և մեխանիկական հատկությունների փոփոխման համար (կուրենակովի օրենքը): Այս հարցը առկա աշխատության մեջ չի մեկնաբանվում և հետաքրքրվողները կարող են օգտվել գրքի վերջում բերված գրականությունից [1, 5]:



Նկ. 16. Պինդ լուծույթի լրիվ տարալուծման արտահայտումը վիճակի դիագրամի վրա:

§ 3. ԵՐԿԱԹ-ԱՇԽԱԾՆԱՅԻՆ ՄԻԱՀԱՎԱԾՔՆԵՐԻ ՎԻՃԱԿԻ ԴԻԱԳՐԱՄԸ

Ստորև բերվում է տեխնիկայում մեծ նշանակություն ունեցող երկաթ-ածխածնային միահալվածքների վիճակի դիագրամի վերլուծությունը, որը հետադառնում կօժանդակի ավելի լավ հասկանալու այդ միահալվածքների ջերմային մշակման պրոցեսները:

Երկաթ-ածխածնային միահալվածքների շարքին են պատկանում կարևորագույն մեքենաշինական նյութերը՝ պողպատը և չուգունը: Պողպատը և չուգունը երկաթի և ալյ խառնվածքների միահալվածքներ են, որոնց ամենակարևոր կոմպոնենտը ածխածինն է: Ածխածինը բնորոշում է ալդ միահալվածքների հիմնական հատկությունները:

Պողպատ է կոչվում այն երկաթ-ածխածնային միահալվածքը, որի մեջ ածխածնի պարունակությունը կազմում է մինչև $2,0\%$ ($2,0\%$ -ից ավելի ածխածին պարունակող երկաթ-ածխածնային միահալվածքները կոչվում են չուգուններ):

Բացի ածխածնից այս միահալվածքները պարունակում են նաև տարբեր քանակությամբ ալյ տարրեր՝ սիլիցիում, մանգան,

Ֆոսֆոր և ծծումբ: Որոշ դեպքերում սեմետայների միահալվածքների մեխանիկական և ֆիզիկական հատկությունները բարելավելու, ինչպես նաև նրանց որոշ հատուկ հատկություններ (հակալորոգիտն ունակություն, մաշակալուծություն, հրակայունություն և այլն) հաղորդելու նպատակով, որպես խառնուկ մտցվում են հատուկ աարերը՝ քրոմ, մանգան, սիլիցիում, նիկել, մոլիբդեն, վոլֆրամ, վանադիում, պղինձ, ալումին: Այսպիսի պողպատներն ու չուգունները կոչվում են լեգիրված, կամ հատուկ պողպատներ ու չուգուններ:

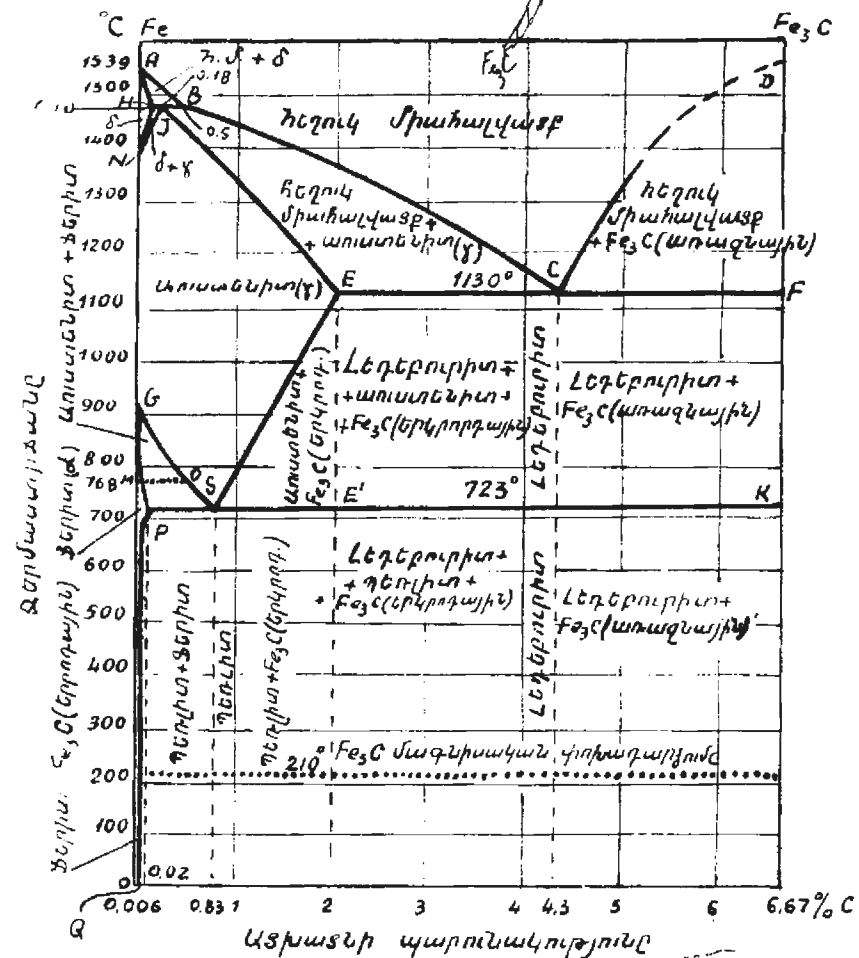
Չնայած պողպատների և չուգունների այսպիսի բարդ բաղադրությամբ երկաթ-ածխածնային միահալվածքների վիճակի դիագրամը ուսումնասիրելիս պայմանականորեն ընդունվում է, որ պողպատը և չուգունը ներկայացնում են երկկուպոնենտային՝ երկաթից և ածխածնից կազմված միահալվածքներ, այնքան, որքան, ինչպես նշվեց վերևում, նրանց հատկությունները հիմնականում բնորոշվում են ածխածնի առկայությամբ:

Երկաթ-ածխածնային դիագրամի բնդհանուր տեսքը բերված է նկ. 17-ում: Այստեղ հորիզոնական առանցքով տեղադրված է ածխածնի պարունակությունը միահալվածքում (տոկոսներով), իսկ ուղղահայաց առանցքով՝ ջերմաստիճանները:

Երկաթ-ածխածնային միահալվածքների վիճակի դիագրամը լծույլ է տալիս որոշել ցանկացած կազմի պողպատի և չուգունի հալման և պնդացման ջերմաստիճանները և այն ստրուկտուրային փոխակերպումները, որոնք տեղի են ունենում պողպատում և չուգունում՝ նրանց, սառեցման և տաքացման ժամանակ: Երկաթ-ածխածնային միահալվածքի տարրեր բաղադրության և սառեցման պայմանների դեպքում երկաթն ու ածխածինը կարող են հանդես գալ ինչպես մեխանիկական խառնուրդի, այնպես էլ քիմիական միացություն և պինդ լուծույթի ձևով:

Բնդհանուր գիտությունները դիագրամի վերաբերյալ կայանում են հետևյալում:

Ինչպես տեսնում ենք, բոտ ածխածնի քանակի դիագրամը մինչև վերջ չի շարունակված, այլ բնդհատված է ախտեղ, որտեղ երկաթն ու ածխածինը կազմում են ցեմենտիտ կոչվող Fe_3C քիմիական միացությունը ($C=6,67\%$): Դա բացատրվում է նրանով, որ տեխնիկական կիրառում ունեցող երկաթի միահալվածքներում ածխածնի պարունակությունը կազմում է մինչև 50% , իսկ դիագրամի հետցեմենտային մասը շատ քիչ է ուսումնասիրված:



Նկ. 17. Երկաթ-ածխածնային միահալվածքների վիճակի դիագրամ:

Դիագրամի ձախ ուղղահայաց առանցքի վրա գտնվող A կետը համապատասխանում է մաքուր երկաթի հալման ջերմաստիճանին (1539°), իսկ աջ առանցքի վրա գտնվող D կետը՝ մաքուր ցեմենտիտի հալման ջերմաստիճանին (1600°):

ABCD լիկվիդուսի գծից բարձր թուր միահալվածքները գտնվում են հեղուկ վիճակում:

Ինչպես երևում է դիագրամից, ածխածնի քանակի ավելացման

պատճառով լիկվիդուսի գիծը սկզբում իջնում է, հասնելով նվազագույն արժեքի C կետում (1130°), որը համապատասխանում է ածխածնի $4,30/0$ -ին, և այնուհետև նորից բարձրանում է մինչև D կետը:

ANJECF սուլիդուս կոչվող գծից ցած ջերմաստիճաններում միահալվածքները կլինեն պինդ վիճակում: Եթե ածխածնի պարունակությունը միահալվածքում $4,30/0$ -ից ցածր է, ապա նրա պընդացման պրոցեսն ընթանում է ABC և ANJEC գծերի միջի ջերմաստիճանային սահմանում և ավարտվում է առևտենիդ կոչվող պինդ լուծույթի առաջացմամբ:

Առևտենիդը ցեմենտիտի պինդ լուծույթն է գամմա-երկաթի մեջ:

Մինչև $0,50/0$ ածխածին պարունակող միահալվածքներում սկզբնական բյուրեղացման պրոցեսը ընթանում է որոշ առանձնահատկություններով (դիագրամի վերին ձախ մասը):

Այստեղ, AB գծին համապատասխանող ջերմաստիճաններում հեղուկ լուծույթից սկսում է զատվել ձ պինդ լուծույթը: HJB հորիզոնական գծին համապատասխանող ջերմաստիճանում (1452°) տեղի է ունենում պերիտեկտիկական փոխադարձում, որի ընթացքում ձ պինդ լուծույթը փոխադրում է հեղուկ լուծույթի հետ և զույնում է նոր՝ γ պինդ լուծույթ, որը առևտենիտ է կոչվում: Այդ փոխադարձման կապակցությամբ, HJN տեղամասում պինդ միահալվածքը ծ և γ պինդ լուծույթների խառնուրդ է ներկայացնում, իսկ AHN տեղամասում կազմված է միայն ձ պինդ լուծույթից: J կետից աջ ընկած միահալվածքներում (մինչև $0,50/0$ C) պերիտեկտիկական փոխադարձույթից հետո առաջացած առևտենիտի հետ միասին ֆուլում է նաև հեղուկ լուծույթ, որը ջերմաստիճանի անկման հետ աստիճանաբար վերափոխվում է առևտենիտի: Սուլիդուսի գծին համապատասխանող ջերմաստիճաններում պնդացման պրոցեսն ավարտվում է միայն առևտենիտային ստրուկտուրայի առաջացումով:

Եթե ածխածնի պարունակությունը $4,30/0$ -ից ավելի է, ապա միահալվածքի պնդացումը ընթանում է CD և CF գծերի ջերմաստիճանային ինտերվալում: Այս դեպքում հեղուկից անջատվում են պինդ ցեմենտիտի մասնիկները:

Սուլիդուսի գծից ցած գտնվող դիագրամի բոլոր մյուս տեղամասերը արդեն վերաբերում են միահալվածքների պինդ վիճակին: Եթե միահալվածքում ածխածնի պարունակությունը մինչև $2,00/0$ է, այսինքն, երբ երկաթ-ածխածնային միահալվածքը իրեն

նից պողպատ է ներկայացնում, պնդացման պրոցեսն ավարտվում է միայն առևտենիտի առաջացումով: Ածխածինը $2,00/0$ -ից ավելի լինելու դեպքում, երբ երկաթ-ածխածնային միահալվածքը իրենից չուզուկ է ներկայացնում, պնդացման պրոցեսն ավարտվում է առևտենիտից և ցեմենտիտից բաղկացած մեխանիկական խառնուրդի առաջացումով: Այսպիսով, պողպատներում սկզբնական բյուրեղացման պրոցեսն ավարտվում է պինդ լուծույթի՝ առևտենիտի գոյացմամբ, իսկ չուզուկներում՝ երկու միասեռ մասերի՝ առևտենիտի և ցեմենտիտի մեխանիկական խառնուրդի առաջացումով:

Պողպատում առևտենիտը կարող է հանդես գալ լուծվող նյութի՝ ածխածնի տարբեր կոնցենտրացիայով: Առևտենիտում ածխածնի առավելագույն պարունակությունը, որը համապատասխանում է ածխածնի $2,00/0$ -ին, ստացվում է 1130° -ում: Ավելի ցածր ջերմաստիճաններում գամմա-երկաթը չի կարող լուծել իր մեջ ալդպիտի քանակությամբ ածխածին: Դրանով է բացատրվում այն, որ ջերմաստիճանի հետագա անկման հետ առևտենիտը ենթարկվում է մասնակի տարալուծման: Տվյալ ջերմաստիճանի համար ցեմենտիտի ավելորդ քանակը անջատվում է պինդ լուծույթից, կազմելով նրա հետ մեխանիկական խառնուրդ: Միահալվածքի մի որևէ բաղադրությամբ համապատասխանող ES գծի վրա գտնվող կետը ցույց է տալիս տարալուծված առևտենիտի կոնցենտրացիան ըստ ածխածնի, իսկ ES գիծը ամբողջությամբ՝ առևտենիտի մասնակի տարալուծման քուլվը: Այսպիսով, դիագրամի ES գծից ցած ընկած ESE սահմանում միահալվածքը բաղկացած կլինի երկու միասեռ բաղադրիչ մասերից՝ առևտենիտից և նույն առևտենիտի տարալուծումից ստացված ցեմենտիտից: Առևտենիտի մասնակի տարալուծումը շարունակվում է մինչև 723° -ը: Այս ջերմաստիճանում, երբ առևտենիտի կոնցենտրացիան ըստ ածխածնի հավասարվում է $0,830/0$ -ի (դիագրամի S կետը), ածխածնի լուծումը գամմա-երկաթում դառնում է անհնարին՝ առևտենիտը ենթարկվում է լրիվ տարալուծման և վեր է ածվում իր բաղադրիչ մասերի՝ ֆերիտի և ցեմենտիտի մեխանիկական խառնուրդի: Ֆերիտը ածխածնի պինդ լուծույթն է ալֆա-երկաթում:

Այս կապակցությամբ պետք է հիշել, որ երկաթ-ածխածնային միահալվածքներում մաքուր ալֆա-երկաթ երբեք չի ստացվում, քանի որ նույնիսկ ածխածնի ամենափոքր քանակությամբ դեպքում նա լուծվում է երկաթի մեջ և տալիս ալֆա-երկաթի հիմքով կազմված ֆերիտ կոչվող պինդ լուծույթ: Երկաթ-ածխածնային միահալվածքների վիճակի դիագրամի վրա միայն ֆերիտի

գոյացմանը համապատասխանում է GPQ տեղամասը (դիագրամի ներքին ձախ մասը): Ինչպես տեսնում ենք, ածխածնի առավել լուծելիությունը ալֆա-երկաթում 723° -ում հավասար է $0,020/0$ -ի: Զերմաստիճանի անկման հետ ածխածնի լուծելիությունը ալֆա-երկաթում նվազում է և 0° -ի պարմաններում հալասարվում է $0,006/0$ -ի: Ցարբեր ջերմաստիճաններում ածխածնի լուծելիությունը ալֆա երկաթում, կամ այլ կերպ, ֆերիտի կոնցենտրացիան ըստ ածխածնի, բնութագրվում է դիագրամի PQ գծով:

Այսպիսով, 723° -ում առևտնետի տարալուծումից ստացված խառնուրդի բաղադրիչ մասերը կլինեն ֆերիտը և ցեմենտիտը: Այս էվտեկտոիդային մեխանիկական խառնուրդը, որի մեջ ածխածինը կազմում է $0,83/0$, կոչվում է պեուխտ:

Եթե պողպատում ածխածնի պարունակությունը $0,83/0$ -ից ավելի է, ապա նրա վերջնական սարուկտուրայում պեուխտի բյուրեղները շրջապատվում են սկզբում՝ առևտնետի մասնակի տարալուծումից (դիագրամի ES գծի վրա) առաջացած ցեմենտիտի ցանցով:

Այն դեպքում, երբ պողպատում ածխածնի պարունակությունը $0,83/0$ -ից ցածր է, պողպատի սառեցման պրոցեսի բնթացքում տեղի ունեցող երևույթները իրենց բնույթով որոշ չափով տարբերվում են նախորդ դեպքերում նկարագրված երևույթներից: Այս դեպքում էլ հեղուկ պողպատի պնդացումը նույնպես ավարտվում է դիագրամի AE գծին համապատասխանող ջերմաստիճաններում առևտնետի առաջացումով: Պողպատի հետագա սառեցումը ոչ մի սարուկտուրային փոխադարձություններ առաջ չի բերում մինչև դիագրամի GS գիծը: GS գծին համապատասխանող ջերմաստիճաններում տեղի են ունենում փոխադարձություններ, որոնց էությունը կայանում է հետևյալում: Դիագրամի G կետը, ինչպես արդեն մեզ հայտնի է, համապատասխանում է 906° -ում տեղի ունեցող գամմա-երկաթի ալոտրոպիկ փոխակերպմանը ալֆա-երկաթի:

Դիագրամի GS գիծը ցույց է տալիս, որ այդ միահալվածքներում, ածխածնի պարունակության ավելացման հետ միասին, առևտնետի տարալուծման սկզբի ջերմաստիճանն իջնում է:

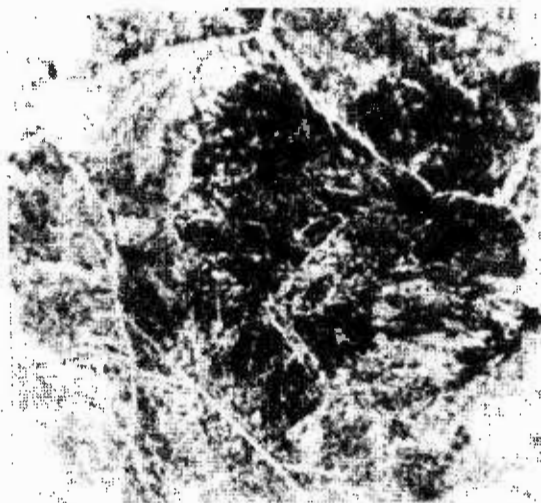
Այդ նշանակում է, որ ածխածնի պարունակությունը ավելանալու հետ միասին, գամմա-երկաթից ալֆա-երկաթի փոխակերպման ջերմաստիճանը ցածրանում է, հասնելով 723° -ի, ածխածնի

$0,83/0$ պարունակության դեպքում: Հետևաբար դիագրամի GS գիծը համապատասխանում է պողպատում գամմա-երկաթի ալոտրոպիկ փոխադարձմանը ալֆա-երկաթի, որը և արատհալվում է γ պինդ լուծույթից (առևտնետից) ֆերիտի մասնակի առաջացմով: Հասկանալի է, որ առևտնետից ֆերիտի մասնակի առաջացման հետ միասին, ածխածնի տոկոսային պարունակությունը կաճի GS գծին համապատասխան, ձգտելով պեուխտային պողպատի բաղադրությանը, որն, ինչպես նշեցինք, պարունակում է $0,83/0$ ածխածին: Դիագրամի S կետում (723°) ածխածնի պարունակությունը առևտնետում հավասարվում է $0,83/0$ -ի: Սառեցվող պողպատի այդ մասը, որը դեռ չի հասցրել կրել ալոտրոպիկ փոխակերպում, կենթարկվի լրիվ տարալուծման, տալով միահալվածքի բաղադրիչ մասերի՝ ֆերիտի և ցեմենտիտի մասը բյուրեղների մեխանիկական խառնուրդ, որն անվանեցինք պեուխտ:

Այսպիսով, $0,83/0$ -ից քիչ ածխածին պարունակող պողպատների (մինչև էվտեկտոիդային պողպատների) սարուկտուրայում ստացվում են պեուխտի բյուրեղներ, որոնք շրջապատված են ֆերիտի բյուրեղների ցանցով: Երբ պողպատում պարունակվում է $0,83/0$ ածխածին (էվտեկտոիդային պողպատ), ապա նրա սարուկտուրայում ստացվում է միայն պեուխտ, իսկ $0,83/0$ -ից ավելի ածխածին պարունակող պողպատում (հետէվտեկտոիդային պողպատ)՝ պեուխտ և ցեմենտիտ: Պողպատների սարուկտուրաները բնորոշում են նրանց հատկությունները: Այսպես, որքան քիչ է պողպատում ածխածնի պարունակությունը, այնքան սարուկտուրայում ավելի մեծ կլինեն ֆերիտային տեղամասերը և, հետևաբար, այնքան ավելի փափուկ և ճշուն կլինի պողպատը: Ընդհակառակը, պողպատում ածխածնի շատ պարունակության դեպքում սարուկտուրայում ավելանում են պեուխտային և ցեմենտիտային տեղամասերը, որի պատճառով էլ այս պողպատները լինում են կարծր և փխրուն:

Նկ. 18-ում ցույց են տրված տարբեր բաղադրության պողպատների միկրոսարուկտուրաները:

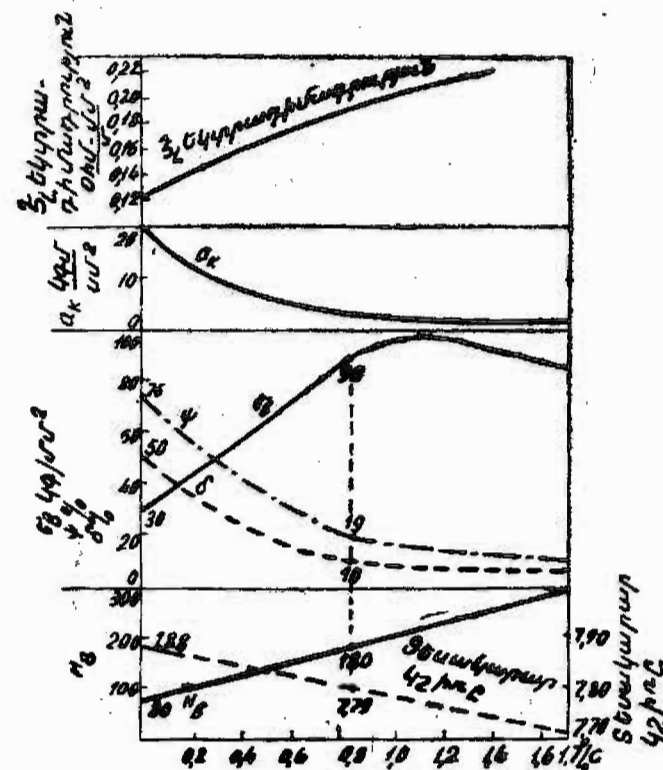
Պետք է նշել, որ պինդ միահալվածքում առևտնետի տարալուծումը և փոխակերպումները տեղի են ունենում աստիճանաբար և պահանջում են որոշակի ժամանակ լրիվ ավարտելու համար: Այդ պատճառով, նշված սարուկտուրաները պողպատում կարող են սաացվել միայն շատ դանդաղ սառեցման դեպքում: Եթե GSE գծից բարձր տաքացված պողպատի սառեցումը կատարվի



Նկ. 18. Տարբեր բաղադրության պողպատների միկրոստրուկտուրաները.
ա) մինչէփտեկտոիդային պողպատ, բ) հետէփտեկտոիդային պողպատ:

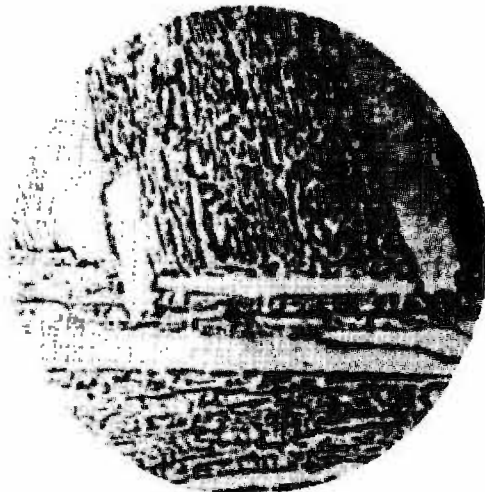
արագ, առուստենիտը չի հասցնի լրիվ տարալուծվել և պողպատը
կընդունի այլ, դիագրամային չհամապատասխանող, ստրուկտուրա:
Պողպատի այս հատկությունը օգտագործվում է նրա շերտային
մշակման ժամանակ:

Պողպատի տաքացման ժամանակ բոլոր նշված փոխադարձում-
ները տեղի են ունենում հակառակ կարգով:



Նկ. 19. Պողպատի հատկությունների փոփոխումը կախված անոթների
պարունակությունից:

Նկ. 19-ում ցույց է տրված պողպատների ֆիզիկա-մեխանի-
կական հատկությունների կախումը անոթների պարունակությունից:
Չուգունների պնդացման պրոցեսը, անկախ անոթների պար-
ունակությունից, ավարտվում է դիագրամի ECF գծին համա-
պատասխանող շերտաստիճաններում:



Նկ. 22. ա) միջնջված ելակալիկական շուգունի միկրոստրուկտուրան:



Նկ. 22բ. էվտեկտիկական շուգունի (լեդեբուրիտ) միկրոստրուկտուրան:

Էվտեկտիկական C կետից աջ գտնվող տեղամասում սկզբնական բյուրեղացման պրոցեսն ավարտվում է առաջնային ցեմենտիտի և էվտեկտիկական խառնուրդի-լեդերուրիտի առաջացումով: Լեդերուրիտը ցեմենտիտի և առևտենիտի էվտեկտիկական խառնուրդն է:



Նկ. 22գ. Հետէվտեկտիկական շուգունի միկրոստրուկտուրան:

C կետից ձախ գտնվող տեղամասում առիկ ունեցող բյուրեղացման պրոցեսի էությունը կայանում է հետևյալում. ինչպես նշեցինք, BC և BJE C գծերի միջև ընկած գոտիում առաջանում են առևտենիտի բյուրեղները և այդ պրոցեսը շարունակվում է մինչև EC գծին համապատասխանող ջերմաստիճանը: Այդ դեպքում, BC գծից մինչև BJE C գծի ջերմաստիճանի շրջանում հետ հեղուկ լուծույթի մեջ ամփածնի կոնցենտրացիան աճում է և երբ ջերմաստիճանը հավասարվում է հորիզոնական EC գծին համապատասխանող ջերմաստիճանին, հեղուկ միահալվածքի բաղադրությունը նմանվում է էվտեկտիկական միահալվածքի բաղադրությանը: Ուստի $4,30/0$ անփափան պարունակող միացած հեղուկ լուծույթի պնդանալուց հետո, առաջանում է լեդերուրիտ: Հետևաբար, բարձր ջերմաստիճաններում միջնջված ելակալիկական շուգունների ստրուկտուրան կազմված կլինի առևտենիտից և լեդերուրիտից: Դրանց ավելանում է նաև երկրորդային ցեմենտիտը, որն առաջանում է առևտենիտի մասնակի տարալուծումից:

Էվտեկտիկական շուգունի ստրուկտուրան բաղկացած է միայն լեդերուրիտից:

Ջերմաստիճանը աստիճանաբար իջնելով մինչև 723° -ը, ինչպես և պողպատներում, շուգունի ստրուկտուրայի առևտենիտային մասը ենթարկվում է լրիվ տարալուծման և ստացվում է պեռլիտ:

Չուգունների վերջնական ստրուկտուրան բաղկացած է պեռլիտից և ցեմենտիտից: Նկ. 20 և նկ. 21-ում ցույց է տրված տարբեր բաղադրության չուգունների ստրուկտուրաների ձևավորման սխեմաները, իսկ նկ. 22-ում չուգունների ստրուկտուրաների լուսանկարները:

Պետք է նշել նաև, որ վերլուծած դիագրամը ընդգրկում է, ալյապես կոչվող, ցեմենտիտային միահալվածքների սխեմաներ՝ պողպատները և սպիտակ չուգունները: Հայտնի է նաև գրաֆիտային սխեմանի միահալվածքների դիագրամը, որը վերաբերում է գորշ չուգուններին:

Այստեղից կարելի է եզրակացնել, որ պողպատի և չուգունի մեջ տեղի ունեցող փոխակերպումները հիմնականում պայմանավորվում են ջերմաստիճանի փոփոխություններով: Այդ կապակցությամբ մետաղների ջերմային մշակման պրոցեսների համար անհրաժեշտ է փոխակերպումների ջերմաստիճանները (կրիտիկական կետերը) նշանակել որոշակի պայմանական նշաններով: Կրիտիկական ջերմաստիճանները նշանակելու համար վերցված է մաքուր երկաթի կրիտիկական ջերմաստիճանների համար վերեւում ընդունված կարգը որոշ լրացումներով, որովհետև պողպատում, բացի ալոտրոպիկ փոխակերպումներից, տեղի է ունենում նաև աուստենիտի մասնակի և լրիվ տարալուծում: Ամփոփելով պողպատում տեղի ունեցող բոլոր փոխակերպումները՝ նրա տաքացման և սառեցման ընթացքում, կրիտիկական ջերմաստիճանների համար կարելի է ընդունել հետևյալ նշանները.

1. Պողպատը տաքացնելիս՝

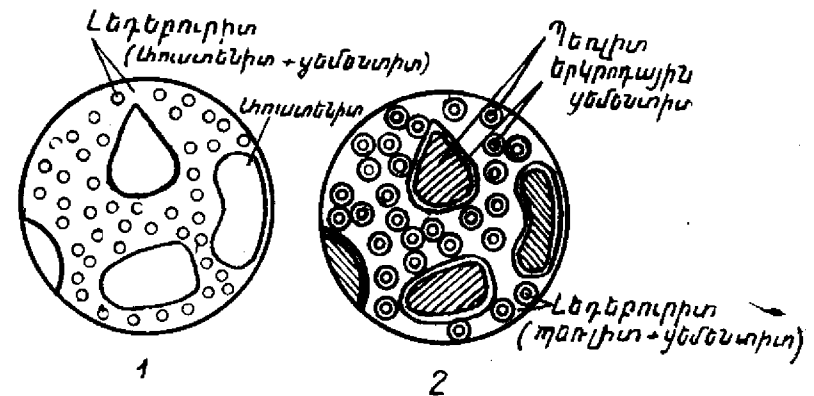
1. $Ac_1 - 0,83\%$ ածխածնի պարունակությամբ պողպատում պեռլիտը աուստենիտի փոխակերպվելու կրիտիկական ջերմաստիճանը,

2. Ac_2 — մագնիսական սլֆա-երկաթը անմագնիսական երկաթի փոխակերպվելու կրիտիկական ջերմաստիճանը,

3. Ac_3 — ֆերիտը ամբողջությամբ աուստենիտի փոխակերպվելու կրիտիկական ջերմաստիճանը,

4. Ac_4 — գամմա-լուծույթը դելտա-լուծույթի փոխվելու կրիտիկական ջերմաստիճանը,

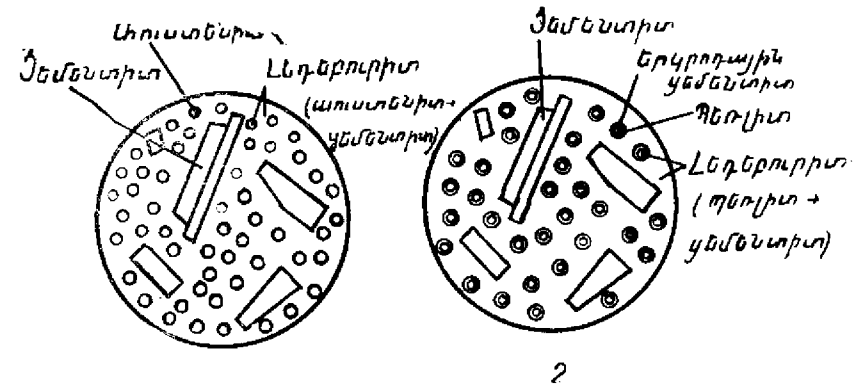
5. Ac_{cm} — երկրորդային ցեմենտիտը աուստենիտի մեջ ամբողջությամբ լուծվելու կրիտիկական ջերմաստիճանը:



Նկ. 20. Միջնվտեկտիկական չուգունի ստրուկտուրայի ձևավորման տարբեր ստադիաները բյուրեղացման և սառեցման ընթացքում:

1. Չուգունի ստրուկտուրան սղիդուսի գծից 1—2° ցածր: Աուստենիտի խոշոր հատիկները շրջապատված են էվտեկտիկայով (լեդերուրիտով):

2. Չուգունի ստրուկտուրան 723°-ից ցածր: պեռլիտի խոշոր հատիկները շրջապատված են երկրորդային ցեմենտիտի շերտով, որի շրջապատում տեղադրված է վերափոխված էվտեկտիկան (լեդերուրիտով):



Նկ. 21. Հետեվտեկտիկական չուգունի ստրուկտուրայի ձևավորման տարբեր ստադիաները բյուրեղացման և սառեցման ընթացքում:

1. Չուգունի ստրուկտուրան սղիդուսի գծից մի քիչ ցած ջերմաստիճաններում: ցեմենտիտի խոշոր հատիկները շրջապատված են լեդերուրիտով:

2. Չուգունի ստրուկտուրան 723°-ից ցածր: ցեմենտիտի խոշոր բյուրեղները շրջապատված են վերափոխված լեդերուրիտով, որի շրջապատում տեղադրվում է երկրորդային ցեմենտիտը:

II. Պողպատը սառեցնելիս՝

1. Ar_4 —դեկտա-լուծույթը գամմա-լուծույթի փոխվելու կրիտիկական ջերմաստիճանը,

2. Ar_3 —առաստենիտից ֆերիտ անջատվելու կրիտիկական ջերմաստիճանը,

3. Ar_{cm} —առաստենիտից ցեմենտիտ անջատվելու կրիտիկական ջերմաստիճանը,

4. Ar_2 —անմագնիսական ալֆա-երկաթը մագնիսական երկաթի փոխարկվելու կրիտիկական ջերմաստիճանը,

5. $Ar_1=0,83\%$ ածխածին պարունակող պինդ լուծույթը (առաստենիտը) տարալուծվելու և պեռլիտ առաջանալու կրիտիկական ջերմաստիճանը:

Ջերմային մշակման պրոցեսների համար հատկապես մեծ նշանակություն ունեն Ac_1 , Ar_1 , Ac_3 , Ar_3 և Ac_{cm} , Ar_{cm} կրիտիկական կետերը, որոնցից Ac_1 և Ar_1 կետերը երրեքն անվանում են ստորին կրիտիկական կետեր, իսկ Ac_3 , Ac_{cm} , Ar_3 և Ar_{cm} կետերը՝ վերին կրիտիկական կետեր:

ՊՆՈՒՆ ԵՐԿՐՈՐԻ

ՊՈՂՊԱՏԻ ՋԵՐՄԱՅԻՆ ԵՎ ՋԵՐՄԱ-ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄՇԱԿՈՒՄԸ

Պողպատի ջերմային մշակում կոչվում է այն տեխնոլոգիական պրոցեսը, որի ընթացքում պողպատը մինչև մի որոշակի ջերմաստիճան տաքացնելու և հետագայում տարբեր արագությամբ սառեցնելու միջոցով արհեստականորեն փոխվում է նրա սարուկ-տուրան և դրանից կախված մեխանիկական հատկությունները: Ջերմային մշակման տարբեր եղանակներով հնարավոր է պողպատին տալ տարբեր հատկություններ, առանց փոփոխելու նրա քիմիական բաղադրությունը: Այսպես օրինակ, ջերմային մշակման միջոցով հնարավոր է պողպատը դարձնել շատ կարծր, կամ, ընդհակառակը՝ փափուկ: Մի շարք դեպքերում, ջերմալուծման ազդեցություն ներքո կարելի է փոփոխման ենթարկել ոչ միայն մետաղանյութի ստրուկտուրան, այլև նրա մակերևութային շերտի քիմիական բաղադրությունը: Այս պրոցեսները կոչվում են ջերմաքիմիական մշակման պրոցեսներ:

Ջերմային մշակման հիմնական եղանակներն են՝ թրծաթուղումը, նորմալացումը, մխումը և միամեղմումը:

Ջերմա-քիմիական պրոցեսների շարքին են պատկանում՝ 1) ցեմենտացումը, 2) ազոտումը, 3) ցիանացումը և ուրիշները:

Ջերմային մշակման ենթարկված մետաղանյութի մեխանիկական և ֆիզիկական հատկությունները հիմնականում կախված են նրա տաքացման ջերմաստիճանից, տվյալ ջերմաստիճանի տակ պահելու ժամանակաընթացքից և սառեցման արագությունից:

§ 1. ՊՈՂՊԱՏԻ ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՄՇԱԿՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ

Ջերմային մշակման պրոցեսների հիմնական սահմանումները ստորև կտրվեն ածխածնային պողպատների համար:

Թրծաթողում. — Թրծաթողում է կոչվում ջերմալին մշակման ախալիսի պրոցեսը, որի ընթացքում պողպատը տաքացվում է երկաթ-ածխածնային միահալվածքների վիճակի դիագրամի GS կամ PSK գծից $25-50^{\circ}$ բարձր, պահվում է տվյալ ջերմաստիճանի պայմաններում ախալիս ժամանակ, մինչև որ բոլոր ստրուկտուրային փոխակերպումները ամբողջությամբ ավարտվեն, որից հետո դանդաղորեն (սովորաբար վառարանի հետ միասին) սառեցվում է:

Պողպատի թրծաթողումը կատարվում է հետևյալ նպատակներով՝

- 1) Պողպատի ստրուկտուրան բարելավելու համար նրա հատիկների մանրացման միջոցով (հալանի է, որ մեխանիկական հատկությունների տեսակետից մետաղի մանրահատիկ ստրուկտուրան մեծահատիկ ստրուկտուրայի համեմատությամբ ավելի լավ է):
2. Պողպատում ներքին լարումները վերացնելու համար:
3. Պողպատի կարծրությունը իջեցնելու և նրա ճկունքը բարձրացնելու համար:
4. Պողպատի տարրեր մասերում քիմիական բաղադրությունը հավասարեցնելու (լիկվացիան վերացնելու) համար:

Թրծաթողման համար տաքացման ջերմաստիճանը կախված է պողպատում պարունակվող ածխածնի քանակից ու թրծաթողման պրոցեսի նպատակից և հիմնականում որոշվում է ըստ երկաթ-ածխածնային միահալվածքների վիճակի դիագրամի Ac_1 և Ac_3 կրիտիկական կետերի: Պողպատի քիմիական բաղադրությունը ու պրոցեսի նպատակին համապատասխան թրծաթողումը լինում է լրիվ և ոչ լրիվ: Լրիվ թրծաթողման են ենթարկվում սովորաբար $0,83\%$ -ից քիչ ածխածին պարունակող պողպատները: Այս դեպքում տաքացման ջերմաստիճանը որոշվում է

$$t = Ac_3 + (25^{\circ} \div 50^{\circ})$$

բանաձևի միջոցով:

Պողպատում ածխածնի պարունակությունը $0,83\%$ -ից ավել լինելու դեպքում կատարվում է ոչ լրիվ թրծաթողում, որի համար տաքացման ջերմաստիճանը որոշվում է

$$t = Ac_2 + (25^{\circ} \div 50^{\circ})$$

բանաձևի միջոցով:

Այսպիսով, $0,83\%$ -ից քիչ ածխածին պարունակող պողպատների համար թրծաթողման ջերմաստիճանի գիծը պետք է լինի երկաթ-ածխածնային դիագրամի GS գծից $25-50^{\circ}$ բարձր, իսկ $0,83\%$ -ից ավելի ածխածին պարունակող պողպատների համար՝ SK գծից $25-50^{\circ}$ բարձր:

Պողպատը մինչև Ac_1 կրիտիկական կետը տաքացնելիս նրա ստրուկտուրայում որևէ փոխակերպումներ տեղի չեն ունենում: Ac_1 կրիտիկական կետում պետք է փոխակերպվում է աուստենիտի, իսկ Ac_1 կրիտիկական կետից մինչև Ac_3 կրիտիկական կետը տաքացնելու դեպքում տեղի է ունենում ֆերիտի փոխակերպումը աուստենիտի. Ac_3 (GS գծից) կետից բարձր պողպատն ունի աուստենիտային ստրուկտուրա: Հետագա դանդաղ սառեցման պայմաններում, աուստենիտը ենթարկվում է բոլոր ախալիս փոխակերպումներին, որոնց մասին խոսվեց վերևում, այն է՝ Ar_3 կետում աուստենիտից անջատվում է ֆերիտը, իսկ Ar_1 կետում, մնացորդային աուստենիտը ավարտվելով, ստացվում է պեռլիտ:

Հասկանալի է, որ տաքացման դեպքում տեղի ունեցող բոլոր փոխադարձությունները պայմանավորվում են հին բյուրեղների վերացումով և նոր բյուրեղների առաջացմամբ: Ընդ որում, քանի որ թրծաթողման ջերմաստիճանը կրիտիկական կետից շատ բարձր չէ, ապա նոր բյուրեղները ստացվում են մանր և ալոպես էլ մանր մնում են մինչև սառեցման վերջը: Այլ կերպ ասած, տաքացման պրոցեսի ընթացքում, վերաբյուրեղացման պրոցեսի շնորհիվ, պողպատի սկզբնական մեծահատիկ ստրուկտուրան փոխվում է մանրահատիկ ստրուկտուրայի, որի հետևանքով զգալի չափով բարելավվում են պողպատի մեխանիկական հատկությունները՝ աճում է պողպատի առաձգականությունը, ամրությունը և դիմացկունությունը:

Աղյուսակ 1-ում ցույց է տրված պողպատի մեխանիկական հատկությունների փոփոխման մի օրինակ թրծաթողումից հետո:

Ձևայած նրան, որ թրծաթողումը բավական պարզ պրոցես է, ախուռամենայնիվ լավ արդյունքներ ստանալու համար անհրաժեշտ է պահպանել որոշակի պայմաններ, հակառակ դեպքում ջերմալին մշակման ենթարկվող դետալը կարող է արատավոր ստացվել:

Թրծաթողման պրոցեսի ոչ ճիշտ կատարման դեպքում հաճախակի առաջանում են հետևյալ արատները՝

Աղյուսակ 1

Պողպատ, որի բաղադրումը թյունն է՝ $0,11\%_{10}\text{C}$, $0,4\%_{10}\text{Si}$ $0,6\%_{10}\text{Mn}$, $0,035\%_{10}\text{S}$ և $0,03\%_{10}\text{P}$	Առաձգականության սահմանը կգ/սմ ² -ով	Ամրության սահմանը կգ/սմ ² -ով	Ներկայացումը նշանով ՈՂ-ով
Մինչև թրծաթողումը	18,1	41,3	25,9
Թրծաթողումից հետո	23,8	42,1	26,7

1. Ճեղքեր, որոնց առաջացումը պայմանավորվում է անհավասարաչափ կամ շատ արագ տաքացմամբ:

2. Մետաղի գերտաքացումը կամ գերալրումը՝ ջերմային մշակման ռեժիմների սխալ լինելու պատճառով:

Երբ թրծաթողման ենթարկվող պողպատը տաքացվում է պահանջվող ջերմաստիճանից բարձր, ապա առաջ է գալիս հատիկի աճ, որի հետևանքով վատանում են պողպատի մեխանիկական հատկությունները: Այս արատը (դերտաքացումը) կարելի է ուղղել ճիշտ ջերմային ռեժիմների պայմաններում կրկնակի անգամ թրծաթողում կատարելու միջոցով: Սակայն, եթե թրծաթողման ժամանակ պողպատը շատ ուժեղ տաքացվի (մոտավորապես 1200° -ից բարձր) տեղի կունենա մետաղի գերալրում և այդ արատը անուղղելի է: Այդ բացատրվում է նրանով, որ բարձր ջերմաստիճանների պայմաններում մետաղի հատիկների սահմանազոկում, տեղի է ունենում մետաղի ուժեղ օքսիդացում և ածխածնի այրում, որի հետևանքով առանձին հատիկները կորցնում են փոխադարձ մետաղական կապը: Գերալրման ենթարկված պողպատը չնչին հարվածից հեշտով լվամբ ջարդվում է:

3. Մետաղի օքսիդացումը և ածխածնազրկումը, որոնք պայմանավորված են վառարանի միջի մթնոլորտով:

Մետաղը օքսիդացումից և ածխածնազրկումից պաշտպանելու նպատակով ջերմային վառարանների մթնոլորտը հագեցվում է թթվածին չպարունակող նյութերով, ինչպես օրինակ, գներատորային գազով, լուսադազով, կոկասին գազով, ամոնիակով և այլն:

Այն դեպքում, երբ պողպատում ածխածնի պարունակությունը $0,83\%_{10}$ -ից ավելի է, թրծաթողման պրոցեսը կատարվում

է մեկը մյուսին հաջորդող երկու օպերացիաների միջոցով: Առաջին օպերացիայի՝ նորմալացման (տես ստորև) միջոցով արտադրության նախապարաստվում է թրծաթողում կատարելու համար: Երկրորդ օպերացիան՝ թրծաթողումն է, որի դեպքում պողպատը տաքացվում է մինչև Ac_1 կրիտիկական կետից $25\text{—}50^\circ$ բարձր և որոշ ժամանակ պահելուց հետո (շինվածքը ամրոցը հատվածքով հավասարաչափ տաքացնելու համար), դանդաղ սառեցվում է:

Ինչպես վերևում նշվեց, թրծաթողումը կատարվում է նաև մետաղային շինվածքներում ներքին լարումները վերացնելու և քիմիական բաղադրությունը հավասարեցնելու նպատակով:

Ներքին լարումները ստացվում են, օրինակ, պողպատե ձևավոր բարդ ձուլույթներում ու կովածքներում ոչ հավասարաչափ սառեցման պատճառով:

Ներքին լարումները վերացնելու նպատակով պողպատե շինվածքները ենթարկվում են թրծաթողման, սակայն ավելի ցածր ջերմաստիճաններում ($300\text{—}400^\circ$):

Պողպատի քիմիական բաղադրությունը հավասարեցնելու նպատակով կատարվում է դիֆուզիոն թրծաթողում $1050\text{—}1300^\circ$ -ում:

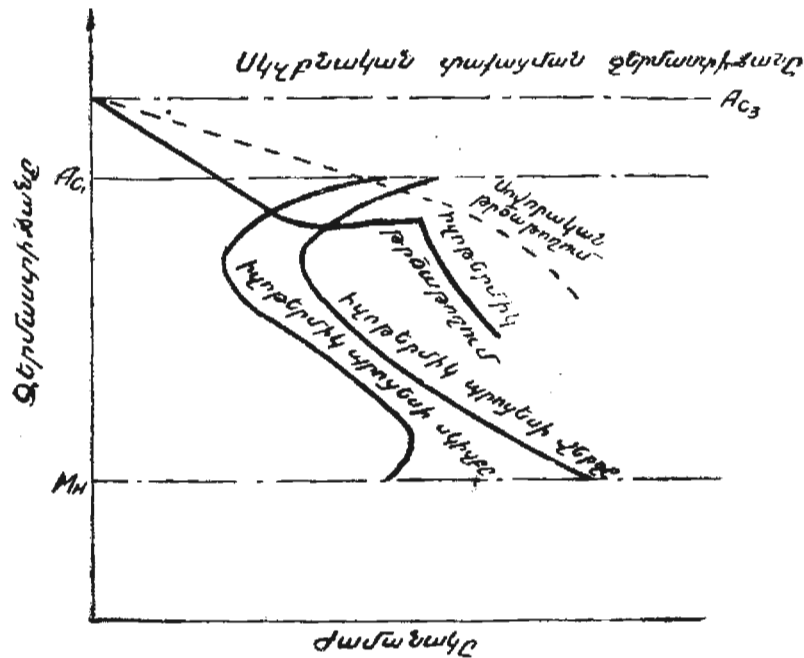
Վերջին ժամանակներում մեքենաշինական արտադրությունում մեծ արմատավորվել է այսպես կոչվող իզոթերմիկ թրծաթողումը, որն իր էությունով նույնն է, ինչ որ լրիվ թրծաթողումը, սակայն վերջինից տարբերվում է սառեցման պայմաններով:

Իզոթերմիկ թրծաթողման դեպքում պողպատը սառեցնելիս առևտանիտի տարալուծումը տեղի է ունենում ոչ թե անընդհատ սառեցման միջոցով, այլ Ac_1 կրիտիկական կետից $50\text{—}100^\circ$ ցածր ջերմաստիճանում որոշ ժամանակ պահելով (նկ. 23):

Թրծաթողման այս եղանակը տեխնիկապես ավելի կատարյալ և շահավետ է, քանի որ այս դեպքում սովորական թրծաթողման համեմատությամբ ծախսվում է ավելի քիչ ժամանակ: Բացի այդ, իզոթերմիկ թրծաթողման դեպքում շինվածքում արատներ ավելի քիչ են ստացվում:

Նորմալացում. Ջերմային մշակման այս եղանակի նպատակն է՝ պողպատին միասեռ ստրուկտուրա հաղորդելով, հասցնել նրան նորմալ վիճակի, եթե ստրուկտուրային վիճակը խախտված է եղել նախորդ տեխնոլոգիական պրոցեսի ժամանակ: Նորմալացումը թրծաթողումից տարբերվում է սառեցման ավելի բարձր արա-

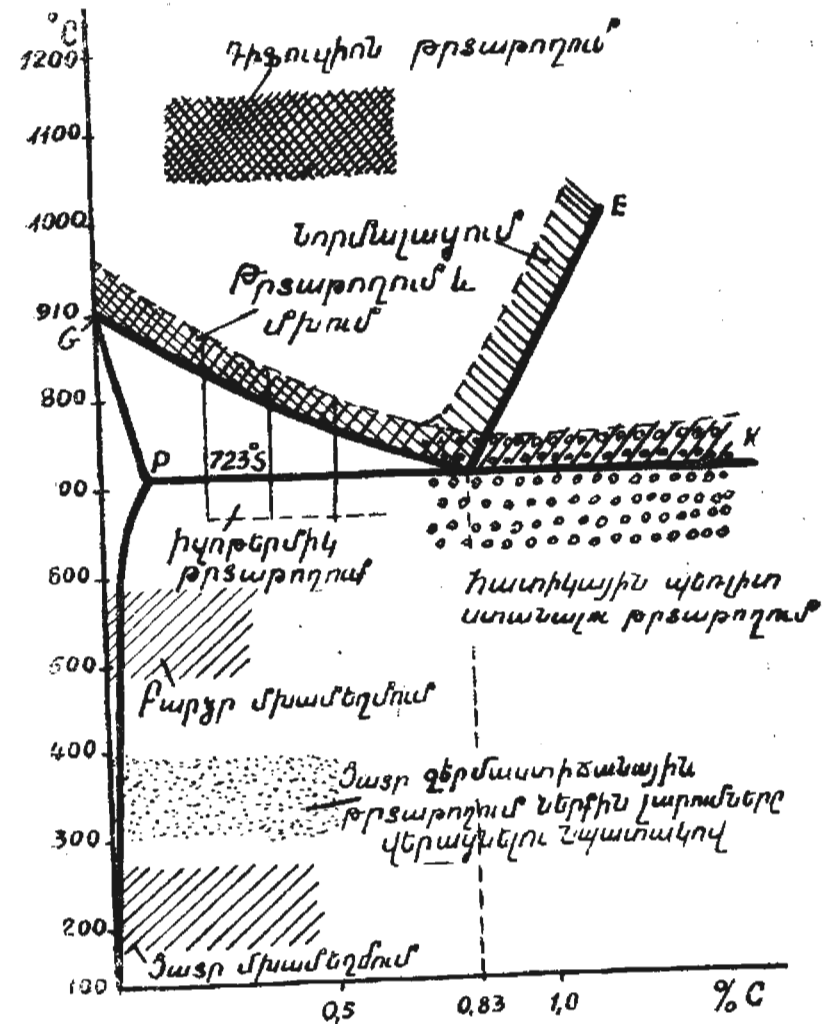
գուլթյամբ նորմալացում կատարելու համար պողպատը տաքացվում է Ac_3 կետից $30-50^\circ$ բարձրև ալի ջերմաստիճանի տակ որոշ ժամանակ պահելուց հետո, սառեցվում օդում:



Նկ. 23. Սովորական և իզոթերմիկ թրծաթողման սխեման:

Նորմալացումից հետո պողպատն ստացվում է ալիլի մանրահատիկ, բարձրանում է նրա կարծրությունը և ամրությունը, իսկ ճկունությունը նվազում է: Քանի որ նորմալացումը ալիլի շահավետ և արտադրողական պրոցես է, հաճախ նրանով փոխարինում են թրծաթողման պրոցեսը:

Նկ. 24-ում ցույց է տրված երկաթ-ածխածնային միահալվածքների վիճակի դիագրամի պողպատային տեղամասը ջերմալին մշակման տարբեր պրոցեսների համար տաքացման ջերմաստիճանների սահմանների նշումով: Այստեղ, բացի թրծաթողման տարբեր եղանակներից, նշված են միմյան և միասնական համար տաքացման ջերմաստիճանների սահմանները, որի մասին տեղեկությունները բերվում են ստորև:



Նկ. 24. Երկաթ-ածխածնային միահալվածքների վիճակի դիագրամի պողպատային մասը ջերմալին մշակման տարբեր պրոցեսների տաքացման սահմանների նշումով:

Միտում.— Միտում կոչվում է ջերմալին մշակման ալի պրոցեսը, որի դեպքում պողպատը տաքացվում է երկաթ-ածխածնային

միահալվածքների դիագնոստի GSK գծից բարձր և, որոշ ժամանակ պահելուց հետո, արագորին սառեցվում է ջրի, լուղի կամ այլ սառեցուցիչ միջավայրի մեջ:

Մխումը կիրառվում է պողպատի կարծրությունը և ամրությունը բարձրացնելու համար: Մխումը հաշտությունում կատարելու համար անհրաժեշտ է ճշտորեն պահպանել այդ պրոցեսի նկատմամբ ներկայացվող հիմնական պահանջները, այն է՝ տաքացման ջերմաստիճանը, տվյալ ջերմաստիճանի տակ պահելու ժամանակաընթացքը և սառեցման արագությունը: Մխման համար պողպատը կրիտիկական ջերմաստիճաններից լարձր տաքացնելիս տեղի են ունենում բոլոր այն փոխակերպումները, որոնք բնորոշ են նաև թրծաթողման պրոցեսին: $0,83\%$ -ից քիչ ածխածին պարունակող պողպատների ստրուկտուրայի պեպիտային մասը տաքացման ժամանակ Ac_1 կրիտիկական կետում փոխվում է առատենիտի, իսկ Ac_3 կրիտիկական կետում վերջանում է պողպատի ստրուկտուրայի ֆերիտային մասի փոխակերպումը առատենիտի: $0,83\%$ -ից ավելի ածխածին պարունակող պողպատները տաքացնելիս Ac_1 կրիտիկական կետում անդի է ունենում նույն փոխակերպումը, սակայն, տաքացման ջերմաստիճանի հետագա բարձրացման հետևանքով առաջացած առատենիտում սկսում է լուծվել նաև այդ պողպատների երկրորդ ստրուկտուրային բաղադրիչը, ցեմենտիտը: Ցեմենտիտի լուծումը առատենիտում ավարտվում է $Accm$ կրիտիկական կետում:

Այսպիսով, տաքացման միջոցով, այնպես, ինչպես և թրծաթողման պրոցեսի դեպքում, պողպատի ստրուկտուրան փոխակերպվում է պինդ լուծույթի՝ առատենիտի ստրուկտուրայի:

Տվյալ ջերմաստիճանում որոշ ժամանակ պահելու անհրաժեշտությունը բացատրվում է փոխակերպումները տաքացվող առարկայի ամբողջ հատվածքում սառնալու անհրաժեշտությունը: Մխման պրոցեսի հիմնական էությունը կայանում է նրանում, որ մինչև նշված ջերմաստիճանները տաքացված պողպատի արագ սառեցման միջոցով կանխել առատենիտի տարալուծումը և, հետևաբար, նրա նորմալ ստրուկտուրային բաղադրիչների՝ պեպիտի, ցեմենտիտի և ֆերիտի գոյացումը:

Պողպատը շատ արագ սառեցնելու միջոցով (օրինակ, սառը ջրի մեջ), կարելի է ապահովել առատենիտի գերսառեցումը (կանխել առատենիտի տարալուծումը) մինչև $200-400^\circ$ ջերմաստիճանները, որից ցածր գերսառեցրած առատենիտը փոխվում է նոր-

մաքտենսիա կոչվող ստրուկտուրայի: Մարտենսիտային ստրուկտուրան ասեղնաձև է, կարծր է և փխրուն:

Տաքացրած պողպատի ավելի դանդաղ (օրինակ, լուղի կամ տաքացրած ջրի մեջ) սառեցման դեպքում, որը բնորոշվում է առատենիտի ավելի փոքր գերսառեցումով, ստացվում է տրոստիտային ստրուկտուրա: Սառեցման արագությունը էլ ավելի փոքր լինելու դեպքում (օրինակ, տաքացրած լուղի մեջ), ստացվում է սորբիտային ստրուկտուրա:

Սորբիտը և տրոստիտը իրենց բնույթով նմանվում են պեպիտին: Այդ նմանությունը արտահայտվում է նրանում, որ այս երեք ստրուկտուրաներն էլ իրենցից երկաթի և ցեմենտիտի մեխանիկական խառնուրդ են ներկայացնում, բայց պեպիտից տարբերվում են ստրուկտուրայի ավելի մանր կառուցվածքով: Պեպիտի



բ

Նկ. 25. Պողպատի միումից առաջացած ստրուկտուրաները՝ ա) մխման սորբիտ, բ) մխման տրոստիտ:



7



7

Նկ. 25. 7) Ասեղնաձև տրոստիտ (բեյնիտ), 8) ասեղնաձև մարտենսիտ ֆնացորդային առևտենիտի հետ:

կառուցվածքը, ինչպես ասվեց, հնարավոր է հայտնաբերել մանրադիտակի տակ 100—200 անգամ խոշորացումով դիտելիս: Տրոստիտի կառուցվածքը մանրադիտակի տակ, այն էլ ոչ շատ պարզորոշ, դիտվում է միայն 4000 անգամ խոշորացնելու դեպքում: Մարուկտուրայի փոփոխման հետ մեկտեղ փոխվում է նաև պող-

պատի կարծրությունը՝ սորբիտը կարծր է պեռլիտից, իսկ տրոստիտը՝ սորբիտից:

Առևտենիտի ավելի մեծ գերսառեցման դեպքում, տրոստիտային ստրուկտուրան ասեղնաձև է ստացվում, նմանվելով մարտենսիտի ստրուկտուրային:

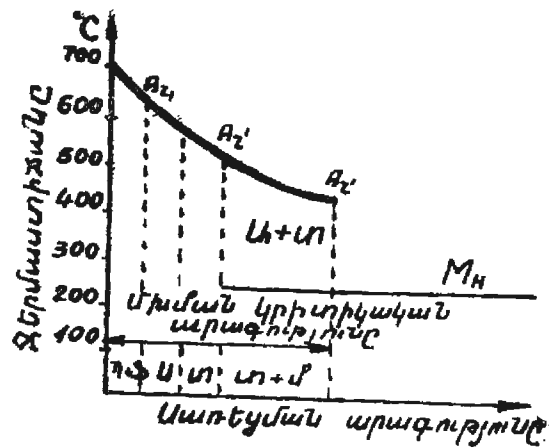
Այսպիսի ստրուկտուրան բեյնիտ, կամ կեղծ մարտենսիտ է կոչվում, քանի որ այն ձևով նմանվում է մարտենսիտին, իսկ էությունով՝ պեռլիտային ընտանիքի ստրուկտուրաներին՝ սորբիտին և տրոստիտին: Մարտենսիտային ստրուկտուրան, որով և հիմնականում բնորոշվում է միաված վիճակը, իր էությունով լուրահատուկ է և տարրերվում է բոլոր մյուս ստրուկտուրաներից: Տաքացրած պողպատը շատ արագ սառեցնելու դեպքում, գերսառեցրած առևտենիտը չի հասցնում տարալուծվել իր բաղադրիչ մասերի և ցածր ջերմաստիճաններում որոշ ժամանակ պահպանում է իր պուլվերությունը: Քանի որ ցածր ջերմաստիճաններում առևտենիտի հիմք կազմող զամմա-երկաթը չի կարող մնալ կալուն, ապա, ենթարկվելով ալոտրոպիկ փոխադարձման, ձևափոխվում է ալֆա-երկաթի, որի մեջ և լուծված վիճակում գտնվում է ցեմենտիտը: Ուստի, մարտենսիտը, ի տարբերություն սորբիտից, տրոստիտից և բեյնիտից, իրենից ալֆա-երկաթի և ցեմենտիտի պինդ լուծույթ է Ֆերիայացնում: Հիշենք, որ նորմալ դանդաղ սառեցման պայմաններում, ցեմենտիտը չնչին քանակությամբ է լուծվում ալֆա-երկաթի մեջ: Այսպիսով, արագ սառեցման միջոցով հնարավորություն է ստեղծվում ստանալ ալֆա-երկաթի և ցեմենտիտի պինդ լուծույթ և, քանի որ, այս պինդ լուծույթը ստացվում է ոչ նորմալ սառեցման պայմաններում, ապա նրա մեջ տեղի ունեցող միջրյուրեղային դեֆորմացիաների հետևանքով, պողպատի կարծրությունը խիստ աճում է, իսկ ճլուծվումը նվազում:

Միման բոլոր ստրուկտուրաներից մարտենսիտը ամենակարծրն է և ամենափխրունը:

Այսպիսով, միման պրոցեսի ընթացքում, կախված առևտենիտի գերսառեցման ջերմաստիճանից (սառեցման արագությունից), պողպատում կարող են ստացվել նոր ստրուկտուրաներ՝ միման սորբիտ, միման տրոստիտ, բեյնիտ և մարտենսիտ (Նկ. 25):

Հաստատված է, որ սառեցման պրոցեսում պեռլիտային փոխադարձման կրիտիկական ջերմաստիճանը (A_{c1}) կախված է առևտենիտի գերսառեցման մեծությունից: Այսպես, եթե պողպատը

դանդաղ սառեցնելիս Ag_1 կրիտիկական ջերմաստիճանը մոտավորապես հավասար է 700° -ի, ապա ավելի մեծ արագությամբ սառեցնելու դեպքում այն ստացվում է ավելի ցածր: Նկ. 26-ում ցույց է տրված Ag_1 կրիտիկական ջերմաստիճանի կախումը սառեցման արագությունից:



Նկ. 26. Ag_1 կրիտիկական ջերմաստիճանի կախումը սառեցման արագությունից:

Ինչպես աեսնում ենք, սառեցման արագության տարբեր մեծություններին համապատասխանում են տարբեր կրիտիկական կետեր և տարբեր ստրուկտուրաներ:

Տրոստիալին ստրուկտուրային համապատասխանող կրիտիկական ջերմաստիճանը, որը նշանակված է A'_1 -ով, զգալիորեն տարբերվում է Ag_1 կրիտիկական ջերմաստիճանից: Սառեցման արագությունն ավելի մեծացնելու դեպքում ստացվում են առևտենիտի փոխադարձման երկու կրիտիկական կետեր՝ A'_1 և M_H : Դրանցից առաջինը համապատասխանում է առևտենիտից տրոստիտի առաջացմանը, իսկ երկրորդը՝ առևտենիտից մարտենիտի առաջացմանը: M_H կրիտիկական կետը կոչվում է մարտենիտային փոխադարձման կետ և համապատասխանում է այն ջերմաստիճանին, որի դեպքում սկսում է առևտենիտից մարտենիտի գոյացումը: Այսպիսով, սառեցման արագությունների որոշ ինտերվալում պողպատի ստրուկտուրայում գոյանում են տրոստիտ և մար-

Սառեցման արագությունն էլ ավելի մեծացնելիս տրոստիտային փոխադարձում այլևս տեղի չի ունենում և գրաֆիկի վրա մնում է միայն մարտենիտային փոխադարձման սկզբի կրիտիկական կետը (M_H):

Այս դեպքում տրոստիտը անհայտանում է և պողպատի ստրուկտուրայում մնում է միայն մարտենիտը: Սառեցման արագության այդ նվազագույն արժեքը, որի դեպքում ստրուկտուրայից վերանում է տրոստիտը և մնում է մարտենիտը, կոչվում է միջին կրիտիկական արագություն:

Մարտենիտային փոխադարձման M_H կետի դիրքը կախված չէ սառեցման արագության մեծությունից: Այդ կրիտիկական ջերմաստիճանի մեծությունը բնորոշվում է միայն պողպատի քիմիական բաղադրությամբ:

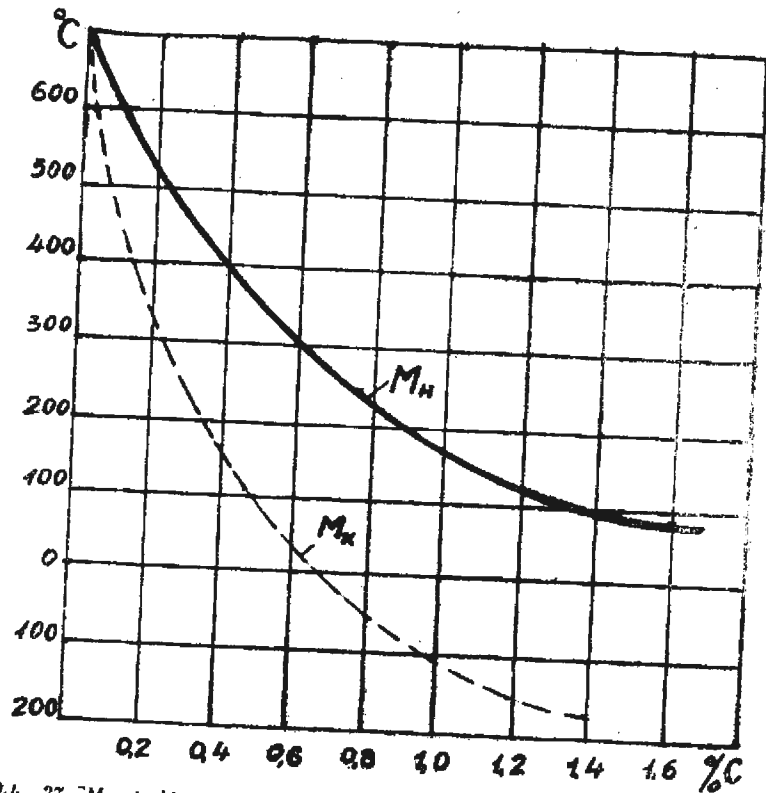
Այսպիսով, առևտենիտի առավել գերսառեցման դեպքում ստացվում է մարտենիտ: Հետազոտություններով հաստատված է, որ գրեթե բոլոր դեպքերում, մարտենիտային վիճակի բերված պողպատի ստրուկտուրայում որոշ ժամանակ և ջերմաստիճանային որոշ ինտերվալում, մարտենիտի հետ միասին պահպանվում է նաև մնացորդային գերսառեցրած առևտենիտը: Այդ մնացորդային առևտենիտից ազատվելու համար պողպատի սառեցումը պետք է շարունակվի մինչև մարտենիտային փոխադարձման վերջին համապատասխանող ջերմաստիճանը, որը ընդունված է նշանակել M_k -ով: M_k մարտենիտային փոխադարձման վերջի ջերմաստիճանի մեծությունը ևս կախված է պողպատի քիմիական բաղադրությունից: Որոշ դեպքերում, հատկապես մեծ քանակությամբ ածխածին պարունակող պողպատներում, M_k կետին համապատասխանող ջերմաստիճանը լինում է բացասական:

M_H և M_k մարտենիտային փոխադարձման կետերի դիրքի փոփոխման և պողպատում ածխածնի պարունակության միջև եղած կապը ցույց է տրված Նկ. 27-ում: Բացի ածխածնի պարունակության մեծությունից, մարտենիտային փոխադարձման կետերի դիրքի վրա ազդեցություն է թողնում նաև լեգիրող տարրերի առկայությունը:

Լեգիրող տարրերից մեծ մասը իջեցնում են փոխադարձման այդ կետերը:

Մարտենիտային փոխադարձման M_H և M_k կետերը մեծ գիտական և գործնական նշանակություն ունեն պողպատի միջին

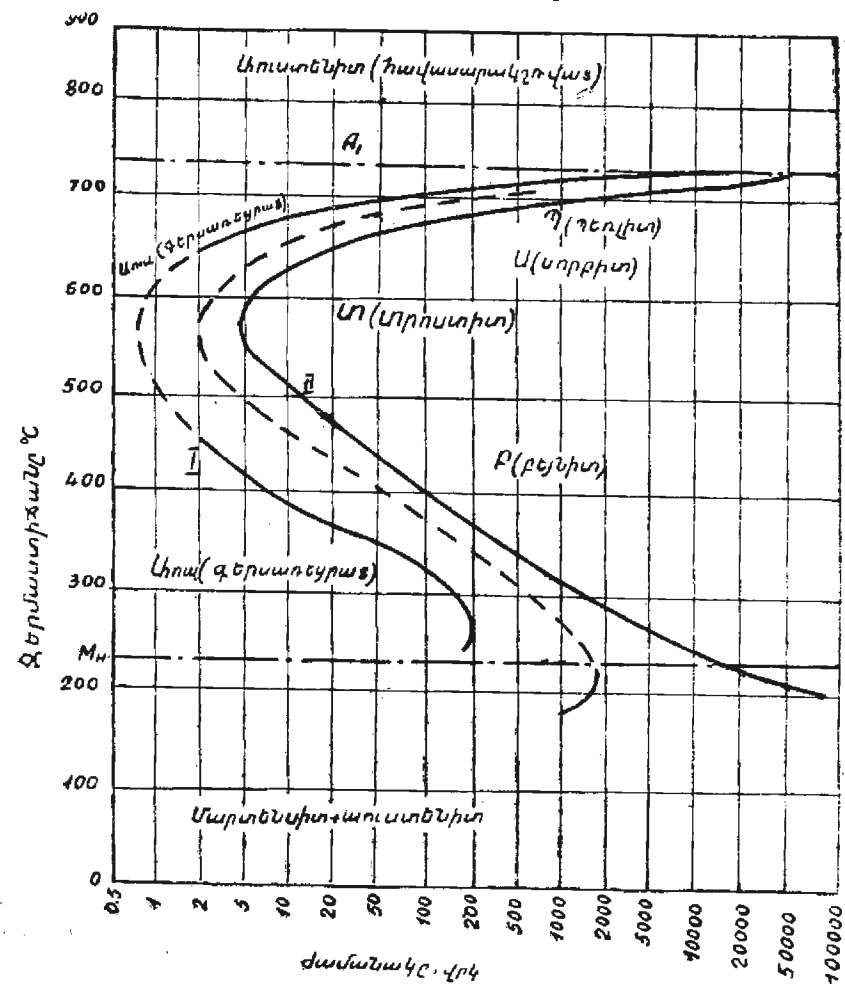
և, հատկապես, առևտնետի իզոթերմիկ փոխադարձման դիագրամները կառուցելու համար: Բացի այդ, M_K կետի դիրքով են որոշվում մետաղները ցրառված մշակելու տեխնոլոգիական ռեժիմները: Ջերմային մշակման այս եղանակը ներկայումս կիրառվում է պողպատի ստրուկտուրայում մնացորդային առևտնետը վերացնելու համար, որը հնարավորություն է տալիս միմյան ենթարկված շինվածքի կամ գործիքի կարծրությունը էլ ավելի բարձրացնելու:



Նկ. 27. M_H և M_K մարտենսիտային փոխադարձման կետերի կախումը պողպատում ածխածնի պարունակությունից:

Առևտնետի իզոթերմիկ փոխադարձման դիագրամը.— Մըխված պողպատի նշված ստրուկտուրաների՝ սորբիտի, տրոստիտի և մարտենսիտի գոյացման էությունը ավելի պարզ կարելի է հաս-

կանալ առևտնետի իզոթերմիկ փոխադարձման դիագրամներից, որոնք կառուցվում են զերատեցրած առևտնետի փոխադարձումները հաստատուն ջերմաստիճաններում հետադոտելու միջոցով: Էվտեկտիդային կազմի ածխածնային պողպատի համար կառուցված այդ դիագրամը ցույց է տրված նկ. 28-ում:



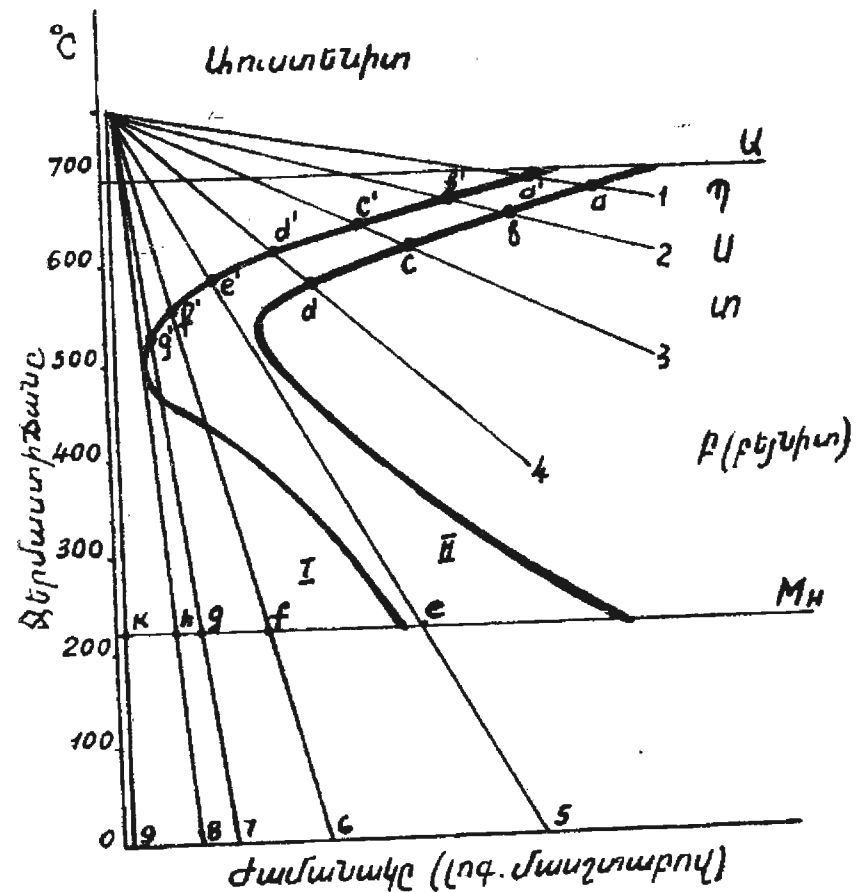
Նկ. 28. Առևտնետի իզոթերմիկ փոխադարձման դիագրամը էվտեկտիդային կազմի ածխածնային պողպատի համար:

Այստեղ օրգինատների առանցքի վրա տեղադրված են ջերմաստիճանները (Ցելսիուսի նշատախտակով), իսկ արացիսների առանցքի վրա՝ ժամանակը՝ լողարիթմական մասշտաբով: Այլ կրիտիկական ջերմաստիճանին համապատասխանող հորիզոնական գծից բարձր հավասարակշռված վիճակում գտնվող առևտենիտի սահմանն է, իսկ այդ գծից ցած՝ գերսառեցրած առևտենիտի սահմանը: Դիագրամի վրա նշված I կորը համապատասխանում է տարբեր ջերմաստիճաններում գերսառեցրած առևտենիտի փոխադարձման սկզբի ժամանակին, իսկ II կորը՝ առևտենիտի փոխադարձման ավարտման ժամանակին: Այդ կորերի միջև եղած տարածությունը, գերսառեցման որոշակի ջերմաստիճանում, համապատասխանում է առևտենիտի փոխադարձման բնթույցի տևողությանը: Հետևաբար, I կորից ձախ գերսառեցրած պողպատը դեռ պահպանում է առևտենիտային վիճակը, իսկ II-րդ կորից աջ ստացվում են գերսառեցման տարբեր ջերմաստիճաններին բնորոշ առևտենիտի տարալուծման պրոդուկտները (փոքր գերսառեցման դեպքում՝ պեռլիտ, ավելի մեծ գերսառեցման դեպքում՝ սորբիտ, այնուհետև արդստիտ և բեյնիտ):

Դիագրամից երևում է նաև, որ գերսառեցման տարբեր մեծությունների դեպքում կալուն առևտենիտային վիճակ պահելու ժամանակաշրջանը տարբեր է: Այն նվազագույնը չափի է հասնում գերսառեցումը մինչև 550° հասցնելու դեպքում: Դրանից բարձր և ցածր ջերմաստիճաններում առևտենիտի կալուն վիճակ պահելու ժամանակաշրջանը (ինկուբացիոն շրջանը) աճում է: Տարբեր ջերմաստիճաններում տարբեր են ստացվում նաև երկու կորերի միջև հեռավորությունները: Այդ ցույց է տալիս, որ գերսառեցման տարբեր ջերմաստիճաններում առևտենիտի տարալուծման տևողությունը տարբեր է:

Դիագրամի վրա նշված M_H կետին համապատասխանող հորիզոնական գծից սկսում է մարտենիտի գոյացումը, որը, ինչպես նշվեց վերևում, ավարտվում է ավելի ցածր ջերմաստիճաններում (գիագրամի վրա չի նշված):

Այսպիսով, առևտենիտի իզոթերմիկ փոխադարձման գիագրամը հնարավորություն է ստեղծում կապ հաստատելու առևտենիտի տարալուծման բնույթի և նրա գերսառեցման աստիճանի մեծության միջև, հաշվի առնելով տեղի ունեցող փոխադարձումների համար պահանջվող ժամանակը: Այս տեսակետից հետաքրքրական է միմյան պրոցեսում սառեցման արագության ազդեցության պարզաբանումը:



Նկ. 29. Առևտենիտի իզոթերմիկ փոխադարձման գիագրամը սառեցման տարբեր արագություններին համապատասխանող կորերի նշումով:

Նկ. 29-ում սխեմատիկորեն պատկերված են առևտենիտի իզոթերմիկ փոխադարձման գիագրամը և տարբեր սառեցման արագություններին համապատասխանող կորերը (նույն կոորդինատային սխեմում աչքալիս համաանգում կարելի է կատարել, անի որ սառեցման արագությունը չափվում է $\frac{^{\circ}\text{C}}{\text{վրկ}}$ միավորներով):

Նկ. 29-ում նշված 1 կորը համապատասխանում է սառեցման փոքր արագություններին: Այսպիսի արագությունը սառեցում կատարելիս սառեցման արագության գծեր հատում է դիագրամի I և II կորերը a' և a կետերում, A_1 կրիտիկական ջերմաստիճանին մոտ սահմանում: Դա նշանակում է, որ գերսառեցրած առևտեների տը լրիվ տարալուծվում է Ac_1 կետին մոտ սահմանում, որի պատճառով էլ իրրե տարալուծման պրոդուկտ ստացվում է պեղիտ:

Սառեցումն ավելի մեծ արագությամբ կատարելիս սառեցման արագության կորերը (2, 3 և 4) հատում են դիագրամի I և II կորերը Ac_1 կետից ավելի հեռու տեղերում (b' — b , c' — c , d' — d կետերը) և, հետևաբար, գերսառեցրած առևտեների տարալուծումն անընդհատ սառեցման պրոցեսում տեղի է ունենում ավելի ցածր ջերմաստիճաններում: Այս դեպքում ստացվում են սորբիտ (սառեցման արագության 2 կորը) և տրոստիտ (սառեցման արագության 3 և 4 կորերը): Անուհեռի, սառեցման արագության անից գույքնիմաց փոխվում են սառեցման արագության կորերի թեքությունները, 5, 6 և 7 կորերը հատում են դիագրամի միայն 1 կորը և մարտենսիտային փոխադարձման գծեր (e' — e , f' — f , g' — g կետերը): Այդ նշանակում է, որ տրոստիտային փոխադարձումը լրիվ չի ավարտվում, գերսառեցրած առևտեների մի մասը փոխակերպվում է մարտենսիտի: Վերջապես, սառեցման արագության 8 և 9 գծերը բոլորովին չեն հատում դիագրամի I և II կորերը. այս դեպքում գերսառեցրած առևտեների տը M_{II} ջերմաստիճանում սկսում է փոխակերպվել մարտենսիտի: Պարզ է, որ սառեցման արագության 8-րդ կորը, որը շոշափող է դիագրամի I կորին և ներկայացնում է մարտենսիտային ստրուկտուրա (առանց տրոստիտի) ստանալու համար անհրաժեշտ նվազագույն արագությունը, համապատասխանում է միմյան կրիտիկական արագությանը:

Բերված սխեմայից երևում է, որ միմյան պրոցեսում սառեցման արագության ազդեցությունը նմանվում է առևտեների փոխադարձման վրա գերսառեցման աստիճանի ազդեցությանը: Փոքր սառեցման արագությունների դեպքում փոքր է նաև գերսառեցումը և առևտեների տարալուծումից ստացվում է սորբիտ կամ տրոստիտ, այսինքն տեղի է ունենում մեղմ միում: Մեծ սառեցման արագությունների դեպքում մեծ գերսառեցումով է պայմա-

նավորվում մարտենսիտի առաջացումը, այսինքն տեղի է ունենում ուժեղ միում: Այսպիսով անընդհատ սառեցմամբ միմյան արդյունքներն իսկապես որոշվում են սառեցման արագությամբ, որը, ինչպես տեսնում ենք, հանդես է գալիս որպես ջերմային մշակման տարբեր պրոցեսների հիմնական գործոն: Այդ պատճառով ջերմային մշակման գործնական հարցերը լուծելիս անհրաժեշտ է հաշվի առնել և որոշել սառեցման արագությունները:

Առևտեների իզոթերմիկ փոխադարձման դիագրամի առանձնահատկությունն այն է, որ նա կառուցվում է պողպատի միմյան տեսակի համար առանձին: Այդ պատճառով էլ, դիագրամները կարող են տարբեր տեսք և կոորդինատային առանցքների նկատմամբ տարբեր դիրք ունենալ: Զերմային մշակման պրոցեսների համար հատկապես նշանակալից է երկրորդ հանգամանքը, քանի որ դիագրամի կորերի հեռավորությամբ օրդինատների առանցքից որոշվում է միմյան կրիտիկական արագության մեծությունը: Պարզվում է, օրինակ, որ լեգիրված պողպատների համար կառուցված դիագրամի կորերը այդ առանցքից ավելի հեռու են դասավորվում, քան ածխածնային պողպատների համար կառուցված դիագրամներում:

Այդ նշանակում է, որ լեգիրված պողպատներում մարտենսիտային ստրուկտուրա ստանալու համար պահանջվում են ավելի փոքր սառեցման արագություններ: Հետևաբար, լեգիրված պողպատների միումն ընթանում է ավելի բարենպաստ պայմաններում՝ ներքին լարումների պատճառով առաջացած արատները լիարժեքով զեղալի ավելի խոր շերտերում: Սրանք լեգիրված պողպատների մեծ առավելություններ են:

Միսամեղմում. — Միմյան պրոցեսի ընթացքում ջերմաստիճանային խիստ փոփոխությունների հետևանքով միմյան ենթարկվող առարկայում մեծ ներքին լարումներ են առաջանում: Ներքին լարումները մասամբ, կամ բոլորովին վերացնելու և մարտենսիտի փխրունությունը փոքրացնելու նպատակով միմյան պրոցեսից հետո կատարվում է հաջորդ ջերմային մշակման պրոցեսը, որը միսամեղմում է կոչվում:

Միսամեղմումը ջերմային մշակման այն պրոցեսն է, որի ընթացքում միմյան պողպատը ենթարկվում է կրկնակի տաքացման Ac_1 կրիտիկական կետից (723°C) ցածր ջերմաստիճաններում,

պահվում է որոշ ժամանակ ալո ջերմաստիճանի, տակ և հետո սառեցվում: Միամեղմման դեպքում միաված պողպատի ստրուկտուրան կրում է հետևյալ փոխակերպումները՝

1. Մինչև 300°C տաքացնելիս մարտենսիտը ենթարկվում է քայքայման, որը բնութագրվում է նրա մեջ լուծված ածխածնի արտազատումով՝ անհայտ քիմիական բաղադրություն ունեցող կարբիդային միացություն ձևով (Fe_xC): Մարտենսիտի այսպիսի քայքայման հետևանքով առաջանում է միամեղմված մարտենսիտ, որը դեռ պարունակում է իր մեջ լուծված ածխածին, հետևաբար, իրենից դեռ պինդ լուծույթ է ներկայացնում: Միամեղմումը այսպիսի միաված պողպատի հատկությունների վրա զգալի ազդեցություն է թողնում. եթե վերցված ջերմաստիճանի սահմանը բաժանենք երկու մասի՝ մինչև 150° և $150-300^{\circ}\text{C}$, ապա, ինչպես փորձերն են ցույց տալիս, առաջի դեպքում մասամբ վերանում են միումլից առաջացած ներքին լարումները, պողպատի փխրունությունը որոշ չափով նվազում է, իսկ նրա կարծրությունը աննշան չափով է փոփոխվում: Երկրորդ դեպքում ներքին լարումներն ավելի են նվազում, իսկ փխրունությունն ու կարծրությունն զգալի չափով ընկնում են:

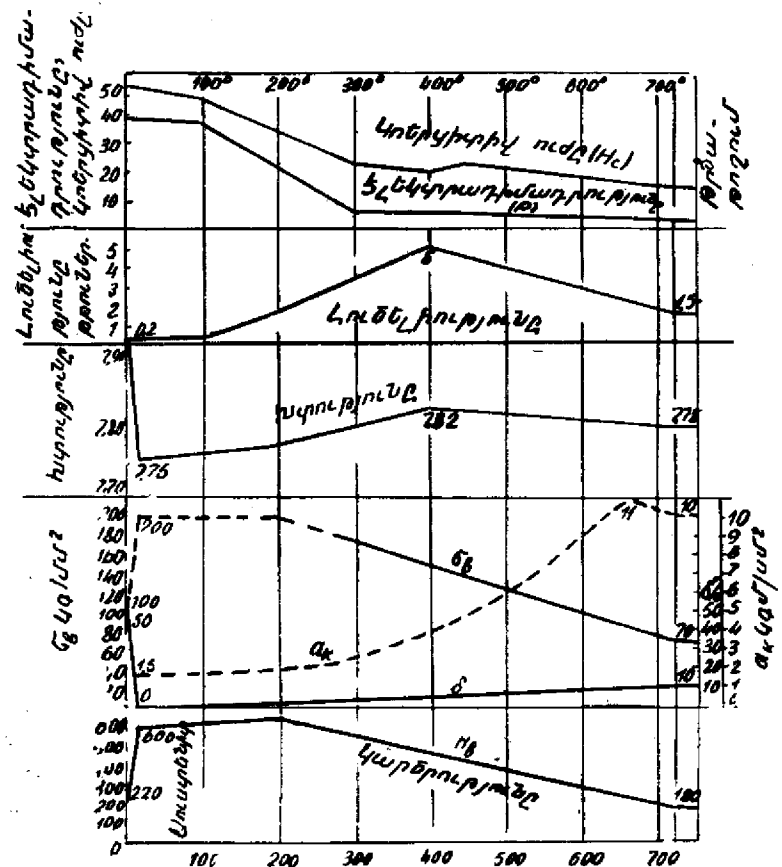
2. Միամեղմման ավելի բարձր ջերմաստիճաններում ($300-400^{\circ}\text{C}$) անհայտ կազմի միացությունը (Fe_xC) փոխարկվում է ցեմենտիտի (Fe_3C): Այս կարրիդային փոխադարձման ժամանակ 400° -նում ածխածնի լրիվ արտազատման հետևանքով, մարտենսիտից առաջանում է մանր կառուցվածքի ֆերիտի ու ցեմենտիտի խառնուրդ, որը միամեղմման տրոստիտ է կոչվում:

3. $450-5000$ -ից սկսած կարրիդների խտացման և միացման հետևանքով ցեմենտիտի մասնիկներն էլ ավելի են աճում և դառնում են մանրադիտակի տակ նկատելի: Միամեղմման տրոստիտը վեր է ածվում միամեղմման սորբիտի:

4. Ջերմաստիճանը բարձրացնելով մինչև 700° , կարելի է պայմաններ ստեղծել միամեղմման սորբիտից պեռլիտ ստանալու համար:

Բնական է, որ ջերմաստիճանի բարձրացմանը զուգընթաց փոխվում են նաև պողպատի հատկությունները՝ կարծրությունը նվազում է, իսկ ճլրկությունը՝ աճում:

Նկ. 30-ում ցույց է տրված միամեղմման ջերմաստիճանի ազդեցությունը պողպատ 50-ի մեխանիկական հատկությունների վրա:



Նկ. 30. Միամեղմման ջերմաստիճանի ազդեցությունը պողպատ 50-ի ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունների վրա:

Ներքին լարումների առաջացման վտանգի պատճառով միամեղմման դեպքում արագ տաքացումն ու սառեցումը անթույլատրելի են:

Միամեղմման ջերմաստիճանի ընտրությունը կախված է ձշակվող շինվածքի պահանջվող մեխանիկական հատկություններից և նրա նշանակությունից: Դործիքային ածխածնային պողպատները միամեղմման են ենթարկվում $150-250^{\circ}$ -ում, քանի որ այս պողպատներից պահանջվում է բարձր կարծրություն: Այս

դեպքում միամեղմումը նպատակ ունի իջեցնելու պողպատի փրկությունները և նվազեցնելու ներքին լարումները:

Մեքենաների դեռալների պատրաստման համար կիրառվող պողպատից բարձր ճլուխն հետ միասին պահանջվում է բարձր ամրություն ու կարծրություն: Այս պահանջներին առավել չափով բավարարում է սորբիտային ստրուկտուրան, ուստի միամեղմման ջերմաստիճանը ալպիտի դեպքերում պետք է վերցվի $500-650^{\circ}$ -ի սահմաններում:

Պողպատի այն ջերմային մշակումը, որի դեպքում միումից հետո կատարվում է բարձր միամեղմում՝ սորբիտային ստրուկտուրա ստանալու նպատակով, կոչվում է բարելավում:

Ջերմային մշակման պրոցեսներից ամենից կարևորն են միումը և նրան անմիջապես հաջորդող միամեղմումը, որոնք հնարավորություն են տալիս բավական լայն սահմաններում փոխել մետաղանյութի հատկությունները և դրանով իսկ բավարարել նյութերի հատկությունների նկատմամբ մեքենաշինության բազմապիսի պահանջները:

§ 2. ՄԵՄԱՆ ՊՐՈՑԵՍՈՒՄ ԱՌԱՋԱՅՈՂ ԱՐԱՏՆԵՐԸ

Միման պրոցեսը, որը պայմանավորվում է պողպատում ֆազային և ստրուկտուրային զգալի փոխադարձությունով, տեղի է ունենում ջերմային ռեժիմների խիստ փոփոխական պայմաններում: Ինչպես ֆազային և ստրուկտուրային փոխադարձությունը, այնպես էլ ջերմաստիճանի տատանումները միման ժամանակ առաջացող մեծ լարումներն հիմնական պատճառներն են:

Այս կապակցությամբ, միման պրոցեսում առաջացող լարումները ստորաբաժանվում են երկու հիմնական տիպի՝ թերմիկական և ստրուկտուրային լարումներին:

Թերմիկական լարումների առաջացման պատճառը շինվածքի ոչ հավասարաչափ ընդարձակումն է տաքացման ժամանակ և ոչ հավասարաչափ կծկումը՝ սառեցման պրոցեսում, որն իր հերթին պայմանավորվում է դետալի տարբերմասերում, ինչպես և արտաքին ու ներքին ջերտերում ջերմաստիճանների տարբերությամբ:

Հասկանալի է, որ որքան մեծ է դետալի տարբեր կետերի ջերմաստիճանների տարբերությունը և որքան մոտ են միմյանց այդ կետերը, այնքան ավելի մեծ կլինեն թերմիկական լարումները:

Ստրուկտուրային լարումներ առաջանում են միման պրոցեսում ստացվող՝ պողպատում ստրուկտուրային տարրերի տեսակարար ծավալների տարբեր մեծությունների պատճառով: Նախորդից հայտնի է, որ առևտնիտի տեսակարար ծավալը մյուս ստրուկտուրային տարրերի համեմատությամբ նվազագույնն է, քանի որ այս դեպքում ատոմները բյուրեղային վանդակում դասավորված են ավելի խիտ: Առևտնիտի փոխադարձումից ստացված ստրուկտուրաների՝ մարտենսիտի, բեյնիտի, պեռլիտային ընտանիքի բոլոր ստրուկտուրաների տեսակարար ծավալներն ավելի մեծ են և միմյանցից տարբերվում են, ընդ որում առավելագույն տեսակարար ծավալ ունի մարտենսիտը: Հասկանալի է, որ պողպատը մխելիս ծավալի փոփոխում առաջացնող ստրուկտուրային փոխադարձությունները տարբեր բնույթ կունենան, քանի որ շինվածքի հատվածքի տարբեր կետերում սառեցման արագությունը լինում է տարբեր:

Ստրուկտուրային լարումները առավելապես վտանգավոր են ավելի ցածր ջերմաստիճաններում տեղի ունեցող մարտենսիտային փոխադարձման ժամանակ, երբ շինվածքի տարբեր մասերում ծավալի փոփոխություններն ավելի ուժեղ են արտահայտվում և սառեցման մեծ արագության պատճառով առաջացած ստրուկտուրային լարումները չեն հասցնում հավասարվել: Թերմիկական և ստրուկտուրային լարումների փոխադարձ ազդեցության բնույթը միման տարբեր շրջաններում զգալի է բնորոշել: Սակայն պարզ է, որ որոշ պայմաններում նրանք կարող են գումարվել և տալ ընդհանուր լարման այնպիսի արժեք, որը գերազանցի մետաղի ամրության սահմանը: Այս դեպքում շինվածքի առանձին մասերում տեղի է ունենում խզում. առաջանում է միման պրոցեսի ամենից վտանգավոր արտադր՝ միման ճեղքը: Գումարային լարման ավելի փոքր արժեքների դեպքում ճեղքեր չեն առաջանում, սակայն մշակվող շինվածքը կարող է ենթարկվել զոգավորման, կորացման: Որոշ դեպքերում ալպիտի կորացումները հնարավոր է ուղղել մամլիչի միջոցով: Բայց երբեմն այդ կորացումները այնքան ուժեղ են արտահայտվում, որ անուղղելի են դառնում: Այնպես, ինչպես և միման ճեղքի առաջացման դեպքում, շինվածքը վերջնականապես խոտանվում է:

Միման պրոցեսում թերմիկական և ստրուկտուրային լարումների առաջանում են անխուսափելիորեն: Սակայն դա չի նշանակում, որ չի կարելի նվազեցնել այդ լարումները, կանխել ճեղքերի և ուժեղ գոգավորումների առաջացումը:

Ներքին լարումների դոյացման վրա մեծ ազդեցություն է գործում մշակվող գետալների կոնսորցիան: Ջերմային մշակման սեռականության նպատակահարմար է խուսափել դետալում սուր անկյուններ, հատվածների խիստ տարբերություններ, խուլ անցքեր ունենալուց:

Միման ժամանակ առաջացող լարումները կարելի է նվազեցնել և ջերմային մշակման տեխնոլոգիական պրոցեսների ճիշտ կատարմամբ, որոշ դեպքերում միման այլ եղանակների (միսում երկու սառեցուցիչներում, միսում տաք միջավայրում, մակերեսային միսում) կիրառելու միջոցով:

Միման նշված արատները հիմնականում պայմանավորվում են սառեցման պրոցեսով: Մակայն և տաքացման պրոցեսը սխալ կատարելիս կարող են հանգես գալ արատներ, որոնք իջեցնում են շինվածքի որակը, իսկ երբեմն դարձնում են այն բոլորովին ոչ պետքական:

Տաքացման պրոցեսում ջերմաստիճանային ռեժիմների խիստ պահպանման անհրաժեշտության մասին խոսվեց թրծաթողման հարցերը լուսաբանելիս: Դա ավելի մեծ նշանակություն է ձեռք բերում միման պրոցեսի համար, որովհետև այս դեպքում շինվածքի կարծրության և ամրության նկատմամբ որոշակի պահանջներ են ներկայացվում: Այդպիսի արատների շարքին են դասվում, ինչպես գիտենք, շինվածքի մակերեսի ածխածնադրվումը և օքսիդացումը, որոնք պայմանավորվում են տաքացման եղանակով և վառարանի միջավայրով, մետաղի ցածր կարծրությունը տաքացման ոչ բավարարչապես ջերմաստիճանի պատճառով մետաղի փխրությունը, միման ջերմաստիճանի բարձր լինելու պատճառով և այլն: Այս կարգի արատների առաջացումը կարելի է կանխել տվյալ նյութի միման տեխնոլոգիական ռեժիմները ճիշտ պահպանելու միջոցով:

Միման պրոցեսում առաջացած արատների դեմ պայքարը ընդհանրապես հանգում է այն միջոցառումների կիրառմանը, որոնք շարադրվում են հաջորդ բաժիններում:

§ 3. ՊՈՂՊԱՏԻ ՄԽՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ

Միսումը կարելի է կատարել տարբեր եղանակներով:

1. Միսում մեկ սառեցուցիչի մեջ. — Միման տյա եզանակը

շնորհիվ իր պարզության շատ տարածված է: Մինչև պահանջվող ջերմաստիճանը տաքացնելուց հետո շինվածքը իջեցվում է սառեցուցիչ հեղուկի մեջ, որտեղ և մնում է մինչև լրիվ սառելը:

Միման դեպքում սառեցման արտոնությունը կախված է պողպատի քիմիական կազմից՝ ածխածնի և հատուկ լեգիրող տարրերի (քրոմ, նիկել, վոլֆրամ, մոլիբդեն և այլն) պարունակությունից, ինչպես նաև սառեցնող հեղուկի ջերմաստիճանից, նրա ջերմունակությունից և ծավալից:

Լաջորեն տարածված է պողպատի սառեցումը սառն ջրի մեջ, որն ունի ուժեղ ազդող սառեցուցիչի բոլոր հատկությունները: Ջրի մեջ միեկիս, սառեցման արագությունը կարելի է բարձրացնել կամ իջեցնել նրա մեջ լուծելով տարբեր նյութեր: Օրինակ, կերակրի աղի կամ կծու նատրիումի չնչին քանակի ավելացումը (1%-ից պակաս), բարձրացնում է սառեցման արագությունը մեկ և կես, երկու անգամ. սառեցման արագությունը կարելի է իջեցնել՝ նրա մեջ դրոջերին, հեղուկ ապակի կամ այլ նյութեր ավելացնելու միջոցով: Բացի ջրից, միման ժամանակ որպես սառեցուցիչ օգտագործվում են նաև բուսական և հանքային լուղեր: Յուղի սառեցուցիչ աղբյուրությունը 3—4 անգամ փոքր է ջրից: Այդ պատճառով լուղի մեջ միավոր առարկան ավելի դանդաղ է սառչում և, հետևաբար, ավելի քիչ է ենթարկվում դեֆորմացիայի ու ավելի փոքր են լինում մետաղում ճեղքվածքների առաջացման հնարավորությունները: Յուղերի թերությունը կայանում է նրանում, որ բարձր ջերմաստիճանի ազդեցության տակ, ինչպես նաև օդից օքսիդացման պատճառով, նրանք (հատկապես բուսական լուղերը) թանձրանում են և իջեցնում իրենց միման ունակությունը:

Սառեցնող միջավայրի ընտրումը կախված է, գլխավորապես, պողպատի բաղադրությունից և միավոր շինվածքի չափերից. ածխածնային պողպատները սովորաբար միվում են ջրի մեջ, եթե շինվածքի տրամագիծը կամ հատվածքի նվազագույն չափը 5—10 մմ-ից ավելի է: Ածխածնային պողպատից ավելի փոքր չափերով պատրաստված շինվածքների և լեգիրող պողպատների միսումը կատարվում է լուղի մեջ:

Ածխածնային պողպատներում միման խորությունը, այսինքն մարտենիտային ստրուկտուրա ունեցող շերտի հաստությունը, փոքր է: Սովորաբար, 10 մմ-ից ավելի տրամագիծ ունեցող ածխածնային պողպատի նմուշը միեկիս չի հաջողվում նրա ամբողջ

հատվածքով միջանցիկ միտում ստանալ: Ավելի մեծ հատվածքով դետալներ միևնույն նրա արտաքին և միջի շերտերում ստրուկտուրաների (հետևաբար և հատկությունների) տարբերությունը ավելի ցայտուն է լինում: Ածխածնային պողպատից պատրաստված շատ մեծ հատվածք ունեցող դետալների միմյան դեպքում միավում է միայն մակերևութային շերտը, մինչդեռ միջի շերտը կամ բոլորովին չի միավում, կամ էլ միավում է թերի, շատ թույլ: Դա պայմանավորվում է շինվածքի արտաքին և ներքին շերտերում սառեցման արագությունների տարբերությամբ:

Միաված շերտի խորությունն մեծությունը կախված է շատ պատճառներից, սակայն որոշիչ ազդեցություն են թողնում՝ պողպատի բաղադրությունը, հատիկի մեծությունն ու միմյան ջերմաստիճանը:

Ածխածնային պողպատներից ամենամեծ միավորություն (ալլալս է կոչվում պողպատի շինվածքի ամբողջ հատվածքով միտման ընդունելու հատկությունը) ունի $0,830\%$ ածխածին պարունակող պողպատը: Պողպատի միավորությունը գալիորեն աճում է նրա մեջ հատուկ լեգիրող տարրերի ներմուծմամբ: Եթե ածխածնային պողպատում միջանցիկ միտում ստացվում է շինվածքի մինչև 10 մմ հաստության դեպքում, ապա լեգիրված պողպատներում, մըլուման միանման պայմաններում, միջանցիկ միտում կարելի է ստանալ 100 մմ-ից ավելի տրամագիծ ունեցող շինվածքներում: Այդ պատճառով, երբ դետալից (մեքենամասից) պահանջվում է ամբողջ հատվածքով մեխանիկական հատկությունների միանմանություն, կիրառվում են լեգիրված պողպատներ:

Միմյան բարձր ջերմաստիճանները, ինչպես և հատիկի մեծ լինելը նույնպես օժանդակում են միմյան խորություն աճին: Մեծահատիկ պողպատները միտման ընդունում են ավելի խորը, քան մանրահատիկային պողպատները:

Երբ միտումը կատարվում է մեկ սառեցուցիչի մեջ, դետալներում մեծ ներքին լարումներ են առաջանում, և, հետևապես, դետալները ենթարկվում են դեֆորմացիայի՝ փոխվում են նրանց ձևը և չափերը: Ներքին ջերմային լարումների ազդեցության տակ որոշ դեպքերում կարող են առաջանալ նաև ճեղքվածքներ: Ներքին լարումները փոքրացնելու և նրանց ազդեցությունը մեղմացնելու նպատակով կիրառվում են միմյան հատուկ եղանակներ:

2. Միտումը երկու սառեցուցիչների մեջ.—Շինվածքը սկզբից

սառեցվում է ջրում մինչև $300-400^\circ$, այնուհետև արագորեն տեղափոխվում է ուրիշ, ավելի մեղմ միտող հեղուկի (յուղի) մեջ, որտեղ և վերջնականապես սառեցվում է: Երկրորդ հեղուկի մեջ տեղափոխումը կատարվում է մարտենսիտի գոյացման մոմենտին՝ լարումների նվազեցման նպատակով:

Միտումը երկու սառեցուցիչներում (ջուր-յուղ) լախորեն կիրառվում է ածխածնային պողպատից պատրաստված գործիքների (ներփորիչների, տափերեսների, ֆրեզների), ինչպես նաև բարդ ձևավորում ունեցող դետալների ջերմային մշակման դեպքում:

3. Միտում՝ ինքնամիտամեղմումով.—Միմյան այս եղանակը կիրառվում է դետալների դեֆորմացիաները փոքրացնելու և ճեղքվածքների առաջացումը կանխելու համար: Միմյան ջերմաստիճանում տաքացնելուց հետո շինվածքը արագորեն սառեցվում է ջրի մեջ մինչև $300-350^\circ$, որից հետո սառեցումը շարունակվում է սոդում: Շնորհիվ շինվածքում պահպանված ջերմության, նա ենթարկվում է ինքնամիտամեղմման: Այս դեպքում լրացուցիչ միտմեղմում չի կիրառվում:

Ինքնամիտամեղմումով միտումը հաճախակի կիրառվում է հատիչներ, մուրճեր և այլ գործիքներ միևնույն համար:

4. Միտում՝ տաք միջավայրում.—Այս դեպքում մինչև միմյան ջերմաստիճանը տաքացրած առարկան արագորեն սառեցվում է սառեցուցիչ միջավայրում մինչև $200-300^\circ$ -ը, իսկ հետագա սառեցումը մինչև սովորական ջերմաստիճանները կատարվում է դանդաղ: Որպես միմյան միջավայր օգտագործվում են հալված աղեր, լուծույթներ կամ տաքացրած յուղեր:

Միմյան այս եղանակի կիրառման դեպքում զգալի չափով նվազում են ջերմային մշակման ենթարկվող առարկայում առաջացող ներքին լարումները, որի հետևանքով փոքրանում են առարկայում առաջացող դեֆորմացիաները:

Ճաք միջավայրերում միմյան եղանակի կիրառումը սահմանափակված է ջերմամշակման ենթարկվող առարկայի չափսերով և սովորաբար իրականացվում է մինչև 10 մմ տրամագիծ ունեցող և ջրում միջոց պողպատների համար:

5. Մակերեսային միտում.—Մակերեսային միտումը կիրառվում է այն դեպքերում, երբ անհրաժեշտ է ստանալ շինվածքի ճշուն միջուկ, իսկ աշխատող մակերեսում՝ բարձր կարծրություն (օրինակ, ատամնանիվներ, գլոթանների խոփեր, լիսեռներ և այլն):

Մակերեսային միումը կարելի է դիտել որպես մակերեսային ամրապնդման պրոցես, որով նա նմանվում է աչնախի պրոցեսներին, ինչպիսին են՝ ցեմենտացումը, ազոտումը և ցիանացումը: Մակայն, մակերեսային ամրացման այլ պրոցեսների և սովորական միման նկատմամբ մակերեսային միումն ունի մի շարք աչքի ընկնող առավելություններ:

1. Մի քանի տասնյակ անգամ կրճատվում է ջերմային մշակման պրոցեսի տեղությունը, ուստի և դգալի չափով աճում է պրոցեսի արտադրողականությունը:

2. Տաքացման կարճատևության շնորհիվ (մի քանի վայրկյան), վերացվում է շինվածքի օքսիդացումը:

3. Զգալի չափով նվազում է դետալի դեֆորմացիան, քանի որ բացառվում է նրա միջուկի տաքացումը և միումը:

Այս առավելությունների շնորհիվ մակերեսային միումը ժամանակակից մեքենաների մեծ, բարդ ձևավորում ունեցող դետալների ջերմային մշակման համար միակ հնարավոր եղանակն է հանդիսանում:

Արտադրության պայմաններում մակերեսային միման համար շինվածքի կամ նրա առանձին մասերի տաքացումը կատարվում է հիմնականում երկու եղանակներով.

1. Թթվածնա-ացետիլենային բոցի միջոցով և 2. Բարձր հաճախականության հոսանքների (ԲՀՀ) միջոցով:

Առաջին դեպքում շինվածքի մակերեսը տաքացվում է ացետիլենային բոցի միջոցով և հետո արագ սառեցվում ջրում կամ այլ սառեցնող միջավայրում: Տաքացման պրոցեսի կարճատևության հետևանքով, ջերմությունը չի հասցնում հաղորդվել միջին մասերին, ուստի և միմում է միայն շինվածքի արտաքին շերտը, մինչդեռ միջուկը պահպանում է իր սկզբնական հատկությունները:

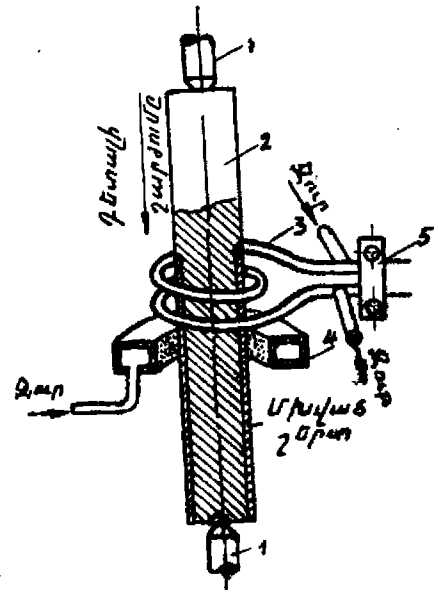
Միման համար տաքացնելու այս եղանակը կիրառելու միջոցով կարելի է տարբեր հաստության (մինչև 6—6,5 մմ) միմած շերտ ստանալ: Մակայն պրոցեսի կարգավորման գծավարությունը և պողպատի գերաաքացման վտանգը սահմանափակում են մակերեսային միման այս եղանակի լայն կիրառումը:

Բարձր հաճախականության հոսանքներով տաքացնելու եղանակը հիմնված է ինդուկցիայի երևույթի կիրառման վրա: Հալտնի է, որ եթե հաղորդալարով անցնում է փոփոխական էլեկտրական հոսանք, ապա նրա մեջ տեղավորված մետաղական առար-

կալում ինդուկտվում են «պարազիտային» հոսանքներ, որոնք համակենտրոնացվում են առարկայի մակերեսով շերտում և տաքացնում նրան:

Մետաղի տաքացվող շերտի խորությունը կախված է հոսանքի հաճախականությունից՝ որքան բարձր է վերջինս, այնքան ավելի փոքր է ստացվում մետաղի տաքացված շերտի խորությունը: Եթե պողպատի տաքացման համար օգտագործվի նորմալ հաճախականության (50 պարբ./վրկ) հոսանք, ջերմությունը կանցնի 90 մմ խորությամբ, մինչդեռ հոսանքի 100000 պարբ./վրկ հաճախականության դեպքում՝ համարյա ամբողջ ջերմությունը համակենտրոնացվում է 2 մմ խորության վրա, որի հետևանքով էլ մետաղի այդ շերտը ուժեղ տաքանում է: Միման համար բարձր հաճախականության հոսանքով տաքացնելիս շինվածքները տեղափոխվում են հատուկ հարմարանքների մեջ, որոնք ինդուկտոր են կոչվում: Ինդուկտորն իրենից 8—10 մմ տրամագիծ ունեցող ծոված պղնձե խողովակ է ներկայացնում, որի միջով դեներատորից բարձր հաճախականության հոսանք է թողնվում: Սառեցումը կատարելու համար ինդուկտորի միջով ջուր է մատուցվում:

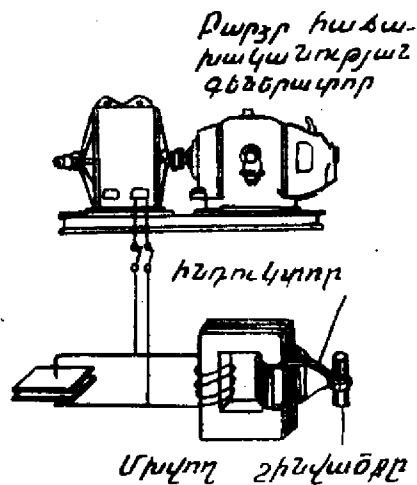
Ինդուկցիայի երևույթի շնորհիվ դետալը արագ տաքանում է մինչև պահանջվող ջերմաստիճանը, իսկ ինդուկտորի, կամ հատուկ սառեցնող հարմարանքի (սպրեյերի) միջով մատուցվող ջուրն անմիջապես սառեցնում է առարկան և միումը նրան: Տաքացման ժամանակի կարճատև լինելու և անմիջական սառեցման հե-



Նկ. 31. Բարձր հաճախականության հոսանքներով անընդհատ միման սխեման: 1—հոսանքի կենտրոնները, 2—դետալը, 3—ինդուկտորը, 4—սառեցնող սարքը (սպրեյեր), 5—բարձր հաճախականության դեներատորի և ինդուկտորի կոնտակտը:

տեանքով միայն դետալի մակերեսային շերտն է միավորվում, իսկ դետալի միջուկը մնում է չմիաված վիճակում:

Կարգավորելով տվյալ հաճախականության հոսանքի գեներատորի հզորությունը և տաքացման ժամանակաընթացքը, կարելի է առարկան տաքացնել պահանջվող խորությամբ և, հետևաբար, ստանալ տարբեր միմյան խորությամբ շերտ, որը սովորաբար տատանվում է 1-ից 10 մմ-ի սահմաններում:



Նկ. 31-ում ցույց է տրված մեծ երկարություն ունեցող դետալի մակերեսային հաջորդական միմյան սխեման, իսկ Նկ. 32-ում բարձր հաճախականության հոսանքներով միմյան տեղակայանքի ընդհանուր սխեման:

Բարձր հաճախականության հոսանքով պողպատի մակերեսային միմյանը նոր, տեխնիկական ավելի կատարյալ և պրոգրեսիվ մեթոդ է հանդիսանում, և ներկայումս լայնորեն արմատավորվում է մեքենայաշինական արդյունաբերության տարբեր ճյուղերում: Գյուղատնտեսական մեքենաների մի շարք դետալներ ներկայումս նույնպես մակերեսային միմյան են ենթարկվում բարձր հաճախականության հոսանքներով տաքացնելու միջոցով:

§ 4. ՊՈՎՊԱՏԻ ՋԵՐՄԱ-ՓԻՄԻԱԿԱՆ ՄՇԱԿՈՒՄԸ

Ջերմա-քիմիական պրոցեսները տարբերվում են վերը շարադրված շերտային մշակման պրոցեսներից նրանով, որ այստեղ սովորական շերտային պրոցեսների հետ միասին տարբեր տարրերի դիֆուզիայի հետեանքով տեղի է ունենում պողպատի մակերեսային շերտի քիմիական բաղադրության փոփոխում: Այնպես,

ինչպես և մակերեսային միմյան ժամանակ, պողպատի ջերմա-քիմիական մշակման դեպքում տեղի է ունենում մակերեսային շերտի հատկությունների փոփոխում:

Ջերմա-քիմիական մշակման պրոցեսները կիրառվում են այն դեպքերում, երբ անհրաժեշտ է, որպեսզի շինվածքի մակերեսի հատկությունները տարբերվեն նրա միջին շերտերի հատկություններից. այլ կերպ, երբ շինվածքի մակերեսը միջուկի համեմատությամբ ունենա բարձր կարծրություն պահանջվող մաշակալուծությունն ապահովելու համար:

Ներկայումս, բացի ածխածնով ցեմենտացման հանրատարած պրոցեսից, տեխնիկական տարբեր նպատակների համար օդ-տաքործում են նաև ազոտումը, ցիանացումը, ալյումինավորումը, դիֆուզիոն քրոմագոծումը, սիլիկավորումը և ուրիշ շատ պրոցեսներ:

Ջերմա-քիմիական բոլոր պրոցեսների համար կարելի է ընդգծել որոշ ընդհանուր դրույթներ, որոնցով դիկավարվելով հնարավոր է ճիշտ տանել պրոցեսը:

Պրոցեսի ուժգնությունը կախված է դիֆուզիոն տարրի վիճակից՝ այն ավելի է լինում երբ դիֆուզիոն տարրը որևէ քիմիական միացությունից ատոմական ակտիվ ձևով է անջատվում: Քիմիական միացության այդպիսի տարալուծումը ավելի հեշտ է ընթանում գազային վիճակում: Այդ պատճառով էլ ձգտում են ջերմա-քիմիական մշակումը կատարել գազերի կամ ցնդող միացությունների միջավայրում:

Ջերմա-քիմիական մշակման պրոցեսների ուժգնությունը պայմանավորվում է նաև մշակման ենթարկվող մետաղի բաղադրությամբ, պրոցեսի ջերմաստիճանով ու տեղությունը և դիֆուզիա կատարելու համար օդատաքործվող նյութերի որակով (կոդմով): Ջերմա-քիմիական պրոցեսների արժեքավորումը կատարվում է դիֆուզիայի խորությամբ և մետաղում դիֆուզիոն տարրի կոնցենտրացիայով:

Այս ընդհանուր դիտողությունները կատարելուց հետո, ծանոթանալով ջերմա-քիմիական մշակման հիմնական պրոցեսներին՝ ցեմենտացման, ազոտման և ցիանացման հետ:

Պողպատի ցեմենտացումը.— Պողպատից պատրաստված շինվածքի մակերեսային շերտը ածխածնով հագեցման պրոցեսը կոչվում է ցեմենտացում: Ցեմենտացումը կատարվում է շինվածքի մակերեսային շերտը կարծրացնելու, իսկ միջուկը ճլուճ

վիճակում պահպանելու նպատակով: Ցեմենտախնայումը լաճորեն կիրառվում է ուժեղ մաշման և հարվածային բեռնվածությունների պայմաններում աշխատող մեքենաների մասերը (ստամանիվներ, գունժանների թևեր, չափող գործիքներ, մխոցային մատեր և այլն) մշակելու համար:

Ցեմենտախնայման ենթարկվող շինվածքները պատրաստում են քիչ ածխածին պարունակող պողպատներից (մինչև $0,35\%$ ածխածնի պարունակությամբ): Ածխածնի ավելի մեծ պարունակությունը դեպքում հնարավոր չէ մխոցային հետո ստանալ շինվածքի միջուկում պահանջվող ճյուղվածությունը:

Ածխածնի պարունակությունը ցեմենտախնայված շերտում սովորաբար հասցվում է մինչև $0,9\%$ -ի, քանի որ ավելի շատ լինելու դեպքում առաջանում է ազատ ցեմենտիտ, և ցեմենտախնայված շերտը ավելի փխրուն է դառնում:

Ցեմենտախնայման պրոցեսը կախնում է հետևյալում՝ ցեմենտախնայվող առարկան տեղակայվում է հերմետիկ ամանում, որը լցված է ածխածնով հարուստ նյութերով, և տաքացվում է մինչև AC_3 կրիտիկական կետից բարձր ջերմաստիճանը, որի պայմաններում հնարավոր է ածխածնի արագ դիֆուզիան պողպատի մեջ:

Տաքացման ջերմաստիճանի ներքևի սահմանը AC_1 կետն է (723°), քանի որ այս ջերմաստիճանից ցածր երկաթը ալնպիտի ալոարոպիկ (ալՖա-երկաթ) ձևափոխում է ընդունում, որը գործնականում ածխածնի հետ չի կարող տալ պինդ լուծույթ:

AC_1 և AC_3 կետերի սահմանում պողպատի ածխածնացումը հնարավոր է, սակայն ածխածնի դիֆուզիային խոչընդոտում են ֆերիտի հատիկները, որոնք այդ ջերմաստիճանների պայմաններում դեռևս պահպանում են իրենց գոյությունը (նկ. 17, $Fe-C$ վիճակի դիագրամի GPS սահմանը):

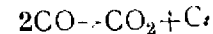
Ալնպիտով, ցեմենտախնայման համար բարենպաստ պայմաններ ստեղծելու համար պողպատի տաքացումը անհրաժեշտ է կատարել AC_3 կրիտիկական կետից բարձր, որտեղ պողպատի սարուկառույց, որը բաղկացած է գամմա պինդ լուծույթի (աուստենիտի) հատիկներից, հեշտությամբ կլանում է ատոմական ածխածինը:

Գործնականում ցեմենտախնայման ջերմաստիճանը վերցվում է $880-950^\circ$ -ի սահմաններում:

Ցեմենտախնայման պրոցեսում կիրառվող ածխածնացնող

նյութերը, որոնք կարբյուրիդատոր են կոչվում, լինում են պինդ գազային և հեղուկ: Համապատասխան դրան տարբերում են ցեմենտախնայման երեք եղանակ՝ 1. ցեմենտախնայում պինդ կարբյուրիդատորում, 2. գազային ցեմենտախնայում և 3. հեղուկ ցեմենտախնայում:

Որպես պինդ կարբյուրիդատոր հիմնականում կիրառվում է փայտածուխի կամ կենդանական ածուխի և մի շարք հավելումների խառնուրդը: Որպես հավելումներ հիմնականում օգտագործվում են ածխածնի նատրիումի (սոդա) կամ կալիումի (պոտաշ) աղերը: Այդ հավելումները (աղերը) կարբյուրիդատորներն ավելի ակտիվ են դարձնում: Առավելաչափ տարածված են պարզ կարբյուրիդատորները, որոնք բաղկացած են $90-80\%$ փայտածուխից և $10-20\%$ սոդայից: Լավ արդյունք է ստացվում նաև կարբյուրիդատորի մեջ որոշ չափով ($10-15\%$) կենդանական ածուխ ավելացնելու դեպքում: Բարձր ջերմաստիճաններում ածխածնի աղերի և կարբյուրիդատորի ածուխի քիմիական փոխազդեցություն հետևանքով առաջանում է ածխածնի օքսիդ գազը, իսկ այն տարալուծվելով ստացվում է ազատ ածխածին և ածխածնի փափուկ: Ռեակցիան ընթանում է հետևյալ կերպ՝



Ածխածնի օքսիդի տարալուծումից ստացված ատոմական ածխածինը ներթափանցում է մշակվող դետալի մեջ, հարստացնելով նրա արտաքին շերտը ածխածնով: Հասկանալի է, որ ցեմենտախնայման պրոցեսի տեղությունը կոտրված կլինի ցեմենտախնայման շերտի պահանջվող հաստությունից և սովորաբար տատանվում է $8-25$ ժամի սահմաններում: Ածխածնացման միջին արագությունը ցեմենտախնայման ժամանակ հավասար է $0,08-0,10$ մմ մեկ ժամում:

Ցեմենտախնայման ջերմաստիճանը մինչև $950-980^\circ$ բարձրացնելու միջոցով հնարավոր է գլխավորեն արագացնել պրոցեսը, առանց դետալի որակը վատացնելու:

Ցեմենտախնայման պրոցեսի ընթացքում բարձր ջերմաստիճաններում երկարատև պահելու հետևանքով մետաղի սարուկառույցն մեծահատիկ է դառնում: Մետաղի հատիկը մանրացնելու նպատակով երբեմն ցեմենտախնայումից հետո շինվածքը նորմալացման է ենթարկվում՝ մինչև 880° տաքացնելու և հետո օդում սառեցնելու միջոցով: Շինվածքի արտաքին շերտը կարծրացնելու

նպատակով, ցեմենտայնացումից և նորմալացումից հետո, շինվածքը մխվում է՝ մինչև $750-800^{\circ}$ տաքացնելու և հետո ջրում կամ լուղում առեցնելու միջոցով: Պարզ է, որ մխման կենթարկվի միայն շինվածքի արտաքին շերտը:

Մխումից հետո ներքին լարումները մեղմացնելու նպատակով կատարվում է մխամեղմում՝ $180-200^{\circ}$ -ում $2-4$ ժամ պահելու միջոցով:

Գազային ցեմենտայնացման տեխնոլոգիական պրոցեսը նախորդի համեմատությամբ ավելի պարզ է: Այս պրոցեսը, որն առաջին անգամ առաջարկվել է Պ. Պ. Անոսովի կողմից դեռ անցյալ դարի սկզբներում, կատարվում է ածխածին պարունակող գազերի միջավայրում մշակվող առարկան տաքացնելու միջոցով: Որպես ցեմենտատոր օգտագործվում են ինչպես բնական, այնպես և արհեստական (լուսադազ, նավթի, սոլլարային լուղի և այլ ածխաջրածինների պիրոլիզի միջոցով ստացված) գազեր: Այդ գազերը, նախած աշխատանքի պլաններին, կիրառվում են կամ մաքուր վիճակում, կամ ուրիշ գազերի հետ խառնված:

Ցեմենտայնացվող առարկան հատուկ հարմարանքների միջոցով տեղավորվում է վառարանի մուֆելի մեջ, որից հետո մատուցվում է գազը: Պրոցեսի ջերմաստիճանը հասցվում է $930-950^{\circ}$ -ի: Պրոցեսի տեղությունը ընտրվում է պահանջվող ցեմենտայնացման շերտի խորության համապատասխան:

Գազային ցեմենտայնացումը մի շարք առավելություններ ունի պինդ ցեմենտայնացման համեմատությամբ, որի հետևանքով էլ վերջին ժամանակներում այն լայնորեն կիրառվում է մասնաշաղկան արտադրության մեջ: Այդ առավելությունները կայանում են հետևյալում.

1. Պրոցեսն ունի ավելի բարձր արտադրողականություն և ավելի շահավետ է, քանի որ ցեմենտայնացման արկղերի և կարբուրիզատորի տաքացման համար ջերմություն չի ծախսվում:

2. Ցեմենտայնացման շերտի պահանջվող խորությունն ստացվում է ավելի կարճ ժամանակամիջոցում:

3. Հարմար և ավելի հեշտ է կարգավորել ցեմենտայնացման խորությունը և ածխածնի պարունակությունը արտաքին շերտում:

4. Մանրահատիկ պողպատների ցեմենտայնացման դեպքում հնարավոր է կատարել անմիջական մխում, որի հետևանքով կըրճատվում է տեխնոլոգիական օպերացիաների թիվը:

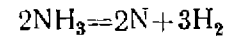
5. Մեծ հնարավորություններ կան պրոցեսի լրիվ մեքենայացման և ավտոմատացման համար:

Շեղուկ ցեմենտայնացումը կատարվում է ածխածին պարունակող հեղուկ աղերի (Na_2CO_3 , NaCl և SiCl_4) վաննայում: Պրոցեսն ընթանում է $840-860^{\circ}$ -ում 30 րոպեից մինչև $2,5$ ժամվա ընթացքում և կարելի է ստանալ $0,2-0,6$ մմ հաստությամբ ցեմենտայնացված շերտ:

Հեղուկ ցեմենտայնացման հիմնական առավելությունը՝ մշակվող դետալի հավասարաչափ տաքացումն է աղային վաննաներում և ցեմենտայնացումից հետո անմիջական մխման հնարավորությունը:

Ազոտում. — Ազոտում է կոչվում ջերմաքիմիական մշակման այն պրոցեսը, որի դեպքում պողպատից պատրաստված շինվածքի մակերեսային շերտը հագեցվում է ազոտով:

Ազոտման պրոցեսը հիմնվում է ամոնիակի դիսոցման վրա, որը տեղի է ունենում հետևյալ ռեակցիայով՝



Ամոնիակի դիսոցումից ստացված ակտիվ ատոմական ազոտը, այդ պրոցեսի համար ամենից բարենպաստ ջերմաստիճաններում ($500-650^{\circ}$), դիֆուզում է պողպատի մեջ: Այս պրոցեսի դեպքում ևս պրոցեսի ջերմաստիճանի և տեղությունից մեծացման հետ դիֆուզիայի խորությունը մեծանում է: Ազոտման պրոցեսից հետո պողպատի մակերեսային շերտի կարծրությունը և ջերմակայունությունը զգալի չափով բարձրանում են: Պողպատի մակերեսային շերտը ձեռք է բերում տարբեր միջավայրերում կորոզիային դիմադրելու ունակություն: Ազոտման պրոցեսը ավելի, քան ցեմենտայնացումը և հետագա մխումը, բարձրացնում է շինվածքի մակերեսային կարծրությունը և մաշակայունությունը:

Փորձերով հաստատված է, որ սովորական ածխածնային պողպատների նկատմամբ ազոտման պրոցեսի կիրառումը սպասվող արդյունքը չի տալիս, իսկ լեգիրված պողպատները լավ են ենթարկվում ազոտման: Ազոտման ենթարկված լեգիրված պողպատներում նկատվում է կարծրության զգալի աճ: Դա բացատրվում է նրանով, որ պողպատում լեգիրող տարրերը՝ ալյումինը, վոլֆրամը, մոլիբդենը, քրոմը և վանադիումը ազոտի հետ կազմում են կարծր քիմիական միացություններ՝ նիտրիդներ: Այդ տեսակետից հատկապես աչքի է ընկնում ալյումինը, որը տալիս է շատ ամուր և

կարծր նիտրիդ: Ուրեմն, ազոտման պրոցեսը կիրառելի է միայն լեգիրված պողպատից պատրաստված շինվածքների համար: Դա այս պրոցեսի թերութուններից մեկն է:

Ազոտման պրոցեսի համար օգտագործվող պողպատները նիտրոլու են կոչվում: Այդպիսի պողպատներից կարելի է նշել 38X.MIO պողպատը, որի բաղադրությունն է՝ $0,35-0,42\%$ ածխածին, $1,35-1,65\%$ քրոմ, $0,7-1,1\%$ ալյումին և $0,15-0,25\%$ մոլիբդեն:

Ինչպես ազոտման, այնպես և գազային ցեմենտացման պրոցեսները կատարելու համար, անհրաժեշտ է ունենալ հատուկ տեղակայանք, կամերային վառարանով, որում տեղավորվում են աղոտվող դետալները և որի մեջ բաց է թողնվում ամոնիակը:

Նիտրոլուից պատրաստված շինվածքները մինչև ազոտման ենթարկվելը միամեղմվում են սորբիտային ստրուկտուրա ստանալու համար:

Շինվածքը վառարանում պահվում է բավական երկար ժամանակ՝ մի քանի ասանյակ ժամ: Դրանում է կախում պրոցեսի երկրորդ աչքի ընկնող թերությունը: Տաք վառարանի մեջ մատուցվող ամոնիակը տարալուծվում է վերը նշված սեպիցիայի համաձայն և անջատված ազոտ ատոմական տղոտը ակտիվ ներգործում է պողպատի մեջ: Պրոցեսն ավարտվելուց հետո վառարանը դետալների հետ միասին սառեցվում է մինչև $100-150^\circ$, որից հետո ամոնիակի մատուցումը դադարեցվում է և մշակված դետալները վառարանից դուրս են հանվում:

Որոշ թերութունների հետ միասին, ազոտացման պրոցեսը ցեմենտացման պրոցեսի համեմատությամբ ունի նաև որոշ առավելություններ՝

1. Ազոտման ենթարկված շերտի կարծրությունը $1,5-2$ անգամ ավելի է քան ցեմենտացված և միաված շերտի կարծրությունը, որի հետևանքով համեմատաբար աճում է նաև մաշակայնությունը:

2. Ծեմենտացված և միաված շերտը կորցնում է իր կարծրությունը $250-300^\circ$ -ում, իսկ ազոտված շերտի կարծրությունը չի փոխվում մինչև $500-600^\circ$:

3. Ազոտվող դետալները միավում են մինչև ազոտումը, իսկ ցեմենտացվողները՝ ցեմենտացումից հետո, որի պատճառով էլ խոտանը ցեմենտացման ժամանակ ավելի մեծ է լինում:

Ցիանացում.—Ցիանացում կոչվող շերմա-քիմիական պրոցեսի ընթացքում դետալի մակերեսը հաղեցվում է ցիանով, որն ինչպես հալտնի է, ածխածնի և ազոտի քիմիական միացություն է ներկայացնում (CN):

Ցիանացումը լայնորեն կիրառվում է ատամնանիվների և արագահատ պողպատից պատրաստված գործիքների մաշակալանությունը բարձրացնելու համար:

Ցիանացման պրոցեսն իրականացվում է հալված ցիանալին տղերի միջավայրում (հեղուկ ցիանացում), կամ գազային միջավայրում (գազային ցիանացում): Գազային ցիանացումը գազային ցեմենտացումից տարբերվում է նրանով, որ այս դեպքում ցեմենտացնող գազին ավելացվում է ամոնիակ: Վերջինիս տարալուծումից ստացված ազոտի ակտիվ առաջները առաջացնում են դետալի լրացուցիչ ազոտում և միևնույն ժամանակ արագացնում են ածխածնի դիֆուզիան: Գազային ցիանացումը, որը միևնույն ժամանակ նիտրոցեմենտացում է կոչվում, ավելի նոր և կատարյալ պրոցես է: Այդ պրոցեսը, հեղուկ ցիանացման համեմատությամբ, հնարա-է: Այդ պրոցեսը, $1,5-2$ անգամ մեծացնել դետալների մաշակորություն է տալիս $1,5-2$ անգամ մեծացնել դետալների մաշակայնությունը: Բացի դրանից բացառվում է դեֆիցիտային և թունավոր ցիանալին աղերի օգտագործման անհրաժեշտությունը: Գազային ցիանացման համար կտրելի է օգտագործել գններատուրային գազը:

Գազային ցիանացման, ինչպես և գազային ցեմենտացման թերությունը կախնում է նրանում, որ այդ պրոցեսները կատարելու համար պահանջվում են հատուկ սարքավորումներ և սեղակայանքներ:

§ 5. ՈՐՈՇ ԴԻՏՈՂՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԶԵՐՄԱՅԻՆ ՄՇԱԿՄԱՆ ԳՈՐԾՆԱԿԱՆԻ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

Դետալների տաքացումը մինչև պահանջվող շերմաստիճանը կատարվում է թերմիկական վառարաններում, կամ, դրանց բացակայության դեպքում՝ դարբնոցային հնոցներում: Դետալները տաքացնելիս պետք է հետևել դետալի բոլոր մասերի հավասարաչափ տաքացմանը: Դետալները դարբնոցային հնոցում տաքացնելիս դժվար է հասնել այդպիսի հավասարաչափության: Ուստի, խորհուրդ է տրվում այդ դեպքում դետալների տաքացումը կա-

տարեկ ոչ թե բաց բոցի վրա, այլ նախօրոք անդավորել ախ երկաթե տրեղի մեջ և շրջապատել ավազով կամ չուգունի տաշեղներով, որից հետո միայն տաքացնել արկղը ախքան, որ պետալի ջերմաստիճանը հասնի պահանջվողին: Միման և միամեղմման մի շարք դեպքերում կարիք է լինում ապահովել ջերմալին մշակման ենթարկվող դետալի հավասարաչափ և արագ տաքացումը: Այսպիսի դեպքերում հաջողություն մը կարելի է կիրառել աղալին վաննաներ: Պողպատե դետալների միման դեպքում տաքացման համար կիրառվող աղալին վաննաների բաղադրությունները ցույց են տրված աղյուսակ 2-ում:

Աղյուսակ 2

Վաննաների բաղադրությունը	Համաձայն ջերմաստիճանը	Կիրառման ջերմաստիճանը
Քլորային նատրիում 100% (կերակրի աղ)	800	800-ից ավելի
Քլորային բարիում (43%) + քլորային կալիում (17%) + քլորային նատրիում (40%)	655	720—890
Բորաքս (100%)	878	900-ից ավելի
Քլորային բարիում	960	մինչև 1300

Վառարաններում տաքացնելիս ուշադրություն պետք է դարձվի մետաղները օքսիդացումից և ածխածնադրվումից պաշտպանելու վրա: Այդ նպատակով վերջերս կիրառվում են չեղոք՝ պաշտպանական մթնոլորտ ունեցող վառարաններ: Այդպիսի վառարաններում տաքացնելիս ստացվում են բաց գույնի, մաքուր մակերեսով դետալներ:

Միման համար տաքացման ջերմաստիճանների որոշումը ընդհանրապես պետք է կատարել վերը շարադրած դրույթների հիման վրա. մինչև 1000°C-ի պողպատների համար՝ AC_3 կրիտիկական կետից բարձր (լրիվ միում), հետևիտիկոտիդալին պողպատների համար՝ AC_1 կրիտիկական կետից բարձր (ոչ լրիվ միում), եթե ստրուկտուրայում ցնամնտիտալին ցանցը քաղբալ-

ված է: Հետևիտիկոտիդալին պողպատներում ոչ լրիվ միման կիրառման հնարավորությունը բացատրվում է նրանով, որ ստրուկտուրայում առկա ավելցուկ երկրորդալին ցնամնտիտը, կարծր լինելով, ապահովում է միման պողպատի բարձր կարծրությունը: Մինչև 1000°C-ի պողպատների պողպատները պետք է ենթարկվեն լրիվ միման, քանի որ սրանց ստրուկտուրայի ավելցուկ ֆերիտը փափուկ է և ոչ լրիվ միման դեպքում, մնալով միման պողպատի կազմում, կարող է իջեցնել նրա կարծրությունը:

Տաքացման ջերմաստիճանը որոշելիս պետք է հաշվի առնվի նաև բարձր ջերմաստիճաններում հատիկի աճի հնարավորությունը: Այդ պատճառով, տաքացման ջերմաստիճանը նշված կրիտիկական ջերմաստիճաններից 25—50°-ից ավելի չպետք է լինի:

Միման պրոցեսի վրա որոշակի ազդեցություն է գործում տաքացման արագությունը, որի հնարավոր մեծությունները պայմանավորվում են տաքացնող սարքավորումով, միաժամանակ տաքացվող մետաղի կշռով, մետաղի ջերմահաղորդականությամբ, ջերմունակությամբ, ստրուկտուրայով, շինվածքի կոնստրուկտիվ ձևով և տաքացման ջերմաստիճանով:

Այսպես, օրինակ, կլոր հատվածքով ածխածնալին պողպատից պատրաստված շինվածքի տաքացման համար պահանջվող ժամանակը (հաշվի առնելով միման ջերմաստիճանում պահելու ժամանակը) որոշելու համար կարելի է առաջարկել հետևյալ նորմաները՝ բոցալին վառարաններում տաքացնելիս ամեն մի միլիմետրին 1 րոպե, աղալին վաննաներում տաքացնելիս՝ 0,5 րոպե: Քառակուսի և հարթ ձևավորման, ինչպես նաև լեգիրված պողպատներից պատրաստված շինվածքների համար պահանջվում է ավելի երկար ժամանակ:

Միման շինվածքների միամեղմման դեպքում նույնպես նպատակահարմար է կիրառել աղալին վաննաներ, քանի որ այդ դեպքում ապահովվում է շինվածքի հավասարաչափ տաքացումը: Այդ նպատակի համար կիրառվող աղալին վաննաների բաղադրությունները բերված են աղյուսակ 3-ում:

Միման պրոցեսի ամենից պատասխանատու օպերացիան մշակման ենթարկվող շինվածքի պահանջվող արագությունը սահմանում է: Ինչպես արդեն հայտնի է, սահման արագությամբ է արոշվում միման ալս կամ ալս ստրուկտուրայի (մարտենսիտի, տրոստիտի, ֆերիտի) ստացումը:

Վանանների բաղադրությունը	Հալման ջերմաստիճանը	Կիրառման ջերմաստիճանը
Նատրիումի սելիտրա (50%) + + նատրիումի նիտրատ (50%)	177	160—540
Նատրիումի սելիտրա (50%) + + կալիումի սելիտրա (50%)	218	225—540
Նատրիումի սելիտրա (67%) + + կալիումի սելիտրա (33%)	232	260—540
Նատրիումի սելիտրա (22%) + կալիումի սելիտրա (78%)	254	260—700
Նատրիումի սելիտրա (100%)	310	316—650
Կալիումի սելիտրա (100%)	343	350—650
Քլորային նատրիում (50%) + + ծծմբաթթու նատրիում (50%)	625	630—900

Սառեցման արագությունը գործնականում կարգավորելու համար կիրառվում են տարբեր միջոցներ: Այսպես, օրինակ, փոքր, բարակ մասերով տաքացրած շինվածքը կարելի է արագ սառեցնել, սեղմելով այն բարձր ջերմադրողակցություն ունեցող մետաղյա սալերի (դրոշմների) միջև: Սառեցում կարելի է կատարել նաև օդի կամ դազի միջոցով: Սակայն ամենից շատ տարածված է տաքացրած շինվածքի սառեցումը տարբեր սառեցուցիչ հեղուկներում՝ ջրում, յուղերի մեջ, հալած աղերում ու մետաղներում և այլն:

Առատանիտի իզոթերմիկ փոխադարձման դիագրամի (նկ. 28) վերլուծությունից երևում է, որ առատանիտը մինչև M_H մարտենսիտային կետը դեբասառեցնելու համար անհրաժեշտ է ապահովել մեծ սառեցման արագություն հատկապես $650—550^\circ$ սահմաններում, որովհետև այս ջերմաստիճաններում փոխադարձման առաջին կորը ավելի է մոտենում օրդինատների առանցքին և, հետևաբար, դանդաղ սառեցման դեպքում առատանիտը կարող է տարալուծվել: Մարտենսիտային փոխադարձման գոտիում (300° -ից ցածր) այդ-

պիսի արագ սառեցում չի պահանջվում: Այստեղ առատանիտի փոխադարձման I կորը օրդինատների առանցքից բավական հեռու է գտնվում և, հետևաբար, իրը կարելի է դանդաղ սառեցնել: Այսպիսով, իդեալական սառեցուցիչ հեղուկը պետք է ապահովի արագ սառեցումը $650—560^\circ$ սահմաններում և դանդաղ սառեցումը՝ M_H կետին մոտ գոտիում: Այս դեպքում շինվածքում մեծ ջերմաստիճանային լարումներ չեն առաջանա:

Աղյուսակ 4-ում ցույց են տրված սառեցման արագությունները տարբեր սառեցուցիչ հեղուկներում սառեցնելու դեպքում (ըստ Ս. Ս. Շտեյնբերգի):

Աղյուսակ 4

Սառեցուցիչ միջավայրը	Սառեցման արագությունը $\frac{^\circ C}{\text{վրկ}}$ ջերմաստիճանների տարբեր խնամրվաներում	
	$650—550^\circ$	$300—200^\circ$
Ջուր 18° -ում	600	270
« 50° -ում	100	270
« 74° -ում	30	200
Ջրում կծու նատրիումի 10% -անոց լուծույթը 18° -ում	1200	300
Ջրում կերակրաղի 10% -անոց լուծույթը 18° -ում	1100	300
Ջրում յուղի էմուլսիա	70	200
Մապնալուր	30	200
Հանքային յուղ	150	30

Այս տվյալներից երևում է, որ վերը նշված երկու հիմնական պահանջներին բավարարող իդեալական սառեցուցիչ հեղուկ գոյություն չունի: Ջուրը և կծու նատրիումի ջրային լուծույթը ձեռնառու են $650—550^\circ$ -ում, բայց M_H կետի գոտիում նրանք կարող են առաջ բերել մեծ ներքին լարումներ: Ցուղն ընդհանրապես, քլորոպին ձեռնառու է $650—550^\circ$ -ում և օգտավետ է M_H կետի գոտիում սառեցում կատարելու համար:

րելու համար: Պետք է նաև հիշել, որ սառեցման արագութիւնը համապատասխանող այս ջերմաստիճանային սահմանները, ինչպէս և սառեցման արագութեան մեծութիւնները, տարբեր պողպատների համար տարբեր են: Բացի այդ, սառեցման արագութեան վրա ազդեցութիւն են թողնում նաև մշակվող դետալի չափերը: Փոքր չափերի դետալները հնարավոր է մխել ավելի մեղմ սառեցուցիչի մեջ:

Միման ժամանակ առաջացող ուժեղ գոգավորումներից խուսափելու համար մեծ նշանակութիւն ունի սառեցնող հեղուկի մեջ մետաղի ընկղման եղանակը: Այն ընտրելիս պետք է անպարման հաշվի առնել դետալի ձևը և ձգտել կիրառել այնպիսի եղանակ, որի դեպքում դետալի սառեցումը տեղի ունենա ավելի հավասարաչափ: Այսպէս, օրինակ, երկար դետալները անհրաժեշտ է այնպէս ընկղմել հեղուկի մեջ, որպէսզի մեծ առանցքը լինի ուղղահայաց դիրքում: հարթ դետալները ընկղմվում են հեղուկի մեջ կողերով և այլն:

Միման դեպքում ճեղքվածքներ առաջացնողներքին լարումների համակենտրոնացում տեղի է ունենում սովորաբար դետալի անկյուններում, անցքերի մոտ և այլն մասերում, որտեղ մեծ հատվածքը փոխվում է ավելի փոքր հատվածքի: Հետևաբար, նախքան մխելը անհրաժեշտ է հաշվի առնել ճեղքվածքների առաջացման հնարավորութիւնները և համապատասխան միջոցներ ձեռք առնել այն կանխելու համար:

Դետալը ջրի մեջ ընկղմելուց հետո նրա շուրջը առաջանում է գոլորշու թաղանթ, որը խոչընդոտում է դետալի արագ սառեցմանը: Դետալը լուղի մեջ ընկղմելու դեպքում դետալի մոտ գտնվող լուղի շերտերը նույնպէս տաքանում են և արդելում դետալի արագ սառեցմանը: Ուստի, դետալը հեղուկի մեջ ընկղմելուց հետո անհրաժեշտ է հեղուկի մեջ շարժել նրա արագ սառեցումը ապահովելու համար: Միված դետալի միամեղմումը ցանկալի է կատարել անմիջապէս միտումից հետո, քանի որ այդ դեպքում ավելի քիչ են լինում միման ընթացքում առաջացող ճեղքվածքների հնարավորութիւնները (հատկապէս շատ լածխածին պարունակող և հատուկ պողպատների համար):

Ցեմենտայնացման ժամանակ դետալները տեղավորվում են երկաթե արկղի մեջ, որի հատակի վրա նախօրոք լցվում է կարբուրիդատորի շերտը՝ 25—30 մմ հաստութեամբ: Այնուհետև դե-

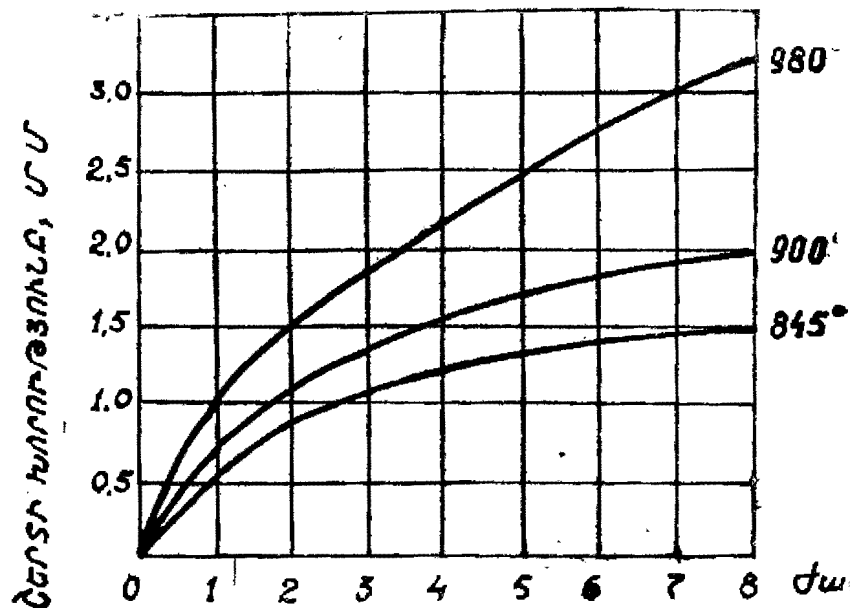
տալները բոլոր կողմերից ծածկվում են կարբուրիդատորի շերտով այնպէս, որ միմյանց միջև, ինչպէս նաև վերևից, կարբուրիդատորի շերտի մեծութիւնը լինի միևնույն չափի: Դետալներով և կարբուրիդատորով լցված ցեմենտայնացման արկղը ծածկվում է երկաթե կափարիչով և անցքերի կամ ճեղքերի տեղերում սվաղվում հրակաշուն կավով, որից հետո արկղը տեղավորվում է վառարանի մեջ՝ ցեմենտայնացում կատարելու համար: Ցեմենտայնացման պրոցեսի ընթացքում պրոցեսի տեղութիւնը և, հետևաբար, ցեմենտայնացման շերտի խորութիւնը ճիշտ որոշելու համար, կարբուրիդատորի մեջ տեղավորվում է նույն մետաղից պատրաստված 7—10 մմ տրամագիծ ունեցող ձողիկ, որը «վկա» է կոչվում: «Վկան» արկղի մեջ տեղավորվում է այնպէս, որ նրա մի մասը գտնվի կարբուրիդատորի մեջ, իսկ մյուս մասը՝ հատուկ այդ նպատակի համար նախատեսված անցքի միջով դուրս գա արկղից: Որոշ ժամանակ համապատասխան ջերմաստիճանի տակ պահելուց հետո «վկան» դուրս են հանում արկղից, մխում ջրի մեջ և հետո կտրում այն տեղում, որը կարբուրիդատորի մեջն էր եղել: «Վկայի» կոտրվածքով, հեշտութեամբ կարելի է որոշել ցեմենտայնացման խորութիւնը և քանի որ դետալները ցեմենտայնացվում են միևնույն պայմաններում, ապա և նրանց մոտ ցեմենտայնացման շերտի խորութիւնը կլինի նույնը: Արկղը վառարանից դուրս է հանվում այն ժամանակ, երբ «վկայի» ցեմենտայնացված շերտի խորութիւնը հավասարվում է պահանջվող մեծութեանը:

Աղյուսակ 5

Ցեմենտայնացման շերտի խորութիւնը՝ մմ	Ցեմենտայնացման ժամանակը՝ ժամերով		
	860—880°	880—910°	910—930°
0,2	1	1	0,5
0,4	3,5	3	2,75
0,8	7,0	6	5
1,2	10	8	6,5
1,6	13	10	8
2,0	16	12	9,5
2,4	19	14	11
2,8	22	16	12,5
3,2	25	18	14

Աղյուսակ 5-ում ցույց է տրված ցեմենտախցման համապատասխան խորություն ստանալու համար պահանջվող ժամանակը՝ ցեմենտախցման տարբեր ջերմաստիճաններում (որպես կարելուրիցատուր վերցված է փալտածուխի և սոդայի խառնուրդը)։

Նկ. 33-ում ցույց է տրված ցեմենտախցման պրոցեսի ջերմաստիճանի և տեղություն և զոդեցությունը ցեմենտախցման ջերմի խորության վրա։



Նկ. 33. Ջերմաստիճանի և պրոցեսի տեղություն և զոդեցությունը ցեմենտախցման ջերմի խորության վրա։

ՊԼՈՒՆ ԵՐՐՈՐԴ

ՊՈՂՊԱՏՆԵՐ ԵՎ ԶՈՒԳՈՒՆՆԵՐ

§ 1. ՊՈՂՊԱՏՆԵՐԻ ՏԵՍԱԿԱՆՇՈՒՄԸ

Մաքուր երկաթն իր ցածր կարծրության և մեծ ճկուն պատճառով մեքենաշինության մեջ դրեթե չի գործադրվում։ Ցարքեր մեքենամասեր պատրաստելու համար լայնատարած օգտագործվում են երկաթ-ածխածնային միահալվածքները՝ պողպատները և չուգունները։ Պողպատը և չուգունը բարդ միահալվածքներ են՝ կազմված երկաթից և այլ խառնվածքներից, որոնցից ամենակարևորն ածխածինն է։ Ածխածինը բնորոշում է այդ միահալվածքների հատկությունները։

Բացի ածխածնից պողպատները և չուգունները սովորաբար պարունակում են նաև տարբեր քանակությամբ այլ տարրեր՝ մանգան, սիլիցիում, ֆոսֆոր և ծծումբ, որոնց առկայությունը պայմանավորվում է այդ միահալվածքների արտադրության պրոցեսի բնույթով։ Պողպատների և չուգունների ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունները բարելավվելու, ինչպես նաև այդ միահալվածքներին որոշ հատուկ հատկություններ (բարձր մաշակայունություն, հրակայունություն, հակափրփոցի ունակություն և այլն) հաղորդելու նպատակով շատ զեպքերում միահալվածքի մեջ ներգործում են հատուկ տարրեր՝ քրոմ, նիկել, մոլիբդեն, վոլֆրամ, պղինձ, ալյումին և ուրիշները, կամ ավելացնում են պողպատներում և չուգուններում անխուսափելիորեն առկա մանգանի և սիլիցիումի քանակությունը։ Այսպիսի պողպատները և չուգունները լեգիրված կամ հատուկ պողպատներ և չուգուններ են կոչվում։ Այսպիսով, արդյունաբերության մեջ կիրառվող բոլոր պողպատներն ըստ իրենց քիմիական բաղադրության ստորաբաժանվում են՝

Այդ նպատակների համար պողպատի բաղադրությունը (տեխնակը) և նրա ջերմալին մշակման եղանակը ընտրելիս անհրաժեշտ է հաշվի առնել ավյալ դետալի նկատմամբ ներկայացվող պահանջները, նրա մշակման և տեխատանքի պալմանները, նյութի և ջերմալին մշակման օպերացիաների արժեքը և դրանց կենսագործման նպասակահարմարությունը տվյալ դետալի պատրաստման համար:

Հատուկ լեզերված կառուցվածքային պողպատների տեսակա-
նշումն ապիլի բարդ է: Այս դեպքում տեսականիշը կաղմված է

որոշակի թվերի և տառերի զուգակցումից: Առջևի երկու թվերը ցույց են տալիս պողպատում ածխածնի միջին պարունակությունը հարյուրերորդական տոկոսներով: Լեգիրող տարրերը նշվում են պայմանական տառերով՝ H—նիկել, X—քրոմ, Γ—մանգան, C—սիլիցիում, B—վոլֆրամ, Φ—վանադիում, Ю—ալյումին, М—մոլիբդեն, К—կոբալտ, Д—պղինձ, Т—տիտան, իսկ ալգ տարրերի միջին պարունակությունը, եթե այն երկու տոկոսից ավելի է, համապատասխան տառային նիշից հետո գրված թվերով: Այն դեպքում, երբ լեգիրող տարրի պարունակությունը երկու տոկոսից քիչ է, տառային նիշից հետո ոչ մի թիվ չի գրվում:

Տեսականիշի վերջում երբեմն նշվող А տառը այս դեպքում ևս ունի նույն նշանակությունը՝ նա բնորոշում է պողպատի բարձր որակը:

Օրինակ՝ 12X2H4A պողպատը պարունակում է միջին քանակությամբ՝ 0,12% ածխածին, մոսավորապես 2% քրոմ և 4% նիկել: 30XГCA պողպատում ածխածնի միջին քանակությունը կազմում է 0,30%, քրոմը, մանգանը և սիլիցիումը պարունակվում են 2%-ից պակաս:

§ 2. ՀԱՏՈՒԿ ՏԱՐՐԵՐԻ ԱՁԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՊՈՂՊԱՏԻ ՍՏՈՒԿՏՈՒՐԱՅԻ ԵՎ ՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՎՐԱ

Լեգիրված պողպատներում պարունակվող բոլոր հատուկ տարրերը կարելի է բաժանել երկու խմբի: Առաջին խմբի տարրերը՝ մանգանը, քրոմը, վոլֆրամը, մոլիբդենը, վանադիումը և տիտանը ածխածնի հետ կազմում են քիմիական միացություններ (կարբիդներ): Երկրորդ խմբի տարրերը՝ նիկելը, սիլիցիումը, ալյումինը պողպատում կարբիդներ չեն առաջացնում: Ընդհակառակը, նիկելի և սիլիցիումի մեծ պարունակության դեպքում պողպատում գրաֆիտացման պրոցես է տեղի ունենում, որի հետևանքով ցեմենտիտի անջատվում է ազատ դրաֆիտ: Նիկելը, սիլիցիումը և ալյումինը միաված և չմիաված պողպատներում գտնվում են պինդ լուծույթի վիճակում: Չմիաված պողպատներում տարրերը լուծվում են ֆերիտի մեջ, իսկ միաված պողպատներում՝ մարտենսիտի:

Կարբիդ առաջացնող տարրերը (մանգանը, քրոմը, վոլֆրամը, վանադիումը, մոլիբդենը և տիտանը) պողպատի ստրուկտուրայում բաշխվում են կարբիդների և պինդ լուծույթի միջև՝ տարրի մի մասը ածխածնի հետ կարբիդ է առաջացնում, իսկ մյուս մասը լուծվում է ֆերիտի կամ մարտենսիտի մեջ:

Մեքենաշինական պողպատների մեջ հատուկ տարրերը սովորաբար փոքր քանակությամբ են ներմուծվում, որի հետևանքով պողպատի ստրուկտուրան զգալի փոփոխություն չի կրում, մինչդեռ նրա հատկությունները բավական ուժեղ են փոփոխվում: Ստորև բերվում է տարբեր առևանգի կոնստրուկցիոն պողպատներում լեգիրող տարրերի տոկոսային պարունակությունը՝

Սիլիցիում	0,6-ից մինչև 1,5
Մանգան	0,8-ից մինչև 2,0%
Նիկել	0,5-ից մինչև 8,0%
Քրոմ	0,3%-ից մինչև 1,5%
Վոլֆրամ	0,3%-ից մինչև 1,2%
Մոլիբդեն	0,2%-ից մինչև 1,2%
Վանադիում	0,15%-ից մինչև 0,25%
Տիտան	մինչև 0,8%
Ալյումին	0,3%-ից մինչև 1,2

Հատուկ ֆիզիկական հատկություններ ունեցող և լեգիրված գործիքային պողպատներում հատուկ տարրերի պարունակությունը անհամեմատ բարձր է: Այսպես, օրինակ, հրակայուն և հրամուր պողպատներում հատուկ տարրերի պարունակությունը կազմում է՝

Նիկել	մինչև 30%
Քրոմ	մինչև 27%
Մոլիբդեն	մինչև 6%
Վոլֆրամ	մինչև 2,5%
Սիլիցիում	մինչև 2,5%

Իսկ արագահատ և գործիքային պողպատներում:

Քրոմ	մինչև 12%
Վոլֆրամ	մինչև 20%
Վանադիում	մինչև 2%

Պողպատների այս երկու խմբերում հատուկ տարրերը ընդգրկվում են մեծ քանակությամբ և արժատուրեն փոխակերպում են պողպատների ստրուկտուրան: Այսպիսիները կոչվում են բարձր լեգիրված պողպատներ:

Բոլոր կարբիդ առաջացնող տարրերը (նիկելը, սիլիցիումը և ալյումինը) սակավ լեգիրված կոնստրուկցիոն պողպատներում լուծվում են ֆերիտի մեջ, որի հետևանքով փոխվում են ֆերիտի

հատկությունները. նա ավելի ամուր է դառնում. սիլիցիումը լուծվելով ֆերիտի մեջ, ավելի առաձգական է դարձնում ալն, որի հետևանքով էլ սիլիցիումալիս պողպատները կիրառում են զսպանակներ և զսպաններ պատրաստելու համար: Հատուկ տարրերի ալս ազդեցությունը ավելի ուժեղանում է ջերմալիս մշակումից (մխումից և մխամեղմումից) հետո: Հատուկ պողպատներում, պինդ լուծույթ առատենիտը ավելի կայուն է, ուստի և դրանց մխման համար պահանջվում է ավելի դանդաղ ստեցում (յուղի մեջ): Նիկելալիս պողպատի մարտենիտի փխրունությունը ավելի փոքր է:

Հատուկ պողպատների մխման դեպքում համեմատաբար դանդաղ ստեցումը հնարավորություն է տալիս մեծացնել մխման թափանցման խորությունը (մխվելիությունը), որն իր հերթին հնարավորություն է տալիս ավելի մեծ, ամբողջ հատված քով միատեսակ բարձր մխմանիկական հատկություններով դետալներ ստանալ:

Կարբիդ առաջացնող տարրերը (մանգանը, քրոմը, վոլֆրամը, վանադիումը, մոլիբդենը և տիտանը) նույնպես մեծացնում են մխման խորությունը, քանի որ տաքացման ժամանակ դրանց կարբիդները և ֆերիտը փոխակերպվում են հատուկ առատենիտի:

Լեգիրող տարրերի մեծ մասը ալս կամ ալն չափով բարձրացնում է մխված և մխամեղմված պողպատի ամրությունը և իջեցնում նրա ճլուխունը: Ալսպես, օրինակ, եթե դետալից պահանջվում է միայն բարձր ամրություն և նա հուսալի կարող է աշխատել համեմատաբար ցածր ճլուխան պայմաններում, ապա նա պատրաստվում է քրոմալիս պողպատից: Ալն դեպքում, երբ դետալի նյութից պահանջվում է որոշ ամրության հետ բարձր ճլուխուն, ալն պատրաստվում է նիկելալիս պողպատից: Եթե դետալից միաժամանակ պահանջվում է բարձր ամրություն ու կարծրություն և բարձր ճլուխուն, նա պատրաստվում է քրոմանիկելալիս կամ քրոմամանգանալիս պողպատից: Շատ բարձր ամրության, կարծրության, առաձգականության և բարձր ճլուխան պահանջի դեպքում, պողպատի մեջ ներմուծվում են երկու (կամ ավելի) կարբիդ առաջացնող տարրեր՝ օրինակ, քրոմ և վոլֆրամ կամ քրոմ և մոլիբդեն: Իսկ ճլուխունը պահպանելու կամ բարձրացնելու համար ավելացվում է նեկելի պարունակությունը:

Ալսպիտով պողպատի լեգիրումը նպատակ ունի՝

1. Մեծացնել մխման խորությունը և բարելավել ջերմալիս մշակման որակը:

2. Բարձրացնել պատրաստվող դետալների ամրությունը, կարծրությունը և ճլուխունը:

3. Բարձրացնել (պահանջվող դեպքերում) դետալների մաշակալունությունը:

4. Փոփոխել պողպատի քիմիական և ֆիզիկական հատկությունները:

Այդ պատճառով մեքենաների (որոնց թվում և գյուղատնտեսական մեքենաների), ավելի պատասխանատու դետալները, ինչպես հետագայում կտեսնենք, պատրաստվում են հատուկ լեգիրված պողպատներից:

§ 3. ՉՈՒԳՈՒՆՆԵՐ

Չուգունը մեքենաշինության կարևորագույն նյութերից է: Չուգունից ձուլման միջոցով պատրաստվում են մեքենաների տարբեր դետալներ՝ տտամանիվներ, մխոցներ, գլաններ, փականիվներ, պահանգներ, հաստոցների հենոցներ և մեքենաների ուրիշ շատ կարևոր դետալներ:

Մեքենաշինության կարիքների համար չուգունի լայն կիրառումը պայմանավորվում է նրա չափադանց լավ ձուլալիս հատկություններով՝ հիմնականում լավ հեղուկահոսություն, հալման ոչ շատ բարձր ջերմաստիճանով, կծկման փոքր մեծություն:

Երկաթ-ածխածնալիս միահալվածքների վիճակի դիագրամի համաձայն չուգունները դրավում են դիագրամի ալն սահմանը, որը համապատասխանում է ածխածնի 2%—6,67%-ին: Սակայն գործնական նշանակություն ունեցող մեքենաշինական չուգուններում ածխածնի պարունակությունը տատանվում է ավելի նեղ սահմաններում՝ 2,5%-ից մինչև 4%:

Մեքենաշինական չուգունների համար, բացի ածխածնից, կարևոր նշանակություն ունեն նաև ալլ խառնուկները՝ առաջին հերթին սիլիցիումը, ալնուհետև մանգանը, ծծումբը և ֆոսֆորը:

Պետք է հիշել, որ չուգուններում ալս խառնուկների պարունակությունն ավելի է, քան պողպատներում:

Սիլիցիումի առկայությունը կարևորությունը կայանում է նրանում, որ դրա քանակով է պայմանավորվում գրաֆիտացման առ-

տիճանի կարգավորումը: Որքան չուգունի մեջ շատ է սիլիցիումի պարունակությունը սառեցման արագություն տվյալ մեծություն դեպքում, ալյուրան ավելի կլինի գրաֆիտացման աստիճանը, կամ, ինչպես ասում են, ալյուրան չուգունը կլինի ավելի «գորշ»:

Մեքենաշինական չուգուններում սիլիցիումի պարունակությունը տատանվում է շատ լայն սահմաններում՝ 0,8-ից մինչև 1,2%-ը, մեծ՝ դանդաղ սառչող ձուլույթների համար և 2,0-ից մինչև 3,0%-ը, քարակ՝ ձուլումից հետո արագ սառչող ձուլույթների համար:

Մանգանը չուգունի գրաֆիտացման պրոցեսի վրա հակառակ ազդեցություն է թողնում: Չուգունի մեջ մանգանի շատ պարունակության դեպքում զգալիորեն է ցեմենտի տարալուծումը և, հետևաբար, գրաֆիտացման պրոցեսը: Այլ կերպ, մանգանն օժանդակում է սպիտակ չուգունի ստրուկտուրայի պահպանելուն: Մեքենաշինական չուգուններում մանգանի պարունակությունը տատանվում է 0,6-ից մինչև 1,3%-ի սահմաններում:

Ծծումբը չուգունի համար վնասակար տարր է: Ծծումբը շիկաբեկություն է հաղորդում չուգունին: Այդ պատճառով էլ ձգտում են չուգունի մեջ ծծումբի պարունակությունը պահպանել ցածր մակարդակի վրա՝ 0,05—0,10%: Փոսֆորը բարձրացնում է չուգունի հեղուկահոսությունը և գրանով օժանդակում ձուլակաղապարի ավելի լավ լցմանը: Բացի այդ, ֆոսֆորը գրահանապես է ազդում չուգունի մաշակայունության վրա: Մակայն ֆոսֆորը առաջ է բերում կարծր և փխրուն ստրուկտուրային բաղադրիչ՝ ֆոսֆիդային էվտեկտիկ, որը սառնարեկուն է դարձնում իրը: Այս նկատառումներով ֆոսֆորի պարունակությունը վերցվում է 0,2-ից մինչև 1%-ը: Ընդ որում, բարդ ձուլույթներ ստանալու համար ֆոսֆորի պարունակությունը վերցվում է ավելի և վերին սահմանին մոտ:

Չուգունի հատկությունները հիմնականում պայմանավորվում են նրա ստրուկտուրայով: Այս կապակցությամբ մեքենաշինությունում մեջ չուգունները տեսակավորման են ենթարկվում այդ գլխավոր, նյութի հատկությունները որոշող հատկանիշով՝ մանրագիտակի տակ դիտվող ստրուկտուրայով:

Ըստ միկրոստրուկտուրայի տարբերում են չուգունների հետևյալ դասերը՝ 1. սպիտակ, 2. կիսախառը, 3. պեռլիտային, 4. ֆերիտա-պեռլիտային, 5. ֆերիտային:

Նշված դասերից վերջին երեքը՝ պեռլիտային, ֆերիտա-պեռլիտային և ֆերիտային չուգունները վերաբերում են գորշ չուգունների շարքին: Այս չուգունները կոչվում են գորշ՝ կոտրվածքի բնորոշ գորշ գույնի պատճառով: Գորշ չուգունների խմբին են

պատկանում նաև մոդիֆիկացված և գերամուր չուգունները:

Այսպիսով չուգունները կարելի է բաժանել երկու հիմնական խմբերի՝ սպիտակ և գորշ չուգունների: Բացի այդ, գոյություն ունեն նաև կոելի-չուգուններ, որոնք ստացվում են սպիտակ չուգունը հատուկ ռեժիմով թրծաթողելու միջոցով:

Կիսախառն չուգունը իրենից ներկայացնում է սպիտակ և գորշ չուգունների միջանկյալ, փոխանցիկ ձևը:

Գորշ չուգունների միկրոստրուկտուրայի անվանումները՝ պեռլիտային, պեռլիտ-ֆերիտային և ֆերիտային համապատասխանում են չուգունի մետաղական հիմքի ստրուկտուրային և բնորոշում են այդ մետաղական հիմքից ազատ ածխածնի դատման առիթմանը: Բերված հերթականությունը համապատասխան կարող ենք նշել, որ սպիտակ չուգունի մեջ ազատ ածխածին չկա և ալն հանդես է գալիս Fe_3C քիմիական միացության ձևով: Գորշ չուգունների բոլոր տեսակներում ածխածինը կարող է հանդես գալ նաև ազատ վիճակում՝ գրաֆիտի ձևով:

Ածխածնի գրաֆիտացման վերաբերյալ գոյություն ունեն տարբեր տեսակետներ: Չվերլուծելով այդ տեսակետները, նշենք միայն, որ չուգունի պնդացման ժամանակ տեղի ունեցող գրաֆիտացման հետևանքով, բացի առաջացող գրաֆիտից, մնում է նաև մետաղական մասսան՝ չուգունի ստրուկտուրայի հիմքը, որը իրենից ածխածնի տարբեր կոնցենտրացիայով (մինչև 2,0%-ը) առատակալ է ներկայացնում: Չուգունը մինչև նորմալ ջերմաստիճանները սառեցնելիս, բացի գրաֆիտից կարելի է ստանալ տարբեր ստրուկտուրայի մետաղական մասսա, որը կախված է գրաֆիտացումից հետո ստացված առատակալի կոնցենտրացիայից: Իսկ ակնհայտ է դառնում տղլուսակ 6-ում բերված տվյալներից:

Աղյուսակ 6

Առատակալի կոնցենտրացիան %-ով	Մետաղական հիմքի ստրուկտուրան նորմալ ջերմաստիճաններում	Չուգունի գաղը
1,7—0,9	Ցեմենտիտ երկրորդային + պեռլիտ	Ցեմենտիտ-պեռլիտային
0,9—0,8	Պեռլիտ	Պեռլիտային
0,8—0,3	Պեռլիտ + ֆերիտ	Պեռլիտ-ֆերիտային
0,03	Ֆերիտ	Ֆերիտային

Յեմենաիտ-պեռլիտային, ինչպես նաև կիսախուռ չուգունները՝ որոնց ստրուկտուրայում բացի գրաֆիտից նկատվում են սպիտակ չուգուններին բնորոշող լեդերուրիտային տեղամասեր, քիչ են օգտագործվում մեքենաշինության մեջ: Այդ պատճառով գորշ չուգունների շարքին վերադրեցինք պեռլիտային, պեռլիտա-ֆերիտային և ֆերիտային դասերի չուգունները:

Մեքենաշինության մեջ լայն տարածված չուգունների մեխանիկական հատկությունները կարող են որոշվել չուգունի ստրուկտուրայով: Քանի որ ստրուկտուրայի մետաղական հիմքը նմանվում է պողպատի ստրուկտուրային, ապա չուգունների մեխանիկական հատկությունները պետք է այս կամ այն չափով մոտ լինեն պողպատների հատկություններին: Եվ իսկապես, չուգունի այնպիսի հատկությունը, ինչպիսին է կարծրությունը, ամբողջությամբ որոշվում է մետաղական հիմքով և կարող է բնութագրվել նման ստրուկտուրա ունեցող պողպատի կարծրության ցուցիչներով: Այսպես, ֆերիտային հիմքով չուգունի կարծրությունը պետք է լինի մոտավորապես $H_B=100$, իսկ պեռլիտային չուգունի կարծրությունը՝ $H_B=200$: Ճիշտ է, գրաֆիտը, որպես փափուկ նյութ, պետք է իջեցնի չուգունի կարծրությունը, սակայն չուգունի մեջ սիլիցիումի և ֆոսֆորի, ալիւրի քան պողպատում, պարունակության պատճառով կարծրության անկում չի նկատվում: Ընդհակառակը, հենց նույն պատճառով չուգունի կարծրությունը միեւնույն մետաղական հիմքի դեպքում ստացվում է ավելի բարձր, որովհետև սիլիցիումը և ֆոսֆորը, լուծվելով երկաթի մեջ, բարձրացնում են միանալվածքի կարծրությունը:

Չուգունների մյուս հատկությունները՝ ամրությունը, պլաստիկությունը հիմնականում պայմանավորվում են գրաֆիտային ներառուկների քանակությամբ, նրանց չափերով, ձևով և դիրքով:

Գրաֆիտը ոչ ամուր և փխրուն նյութ է: Նրա մեծաքանակ առկայությունը չուգունի մեջ թուլացնում է նրա մետաղական հիմքը և դարձնում է այն փխրուն: Բացի այդ, գրաֆիտի երկարավուն մասնիկները, տեղավորվելով մետաղի հիմնական մասսայում, ստեղծում են տեղային լարումների համակենտրոնացում, թուլացնում են մետաղական կապը հատիկների միջև, որի պատճառով էլ ընկնում է չուգունի ամրությունը և պլաստիկությունը: Ակնհայտ է, որ որքան շատ և մեծ լինեն գրաֆիտային ներառուկները, այնքան ավելի ցածր կլինի գորշ չուգունի ամրությունը. հե-

տեառար, բարձր որակի չուգուններում գրաֆիտի մասնիկները պետք է լինեն փոքր և միմյանցից անջատ: Ցածր որակի չուգուններում գրաֆիտային ներառուկները կլինեն խոշոր և մեծ քանակությամբ:

Գորշ չուգունների տեսականշումը կատարվում է, ելնելով նրանց մեխանիկական հատկություններից:

Աղյուսակ 7-ում նշված են գորշ չուգունի մի քանի ստանդարտային տեսակների հատկությունները:

Աղյուսակ 7

Գորշ չուգունի ստանդարտային տեսակների մեխանիկական հատկությունները

Չուգունի տեսակը	Ամրության սահմանը՝ կգ/մմ²					Կարծրությունը HB	Ճկվածքը՝ մմ	
	Իզման դեպքում	Ցածան դեպքում	անգլիական դեպքում	կտրման կամ ոլորման դեպքում (մոտավորապես)	l=600 մմ դեպքում		l=300 մմ դեպքում	
Ոչ սլակառ								

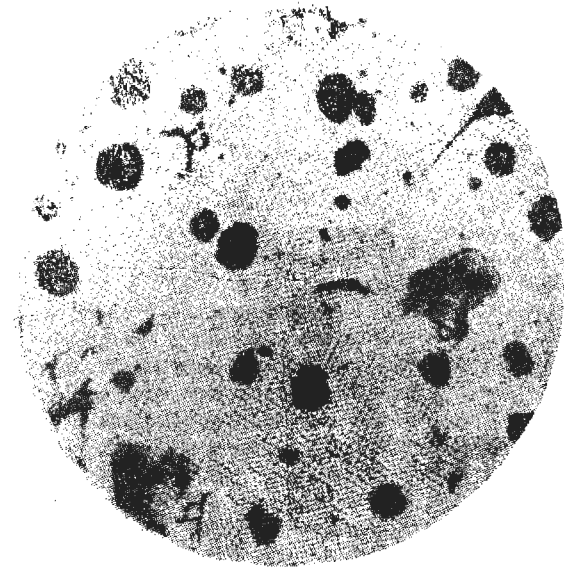
C400	Ձի փորձարկվում							
C412—28	12	28	50	17	143—229	6	2	
C415—32	15	32	65	21	163—229	8	2,5	
C418—36	18	36	70	24	170—229	8	8,5	
C421—40	21	40	75	27	170—241	8	2,5	
C424—44	24	44	85	30	170—241	8	2,5	
C428—48	28	48	100	34	170—241	9	3	
C432—52	32	52	110	38	197—248	9	3	
C435—56	35	56	120	—	107—248	9	3	
C438—60	38	60	130	—	207—262	9	3	

Աղյուսակից հետևում է, որ գորշ չուգունները լավ դիմադրություն են ցուցաբերում սեղմման դեֆորմացիաների նկատմամբ, հետևաբար նպատակահարմար է դրանց օգտագործել հասկապես սեղմման պայմաններում աշխատող դետալներ պատրաստելու համար:

Մոդիֆիկացված գորշ չուգունների մեխանիկական հատկությունները

Չուգունի տեսակը	Ամրության սահմանը՝ կգ/մմ ²			Կարծրությունը HB	ձեվածքը՝ մմ	
	բնական դեպքում	ժամանակակից դեպքում	սեղման դեպքում		l=600 մմ դեպքում	l=300 մմ դեպքում
MC428—48	23	48	100	170—241	9	3
MC432—52	32	52	110	197—248		
MC435—56	35	56	120	197—248		
MC438—60	38	60	130	207—262		

Վերջին տարիներում Սովետական Միությունում և արտասահմանում հետաքրքիր հետազոտություններ են կատարվել գերամուր չուգունների ստանալու ուղղությամբ։ Այդ հետազոտություն-



Նկ. 34. Գնդաձև գրաֆիտը մագնեզիումով մոդիֆիկացված չուգունի մեջ։

Բացի սովորական գորշ ձուլալին չուգուններից, տեխնիկական օգտագործվում են նաև բարձրորակ չուգուններ, որոնք ստացվում են հալման հատուկ եղանակներով։ Այսպիսի չուգուններում գրաֆիտի մասնիկները լինում են ավելի մանր, միմյանցից անշատված և նույնիսկ ձևով փոխակերպված։ Բարձրորակ չուգունները տարբերվում են ավելի բարձր մեխանիկական հատկություններով և կիրառվում են մեքենաների ավելի պատասխանատու մասեր պատրաստելու համար։

Բարձրորակ չուգուն ստանալու ամենաէֆեկտիվ եղանակը նրա մոդիֆիկացումն է։ Մոդիֆիկացման եղանակի էությունը կախնում է նրանում, որ հալված չուգունի մեջ ավելացվում են փոքր քանակությամբ տարբեր նյութեր, որոնք մոդիֆիկատորներ են կոչվում։ Չուգունի պնդացումից հետո առաջացած սարկուտուրան ավելի հավասարաչափ է լինում, գրաֆիտը երևան է գալիս շատ մանր մասնիկների ձևով, իսկ մետաղական, ավելի հաճախ պեռլիտային հիմքը լինում է մանրահատիկ։

Որպես մոդիֆիկատորներ մեծ մասամբ օգտագործվում են կալցիում, սիլիցիում, ալյումին և ալլ նյութեր պարունակող միահալվածքներ։ Հաճախ ալդ նպատակի համար կիրառվում է նաև ֆերոսիլիցիում։

Չնայած նրան, որ մոդիֆիկացման պրոցեսի էությունը և թեորիան դեռևս ճշգրիտ հաստատված չեն, արևմտամենայնիվ գործնականում մոդիֆիկացված չուգունները լայնորեն կիրառվում են, և ГОСТ-ով ընդունված է դրանց տեսական շումը, որը նման է գորշ ձուլալին չուգունների տեսական շմանը։ Տեսականիշը ընդգրկում է իր մեջ M տառը (որ ցույց է տալիս մոդիֆիկացված լինելը)։

Աղյուսակ 8-ում բերված են մի քանի մոդիֆիկացված չուգունների մեխանիկական հատկությունները։

Կան տվյալներ ալն մասին, որ հնարավոր է ստանալ ավելի բարձր մեխանիկական հատկություններով մոդիֆիկացված չուգուններ։ Սակայն, չնայած մոդիֆիկացված չուգունների ամրության բարձր ցուցանիշներին, նրանք գորշ չուգուններից իրենց պատտիկությամբ աննշան չափով են տարբերվում։ Դա մոդիֆիկացված չուգունների բացասական կողմն է։

ները պսակվել են հաջողությամբ: Հեղուկ չուգունի մեջ ավելացնելով փոքր քանակությամբ (10% -ից պակաս) մագնեզիում և հետագայում չուգունը մոդիֆիկացիայի ենթարկելով ֆերոսիլիցիումով, հաջողվել է ստանալ մետաղի ախպիսի ստրուկտուրա, որի մեջ գրաֆիտը հանդես է գալիս գնդաձև կուտակումներով (նկ. 34):

Ինչպես երևում է նկ. 34-ում բերված ստրուկտուրայից, չուգունի մետաղական հիմքը որոշ չափով մեկուսացված է գրաֆիտային ներառություններից, որի հետևանքով վերջինների կողմից մետաղական մասսայի մասնիկների խզումը ավելի քիչ է տեղի ունենում, իսկ միահալվածքը ձեռք է բերում պլաստիկություն, պահպանելով իր բարձր ամրությունը: Նշենք, որ ալդպիսի գնդաձև գրաֆիտով չուգունի հարաբերական երկարացումը (δ) հավասար է $5-10\%$, իսկ ժամանակավոր դիմադրությունը (σ_c)՝ $50-70$ կգ/մմ²:

Գնդաձև գրաֆիտով այս գերամուր չուգունը, որն իր հատկություններով գրեթե հավասարաբեռն է կառուցվածքային պողպատներին, վերջերս կիրառվում է պողպատից պատրաստվող մի շարք դետալների չուգունի փոխարինելու համար (ծնկաձև լիսեռներ, շարժաթևեր, բաշխիչ լիսեռներ, ինքնագնաց կոմբայնի մի շարք դետալներ, խոփեր և այլն):

Աղյուսակ 9-ում նշված են գերամուր չուգունների միջանի տեսակների մեխանիկական հատկությունները:

Աղյուսակ 9

Գերամուր չուգունների մեխանիկական հատկությունները

Չուգունի տեսակը	Ամրության սահմանի ձգման դեպքում կգ/մմ ²		Նյութի երկարացումը 0/0	Հարվածային ճնշումը կգ/մմ ²	Կարծրությունը բրինձի
	Ոչ պակաս				
ВЧ 45—0	45	36	—	—	187—255
ВЧ 50—1,5	50	38	1,5	1,5	187—255
ВЧ 60—2	60	42	2,0	1,5	197—269
ВЧ 45—5	45	33	5,0	2,0	170—207
ВЧ 40—10	40	30	10	3,0	156—197

Չուգունի տեսականիշում նշված BЧ տառերը նշանակում են «գերամուր» (высокопрочный), առաջին երկու թվերը բնորոշում են ամրության սահմանը ձգման դեպքում կգ/մմ²-ով, վերջին թիվը՝ երկարացումը՝ $\sigma/\%$:

Չուգունների համար վերն ընդունված տեսակավորումից պարզվեց, որ ազատ ածխածին են պարունակում նաև կոեյի չուգունները:

Այնպես, ինչպես և գորշը, կոեյի չուգունը կազմված է պողպատային մետաղական հիմքից և ազատ գրաֆիտից: Տարբերությունը կայանում է նրանում, որ կոեյի չուգունի գրաֆիտը չունի լեկտիկավոր տեսք, ինչպես այդ նկատվում է գորշ չուգուններում: Կոեյի չուգունում գրաֆիտի մասնիկներն առանձին, մեկը մյուսից մեկուսացված հատիկների կամ առանձին կուտակումների տեսք ունեն: Կոեյի չուգունների մետաղական մասսան նույնպես կարող է լինել պեռլիտային, ֆերիտային կամ կազմված լինի գրանց գույնից:

Գրաֆիտի ներառությունների ախպիսի հատիկային կամ կուտակումներով ձևը ներկայացնում է կոեյի չուգունի լուրահատուկ կողմը, որի շնորհիվ չուգունը ձեռք է բերում որոշ ճկունություն: Դա արժեքավոր է դինամիկական բեռնվածությունների պայմաններում աշխատող դետալների համար: Այդ տեսակետից կոեյի չուգունը միջանկյալ տեղ է գրավում գորշ ձուլային չուգունի և ձուլված պողպատի միջև:

Կոեյի չուգունն ստացվում է սպիտակ չուգունից պատրաստված ձուլույթը որոշակի ջերմաստիճաններում տաքացնելու և երկարատև պահելու միջոցով (թրծաթողում): Թրծաթողման տարբեր եղանակներով մշակված կոեյի չուգունները ստորաբաժանվում են երկու խմբի՝ ֆերիտային կոեյի չուգունների, երբ թրծաթողումը կատարվում է չեղոք միջավայրում, և պեռլիտային կոեյի չուգունների, երբ թրծաթողումը կատարվում է օքսիդացնող միջավայրում:

Ֆերիտային կոեյի չուգունից ձուլույթները ստացվում են վազրանկալի, կամ վազրանկա-էլեկտրալուարան դուպլեքս պրոցեսի միջոցով: Չուգունի քիմիական բաղադրությունը առաջինի դեպքում հետևյալն է՝ C=2,7—3,1 $\%$, Mn=0,5—0,7 $\%$, Si=0,8—1,4 $\%$, P—մինչև 0,18 $\%$, S—մինչև 0,15 $\%$: Դուպլեքս պրոցեսից ստացված չուգունի մեջ ածխածինը պարունակվում է 2,2-ից մինչև 2,6 $\%$:

Ածխածնի և սիլիցիումի փոքրաքանակության պատճառով

ապտոզովում է հալման ժամանակ սպիտակ չուգունի ձուլուլթի ստացումը: Սպիտակ չուգունի ձուլուլթը ենթարկվում է թրծաթողման չեղոք միջավայրում (ավազում): 900—950°-ում տեղի է ունենում ցեմենտի գրաֆիտացման առաջին ստադիան՝ գրաֆիտացման է ենթարկվում առաջնային ցեմենտիտը: Անուհետև շերմաստիճանը իջեցվում է մինչև 730—690°, որի դեպքում տեղի է ունենում գրաֆիտացման երկրորդ ստադիան՝ պեռլիտի մեջ պարունակված ցեմենտիտի գրաֆիտացումը: Պետք է նշել, որ թրծաթողումը չեղոք միջավայրում կատարելու շնորհիվ ածխածնազրկում տեղի չի ունենում, իսկ չուգունի սարուկտուրան ստացվում է բավական միասնական և բաղկացած է ֆերիտից և գրաֆիտից (թրծաթողման ածխածնից):

Պրոցեսի շերմաստիճանների որոշ խախտումների դեպքում չուգունի ստրուկտուրայում կարող է մնալ նաև պեռլիտ: Դա ցանկալի չէ, բայց թուլատրելի է, եթե պեռլիտի քանակությունը 10% -ից պակաս է:

Ֆերիտային կոեյի չուգունի մեխանիկական հատկությունները և ստրուկտուրայի բնույթը կախված են չուգունի քիմիական բաղադրությունից և թրծաթողման պայմաններից: Բարձր որակի կոեյի չուգունի ստացումը, առաջին հերթին, պայմանավորվում է ածխածնի փոքր քանակությամբ, քանի որ ածխածնի բարձր պարունակությունը խիստ բացասական է անդրադառնում չուգունի մեխանիկական հատկությունների վրա: Ախտածնի փոքր պարունակությամբ չուգուն, ինչպես տեսանք, ստացվում է դուպլեքս պրոցեսի միջոցով: Այսպիսով, բարձր որակի ֆերիտային կոեյի չուգուն ստանալու համար պետք է իրականացվի դուպլեքս պրոցեսը: Վազրանկայից ստացված չուգուններում ածխածնի քանակի նվազեցումը որոշ դժվարությունների հետ է կապված: Այդ տեսակետից մինչև վերջին ժամանակներս վազրանկայից ստացվում էին շարքային կոեյի չուգուններ: Ներկայումս հնարավորություն է ստեղծվել վազրանկայից ևս ստանալ կոեյի չուգուն՝ ավելի բարձր մեխանիկական հատկություններով:

Կոեյի չուգունի ստացման պրոցեսը շատ երկարատև է. միայն թրծաթողումը տևում է 120—150 ժամ: Թրծաթողման տեղում չուգունը կրճատելու նպատակով ալժամ մշակված են արագացրած թրծաթողման նոր եղանակներ: Ներկայումս գլուղառնտեսական մեքենաշինության շատ գործարաններում կիրառվում է կոեյի չու-

գունի արագացրած թրծաթողման եղանակը սպիտակ չուգունի ձուլուլթները նախապես մխելու միջոցով:

Սպիտակ չուգունից ձուլուլթի մխումը կատարվում է 850—900°-ում 15—20 րոպե պահելու և հետո լուղի մեջ սառեցնելու միջոցով: Այդ դեպքում թրծաթողման տեղում չուգունը կրճատվում է մի քանի անգամ:

Աղյուսակ 10

Կոեյի չուգունների տեսակները և նրանց մեխանիկական հատկությունները

Չուգունի տեսակները	Ամբողջական մասնիկների միջին թվաքանակը	Նմուշի հաբարե-րական երկարացումը % -ով		Կարծրությունը HB ոչ ավելի	Ծանոթագրություն
		d=16 մմ	d=12 մմ		
KY 37—12	87	12	—	149	Ֆերիտային, ստացված դուպլեքս պրոցեսով
KY 35—10	35	10	—	149	Նույնը
KY 33—8	33	8	—	149	Նույնը և վազրանկայից ստացված
KY 30—6	30	6	—	163	Ֆերիտային վազրանկայից ստացված
KY 40—3	40	3	4	201	պեռլիտային ածխածնազրկված
KY 35—4	35	4	5	201	Նույնը
KY 30—3	30	3	4	201	Նույնը

Պեռլիտային ածխածնազրկված կոեյի չուգուն ստանալու համար վազրանկայից ստացված ձուլուլթը պետք է թրծաթողման ենթարկել օքսիդացնող միջավայրում (հանք, կիպոկ), որի ժամանակ ձուլուլթը զգալի չափով ածխածնազրկվում է և ստրուկտուրան անհամասեռ է ստացվում, մակերեսում ստացվում է ֆերիտ, միջուկում՝ պեռլիտ-գրաֆիտ: Հասկանալի է,

որ ալսպիսի չուգունից պատրաստված շինվածքը չի ունենա ամբողջ հաստվածքով միատեսակ մեխանիկական հատկություններ: Այդ և մի շարք ալ կարգի թերությունների (փոքր պլաստիկությունը, ավելի բարձր փխրունությունը, հատկությունների կախվածությունը ձուլվածքի չափերից և ալն) պատճառով գյուղատնտեսական մեքենաշինություն մեջ ամփոփանալով պետություն կռելի չուգուններ ալված գրեթե չեն օգտագործվում:

Աղյուսակ 10-ում նշված են կռելի չուգունների հիմնական տեսակները և նրանց մեխանիկական հատկությունների ցուցանիշները:

Ինչպես երևում է աղյուսակ 10-ում բերված տվյալներից, ֆերիտային չուգուններն ունեն ցածր կարծրություն և մեծ ճկություն: Դա դրական պետք է համարել ալսպիսի դետալների համար, որոնք կրում են միջին դինամիկական բեռնվածություններ: Սակայն, ֆերիտային կռելի չուգունը չի կարող օգտագործվել բարձր շփման և մեծ լարումների պայմաններում աշխատող դետալներ պատրաստելու համար, որովհետև ալսպիսի պայմաններում ֆերիտային չուգունից պատրաստված դետալը մշակվում կամ դեֆորմացիայի է ենթարկվում:

Օքսիդացնող միջավայրում թրծաթողված ամփոփանալով պետություն կռելի չուգունը շփման պայմաններում ևս վատ է աշխատում, քանի որ նրա մակերեսային շերտը, ինչպես ստացինք, ֆերիտային ստրուկտուրա ունի: Ուստի, գյուղատնտեսական մեքենաների ալս դետալները, որոնք կրում են բարձր լարումներ կամ աշխատում են բարձր շփման պայմաններում, պետք է պատրաստվեն հատուկ պետություն չուգունից: Ալսպիսի կռելի չուգուն կարելի է ստանալ երկու հիմնական եղանակներով՝ 1) չեզոք միջավայրում թրծաթողելիս գրաֆիտացման երկրորդ ստադիան լրիվ չափարտելու միջոցով, կամ 2) լրիվ թրծաթողման ենթարկված ֆերիտային կռելի չուգունի լրացուցիչ ջերմային մշակման միջոցով:

Առաջին եղանակի կիրառման դեպքում անհրաժեշտ է վերցնել մանգանի ավելի մեծ պարունակությամբ չուգուն, որովհետև ալս դեպքում գրաֆիտացման պրոցեսի երկրորդ ստադիան ընթանում է ավելի դանդաղ և եթե թրծման ռեժիմներն ընդունված են եղել սովորական կազմի չուգունի համար, ապա, նայած մանգանի պարունակությանը, ստրուկտուրալում կառաջանա այս կամ այն քանակությամբ պետություն:

Հաստատված է, որ վագրանկալում հալման միջոցով ստացված պետություն չուգունի ամրության սահմանը հասնում է 50 կգ/մմ², իսկ հարաբերական երկարացումը՝ 40%:

Դուպլեքս-պրոցեսի կիրառման դեպքում կռելի չուգունի մեխանիկական հատկությունները ստացվում են ավելի բարձր, հատկապես բարձր է հարաբերական երկարացումը: Բարձր որակի պետություն կռելի չուգուն ստանալու այս եղանակը ստացված է «Կրասնի Ալսալ», «Կոմունար» և Ռոստովի գյուղմեքենաշինության գործարաններում:

Կռելի չուգունից պատրաստվող դետալների ամրությունը և մշակալունությունը բարձրացնելու նպատակով գյուղատնտեսական մեքենաշինության մեջ առավելապես կիրառվում է շինվածքների լրացուցիչ ջերմային մշակումը՝ նորմալացումը: Այդ նպատակով դետալները տաքացվում են մինչև 820—860° (կրիտիկական ջերմաստիճանը) և 20—40 րոպե պահելուց հետո սառեցվում են օդում:

Աղյուսակ 11

Ջերմային մշակման ազդեցությունը կռելի չուգունի մեխանիկական հատկությունների վրա

Սկզբնաչուգունի մեխանիկական հատկությունները		Ջերմային մշակումը	Մեխանիկական հատկությունները ջերմային մշակումից հետո	
			σ _ծ կգ/մմ ²	δ %
36	22	Միսում ջրում, միամեղմում 660°-ում	60	10
36	22	Միսում յուղի մեջ, միամեղմում 660°-ում	50	15
36	22	Միսում յուղի մեջ, միամեղմում 650°-ում	46—49	10—15
34	9	Նույնը	49—50	4—4,5
35	10	Նորմալացում	37—62	10—2
33	8	» »	36—58	8—1,5
30	6	» »	33—54	6—1

Ավելի բարձր կարծրություն և մաշակայունություն ստանալու համար ֆերիտային կռելի չուգունը, ինչպես նաև գրաֆիտացման երկրորդ ստադիան չավարտած պեռլիտային չուգունը, ենթարկվում է մխման և մխամեղմման:

Աղյուսակ 11-ում ցույց է տրված ջերմային մշակման ազդեցությունը կռելի չուգունի մեխանիկական հատկությունների վրա:

Ինչպես երևում է բերված տվյալներից, ջերմային մշակման ենթարկված չուգունի մեխանիկական հատկությունները կախված են սկզբնաչուգունի հատկություններից և ջերմային մշակման ռեժիմներից:

Ակնհերե է, որ գյուղատնտեսական մեքենաների տարբեր պայմաններում աշխատող դետալները կպատրաստվեն տարբեր տեսակի կռելի չուգուններից: Այդ մասին կոնկրետ տվյալներ կբերվեն հետագայում:

Նշենք նաև, որ բարձր որակի կռելի չուգուն ստանալու համար կատարվում է նրա մոդիֆիկացումը: Հաճախ որպես մոդիֆիկատոր օգտագործվում է ալյումինը:

ԳԼՈՒԽ ԶՈՐՐՈՐԴ

ԳՈՒՆԱՎՈՐ ՄԵՏԱՂՆԵՐ ԵՎ ՄԻԱՀԱՆՎԱԾՔՆԵՐ

Գյուղատնտեսական մեքենաշինության մեջ գունավոր մետաղները և նրանց միահալվածքները սահմանափակ կիրառություն ունեն: Նրանք մեծ մասամբ օգտագործվում են սահլի վռաններ և ակաիվ կորոզիոն միջավայրում աշխատող դետալներ պատրաստելու համար, ինչպես, օրինակ՝ սրակիչների, փոշոտիչների, սառնարանների, սերղատների դետալները: Գունավոր մետաղները և միահալվածքները օգտագործվում են նաև ծորակներ, լուղատար խողովակներ և այլ իրեր պատրաստելու համար:

Բնության մեջ հանդիպող բազմաթիվ գունավոր մետաղներից տեխնիկական նշանակություն ունեն ալյումինները, որոնք շատ են տարածված և որոնց ստացումը հանքերից անտեսապես նպատակահարմար է մեքենաշինության համար: Մյուս կողմից պահանջվում է, որպեսզի այդ մետաղները՝ չունենան բնական փրկություն և հեշտությամբ մշակման ենթարկվեն ճնշմամբ:

Այս պահանջներին առավել չափով բավարարում են պղինձը (Cu), նիկելը (Ni), ալյումինը (Al), մագնեզիումը (Mg), ցինկը (Zn), կապարը (Pb), անագը (Sn): Վերջին տարիներում տեխնիկական նշանակություն են ձեռք բերել նաև տիտանի միահալվածքները: Այդ մետաղները կոչվում են տեխնիկական գունավոր մետաղներ:

Գունավոր մետաղները կամ նրանց միահալվածքները գյուղատնտեսական մեքենաշինության մեջ օգտագործելիս պետք է հիշել, որ սև մետաղների համեմատությամբ նրանք ավելի թանկարժեք են, ուստի պետք է կիրառվեն խիստ անհրաժեշտ դեպքերում, երբ հնարավոր չէ նրանց փոխարինել սև մետաղներով:

Պղնձի տարբեր տեսակների մաքրության աստիճանը և կիրառման ասպարեզը

Պղնձի տեսակները	Պղնձի պարունակությունը % -ով՝ ոչ պակաս	Կիրառումը
M 0	99,95	Էլեկտրական հաղորդալարերի և բարձր մաքրության միահալվածքների համար:
M 1	99,90	Էլեկտրական հաղորդալարերի, գլանվածքի և տնագ շարունակող բարձրորակ բրոնզների համար:
M 2	99,70	Պղնձային հիմքով բարձրորակ կիսաֆոսֆորի-կատների և միահալվածքների համար, որոնք ենթարկվում են մշակման ճնշման միջոցով:
M 3	98,5	Սովորական որակի պղնձային հիմքով գլանվածքի և միահալվածքների համար: Գյուղ-մեքենաշինության մեջ կիրառվում է ինքնագնաց կոմբայնների որոշ դետալներ (յուղատար և բենզինատար խողովակներ) պատրաստելու համար:
M 4	99,0	Ոչ պատասխանատու միահալվածքների և ձուլային բրոնզների համար:

Արուլյրներ.— Պղնձի միահալվածքը ցինկի հետ կոչվում է արուլյր: Լինում են պարզ արուլյրներ, որոնք հիմնականում պղնձի և ցինկի երկկոմպոնենտային միահալվածքներն են ուրիշ, էական նշանակություն չունեցող, ներառուկների որոշ պարունակությամբ: Լինում են նաև բարդ լեգիրված արուլյրներ, որոնք, բացի պղնձից և ցինկից, պարունակում են նաև ուրիշ տարրեր՝ կապար, ալյումին, մանգան, սիլիցիում և ալն: Վերջիններս զգալի կերպով ազդում են արուլրի հատկությունների վրա:

Արուլրի հատկությունները բնորոշվում են նրա բաղադրությամբ և ստրուկտուրայով: Հալտնի է, որ պարզ երկկոմպոնենտային արուլրի (Cu—Zn) ստրուկտուրան պայմանավորվում է

Նշված գունավոր մետաղներն իրենց հատկություններով կարելի է բաժանել երեք խմբի.

- 1) Ծանր և բարձրահալուն մետաղներ (պղինձը և նիկելը);
 - 2) Թեթև և միջին հալունությամբ մետաղներ (ալյումին և մագնեզիում);
 - 3) Ծանր և դուրանալ մետաղներ (ցինկ, կապար, անագ):
- Ստորև կնկարագրվեն ալդ երեք խմբի այն գունավոր մետաղները և միահալվածքները, որոնք ավելի շատ են կիրառվում գյուղատնտեսական մեքենաներում:

§ 1. Պղինձը եվ ՆՐԱ ՄԻԱՀԱԼՎԱԾՔՆԵՐԸ

Պղինձ.— Տեխնիկական մաքուր պղինձն իր բնորոշ կարմրավուն գույնի պատճառով կարմիր պղինձ է կոչվում:

Պղնձի տեսակարար կշիռը հավասար է 8,9, իսկ հալման ջերմաստիճանը՝ 1083°-ի:

Պղնձի ամենից աչքի ընկնող հատկություններն են նրա բարձր էլեկտրահաղորդականությունը և ջերմահաղորդականությունը, որոնցով և պայմանավորվում է նրա լայն կիրառումը արտադրության մեջ և կենցաղում: Պղինձը կարելի է բնութագրել մեխանիկական հատկությունների հետևյալ ավելաներով (կոորացրած)՝ կարծրությունը $H_B=40$, ամրությունը $\sigma_2=20$ կգ/մմ², հարաբերական՝ երկարացումը $\delta=50\%$: Բարձր պլաստիկությունը հնարավոր է դարձնում պղինձը մշակել ճնշման միջոցով, ինչպես սառը, այնպես էլ տաքացրած վիճակում:

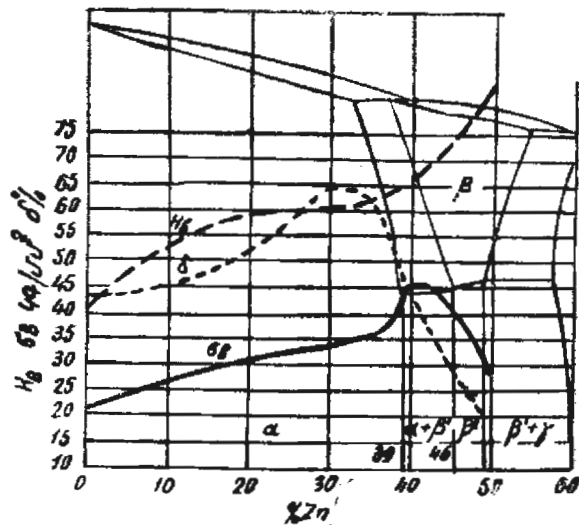
Պղնձի որակը որոշվում է նրա մեջ պարունակված ներառուկների քանակությամբ:

ГОСТ 859—41-ի համաձայն հաստատված է պղնձի տեսական շուկայի ըստ քիմիական բաղադրության, որը բերված է աղյուսակ 12-ում:

Ավելի, քան մաքուր տեխնիկական պղինձը, մեքենաշինության տարբեր նպատակների համար կիրառվում են պղնձային միահալվածքները՝ արուլյրները և բրոնզները:

ցինկի պարունակությունը Այսպես, եթե միահալվածքում ցինկի պարունակությունը չի անցնում $39\frac{0}{10}$ -ից, ապա լրիվ պնդացումից հետո արուլրի ստրուկտուրան ներկայացնում է միաֆազային α պինդ լուծույթ: Եթե ցինկի պարունակությունը $39\frac{0}{10}$ -ից ավելի է, միաֆազային պնդացման պրոցեսի ընթացքում գոյանում է նաև երկ-
րորդ ֆազը՝ β պինդ լուծույթը:

Նկ. 35-ում բերված է արուլրների մեխանիկական հատկու-
թյունների փոփոխման դիագրամը: Նկարում միաժամանակ ցույց է տրված արուլրների վիճակի դիագրամը α և β ֆազերի նշումով:



Նկ. 35. Արուլրների մեխանիկական հատկությունների փոփոխումը:

Ինչպես երևում է, միաֆազային α արուլրների մոտ ցինկի պարունակությունը մեծացնելիս նկատվում է ամրության (մինչև $\sigma_b=35$ կգ/մմ²) և կարծրության (մինչև $H_B=60$) փոքր աճ հիմ-
նական մետաղի՝ պղնձի համեմատությամբ: Միևնույն ժամանակ
աճում է և հարաբերական երկարացումը (δ) մինչև ցինկի պարու-
նակության $30-32\frac{0}{10}$ -ը, որտեղ նյութի պլաստիկությունը հասնում
է իր ամենամեծ արժեքին ($\sim 65\frac{0}{10}$):

Ցինկի պարունակության հետագա աճի կապակցությամբ, երբ
ստրուկտուրայում առաջանում է երկրորդ կարծր β ֆազը, նկատ-
վում է կարծրության և ամրության ավելի ուժեղ աճ, իսկ պլաս-

տիկության նույնպիսի ուժեղ անկում: Նշենք, որ ամրության ամե-
նամեծ արժեքն ստացվում է ցինկի որոշակի պարունակության
դեպքում ($42\frac{0}{10}$ Zn), որից հետո ամրությունը ևս անկում է կրում:

Այս բոլորից կարելի է եզրակացնել, որ միաֆազային α
արուլրները տարբերվում են զգալի պլաստիկությամբ, որի շնոր-
հիվ լավ ենթարկվում են մշակման ճնշմամբ, իսկ երկֆազայինները
բավական փխրուն են: Երկֆազային արուլրներից մեքենաների
մասեր հաճախ պատրաստում են ձուլման միջոցով:

Ստանդարտների կոմիտեն արուլրները տեսականում է Պ տա-
սով (ЛСТУНЬ), որից հետո գրվում է պղնձի պարունակությունը նշող
թիվը:

Կանգ առնենք արդյունաբերական նշանակություն ունեցող
արուլրների մի քանի տեսակների վրա:

Արուլր Պ 90՝ α — արուլր է, որը պարունակում է $10\frac{0}{10}$ ցինկ:
Գործնականում հայտնի է «Տոմպակ» անունով: Հատկություններով և
դուրսով մոտ է տեխնիկական պղնձին, սակայն ավելի դեղնավուն
է և էժան:

Արուլր Պ 68՝ նույնպես α արուլր է, որը պարունակում է
 $32\frac{0}{10}$ ցինկ և տարբերվում է առավել պլաստիկությամբ: Ամրու-
թյունը և կարծրությունը պղնձի համեմատությամբ փոքր ինչ
ավելի են: Գույնը դեղնավուն է: Գործարաններում հաճախ անվան-
վում է «փամփուշտային», կամ «պարկուճային» արուլր: Գյուղա-
տնտեսական մեքենաշինությունում կիրառվում է սրակիչների և
կորոզիոն միջավայրում աշխատող ուրիշ մեքենաների դետալներ
պատրաստելու համար:

Արուլր Պ 62 առաջ վիճակում դրսևորում է բարձր պլաստի-
կություն, սառը վիճակում՝ ավելի ցածր. մեխանիկական հատկու-
թյունները պղնձի համեմատությամբ բարձր են (տես Նկ. 35):
Գյուղատնտեսական մեքենաշինության մեջ օգտագործվում է քա-
միչների ցանցերի, զսպանակների, սրակիչների պոմպերի դետալ-
ներ, վառներ, բաքիկներ պատրաստելու համար:

Արուլր ЛЖМЦ 59—1—1. բարդ արուլրների շարքին է
պատկանում: Տեսականիշում բերված տառերը և թիվերը ցույց են
տալիս, որ արուլրը լեգիրված է երկաթով (միջին պարունակու-
թյունը՝ $1\frac{0}{10}$) և մանգանով (միջին պարունակությունը՝ $1\frac{0}{10}$): Տար-
բերվում է բարձր ամրությամբ, ճլուխմամբ, բարձր մաշակալու-
թյան հատկություններով, կայուն է կորոզիայի նկատմամբ ինչ-

պես միջնուրոտային պայմաններում, այնպես էլ ծովի ջրում: Լավ ենթարկվում է դրոշմման և կոփման: Գյուղատնտեսական մեքենաշինության մեջ կիրառվում է սրսկիչների կորոզիոն միջավայրում աշխատող դետալներ պատրաստելու համար:

Արուլը ПС 59—1. Նույնպես բարդ, կապարով լեգիրված արուլը է, որը տարբերվում է բարձր մեխանիկական հատկություններով, շատ լավ մշակվում է տաք վիճակում, դրոշմվում է: Գյուղատնտեսական մեքենաշինության մեջ կիրառվում է սրսկիչների տարբեր դետալներ՝ ծորակներ, կցորդիչներ, վտաններ պատրաստելու համար: ГОСТ-ով նախատեսված են արուլների նաև այլ տեսակներ:

Քրոմկոնեք.—Պղնձի միահալվածքները անագի, ալյումինի, սիլիցիումի, բերիլիումի և այլ տարրերի հետ կոչվում են բրոնզներ: Քրպնագի տարբերել՝ թե սր տարրերի հետ է կազմված պղնձի միահալվածքը, բրոնզին տրվում է ածական՝ երկրորդ կոմպոնենտի անվամբ: Այսպես, օրինակ, պղնձի միահալվածքը անագի հետ կոչվում է անագային բրոնզ, ալյումինի հետ՝ ալյումինային բրոնզ և այլն:

Երկար ժամանակ ամենատարածված բրոնզը անագայինն էր: Այնպես, ինչպես և արուլը, անագային բրոնզները լինում են միաֆազային և երկֆազային: Ա անագային միաֆազ բրոնզի ստրուկտուրան իրենից պինդ լուծույթ է ներկայացնում: Այսպիսի միաֆազ ստրուկտուրա անագային բրոնզում հանդիպում է այն դեպքում երբ անագի պարունակությունը 16%-ից պակաս է: Իսկ եթե բրոնզի կազմում անագի պարունակությունը 16%-ից ավելի է, ապա ստրուկտուրայում ա ֆազից բացի նկատվում է նաև երկու պինդ լուծույթներից (ա+ձ) կազմված էվտեկտոիդային խառնուրդ: Անագային բրոնզի հատկությունները ամբողջությամբ պայմանավորվում են միահալվածքի բաղադրիչ ֆազերի հատկություններով: Այնպես, ինչպես և արուլներում, ա միաֆազ միահալվածքներում նկատվում է ամրության և կարծրության որոշ աճ անագի պարունակության աճին ղուգընթաց: Զլուծվումը նույնպես աճում է մինչև մի որոշակի սահման (5% Sn), որից հետո արագ անկում է: Սակայն այս դեպքում անագի ազդեցությունն ավելի ինտենսիվ է, քան ցինկի ազդեցությունը արուլում: Աչքի է ընկնում այն, որ սկսած անագի պարունակության 7—8%-ից պլաստիկությունը շեշտակի անկում է կրում, իսկ կարծրությունը և ամրությունն աճում են ավելի ուժեղ: Այդ նկատառումով այդպիսի բրոնզից նախապատրաստվածքները ճնշմամբ չեն մշակվում, այլ օգտագործվում

են որպես ձուլային նյութ, որն ունի բավական բարձր ձուլային հատկություններ՝ բարձր հեղուկահոսություն և փոքր կծկում: Այս կապակցությամբ անագային բրոնզները բաժանվում են երկու տեսակի՝ ճնշմամբ մշակվող և ձուլային բրոնզների:

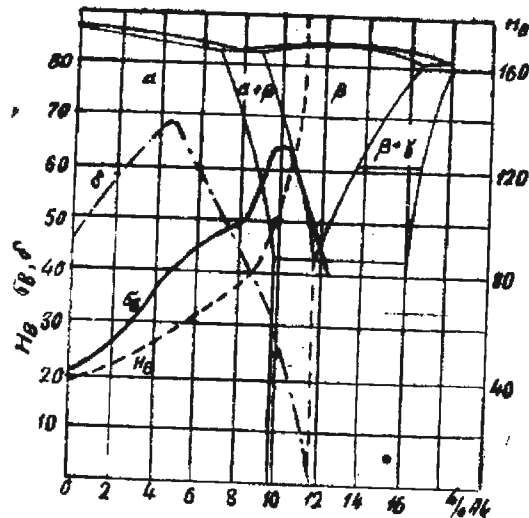
Ճնշմամբ մշակվող բրոնզների շարքին են պատկանում այն ա բրոնզները, որոնց մեջ անագը պարունակվում է մինչև 7—8%: Ձուլային բրոնզներում անագի պարունակությունը 8%-ից ավելի է: Երկֆազային բրոնզները սահմանափակ կիրառություն ունեն: Բարձր ձուլային հատկությունների, բարձր ամրության ու կարծրության, ինչպես և կորոզիայի նկատմամբ բարձր կայունության շնորհիվ անագային բրոնզը առաջ շատ էր կիրառվում: 5% անագ պարունակող բրոնզից դրամ էր պատրաստվում, որի գատնառով էլ այն դրամային բրոնզ էր կոչվում: Հայտնի թնդանոգային բրոնզը նույնպես անագային էր և պարունակում էր 10% անագ:

Ներկայումս օգտագործվում են անագային մեքենայական բրոնզներ, որոնց մեջ անագի պարունակությունը ավելի շատ է: Այսպես, հակաֆրիկցիոն առանցքակալային անագային բրոնզում 14—16% անագ կա: Սակայն անագի թանկարժեքողության և դեֆիցիտության պատճառով, ձգտում են փոխարինել անագային բրոնզը ուրիշ միահալվածքներով: Հաճախ օգտագործվում են անպիսի բարդ բրոնզներ, որոնց մեջ անագը քիչ է պարունակվում, բայց միահալվածքը պարունակում է այլ տարրեր: Օգտագործման համար ստանդարտով նախատեսված են այդպիսի բարդ հատուկ բրոնզներ: Օրինակ, բրոնզ Вр(ЛС—6—6—3, որի մեջ միջին քանակությամբ պարունակվում է 6% Sn, 6% Zn և 3% Pb, հաջորդությամբ օգտագործվում է որպես հակաֆրիկցիոն նյութ:

Ներկայումս լայնատարած օգտագործվում են նաև ալյումինային բրոնզները, որոնց մեջ բացի պղնձից և ալյումինից, պարունակվում են նաև ուրիշ տարրեր:

Ալյումինային բրոնզների ստրուկտուրայի փոփոխումը կախված ալյումինի քանակից նմանվում է արուլներում և անագային բրոնզներում տեղի ունեցող փոփոխություններին, սակայն կատարվում են ավելի շեշտակի:

Նկ. 36-ում ցույց է տրված ալյումինային բրոնզների մեխանիկական հատկությունների փոփոխումը՝ կախված ալյումինի պարունակությունից: Նկարում նշված է նաև պղնձ և ալյումին միահալվածքների սիստեմի վիճակի դիագրամը: Ինչպես երևում է,



Նկ. 35. Ալյումինային բրոնզների մեխանիկական հատկությունների փոփոխումը:

կարծրությունը (H_B), ամրությունը (σ_b) և պլաստիկությունը (δ) արագ աճում են, սակայն ալյումինի աճին զուգընթաց միանշան աճ է կրում միայն կարծրությունը, իսկ պլաստիկության մաքսիմումը համապատասխանում է ալյումինի 50%-ին, որից հետո անկում է ալյումինի 120% պարունակության դեպքում դասնում է աննշան փոքր: Ամրության մաքսիմումը համապատասխանում է ալյումինի 10—11%-ին, որից հետո, փխրունության մեծացման պատճառով, միահալվածքի ամրությունը էս ընկնում է: Այդ պատճառով էլ այս տիպի երկֆազային բրոնզներից օգտագործվում են այնպիսիները, որոնց մեջ ալյումինը պարունակվում է 11%-ից պակաս, իսկ միաֆազային միահալվածքներից ավելի հաճախ կիրառվում է 50% ալյումին պարունակող բրոնզը: Վերջինս, որ նշանակվում է БРА5 տեսականիչով, իրենից ներկայացնում է տիպիկ ճնշմամբ մշակվող բրոնզ: БРА10-ը երկֆազային ձուլային բրոնզ է:

Ալյումինային բրոնզներում մեծ չափերով օգտագործվում է լեգիրումը: Այսպես, օրինակ, հանրատարած БРАЖ 9—4 բրոնզը որ 90% ալյումին է պարունակում և 40% երկաթ, իրենից ներկայացնում է ձուլմամբ և ճնշմամբ մշակվող բրոնզ:

Ժամանակակից մեքենաշինության առանձին ճյուղերում մեքենաների հանգուլցների, դետալների կշռի թիվն աճման հարցը կարևոր, նույնիսկ առաջնատար հարցերից մեկն է հանդիսանում: Հասկանալի է, որ այդ հարցի լուծումը կախված է, առաջին հերթին, մեքենաների առանձին մասերի պատրաստման համար կիրառվող նյութերի տեսակարար կշռից: Միևնույն ժամանակ պետք է ապահովված լինեն նյութերից պահանջվող ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունները և նրանց տեխնոլոգիականությունը (այս կամ այն եղանակով ռացիոնալ մշակման հնարավորությունը):

Ալյումինը և նրա միահալվածքները այլ տարրերի հետ ներկայացնում են այն նյութերը, որոնք առավել չափով բավարարում են այդ պահանջներին:

Մաքուր ալյումինի ամենից բնորոշ հատկություններն են՝ նրա փոքր տեսակարար կշիռը (2,7), հալման ցածր ջերմաստիճանը (933°), բարձր պլաստիկությունը և ցածր ամրությունը:

Գլանված և թրծաթողված ալյումինի ամրության սահմանը $\sigma_b = 10$ կգ/մմ², հոսունության սահմանը $\sigma_s = 3$ կգ/մմ², կարծրությունը $H_B = 25$, հարաբերական երկարացումը $\delta = 400\%$:

Ամրության սահմանի փոքրության պատճառով մաքուր ալյումինի օգտագործումը որպես կոնստրուկցիոն նյութ բացառվում է, բայց ալյումինը հանդիսանում է ալյումինային կոնստրուկցիոն միահալվածքների հիմքը:

Գյուղատնտեսական մեքենաշինության մեջ ալյումինը օգտագործվում է կաթնամթերքների և այլ սննդամթերքների վերամշակման և պահպանման համար նախատեսված մեխանիզմների և անոթների պատրաստելու: Այստեղ, բացի մյուս գործոններից, հաշվի է առնվում ալյումինի կորոզիայի նկատմամբ կայուն լինելու հատկությունը, որն իր հերթին պայմանավորվում է մակերեսում օքսիդացման նկատմամբ կայուն ալյումինի օքսիդի (Al_2O_3) շերտի առաջացմամբ:

Ալյումինը տեսականում է իր մաքրության աստիճանով: Այսպես, օրինակ, ալյումինի ամենից բարձր տեսակը, որը նշվում է А00, պարունակում է 0,30% տարրեր ներառուկներ:

Գյուղատնտեսական մեքենաշինության մեջ, հատկապես կթու ապարատներում և այլ մեխանիզմներում, օգտագործում են A1 և A2 տեսակի ալյումինները, որոնց քիմիական բաղադրությունը նշված է աղյուսակ 13-ում:

Աղյուսակ 13
Ալյումինի որոշ տեսակների քիմիական բաղադրությունը

Ալյումինի տեսակները	Քիմիական բաղադրությունը %-ով					
	Ա1					Ներառուկ-ների բնագ-նուր քանակը
	Al	Si	Fe	Fe+Si	Cu	
A1	99,5	0,30	0,30	0,45	0,015	0,50
A2	99,0	0,50	0,50	0,90	0,02	1,0

Ալյումինային բոլոր տեխնիկական միահալվածքները ստորա-բաժանվում են հիմնականում երկու խմբի՝

1) Ձուլված վիճակում կիրառվող միահալվածքներ:

2) Դեֆորմացված վիճակում (մամլված, գլանված, կոմված) կիրառվող միահալվածքներ:

Տեխնիկական այս միահալվածքները ստացվում են ալյումինի սիլիցիում, պղինձ, մագնեզիում, ցինկ և մանգան ավելաց-նելու միջոցով:

Դեֆորմացման և ձուլման համար օգտագործվող միահալ-վածքների սահմանը որոշվում է էվտեկտիկական ջերմաստիճանում պինդ լուծույթի հազեցման սահմանով: Այն միահալվածքները, որոնք տեղալուծվում են պինդ լուծույթի հազեցման սահմանից դուրս և ունեն էվտեկտիկական ստրուկտուրա, ձուլային են: Իսկ այն միահալվածք-ները, որոնք գտնվում են պինդ լուծույթի սահմանում և որոնք, հետևաբար, տաքացնելիս կարող են տալ պինդ լուծույթի միաֆա-զային ստրուկտուրա, դեֆորմացվող են: Ալյումինային միահալ-վածքներից տեխնիկայում ավելի շատ օգտագործվում են բազմա-կոմպոնենտային միահալվածքները, որոնց մեջ ընդգրկվում են վերը

նշված տարրերից մի քանիսը: Ավելի քիչ կիրառվում են երկկոմ-պոնենտային միահալվածքները:

Ձուլված վիճակում կիրառվող միահալվածքների տիպիկ ներ-կայացուցիչներն են սիլումին կոչվող միահալվածքները: Սիլու-մինները ստանդարտով տեսականում են «АЛ» նիշով, որի կող-քին դրվում է համապատասխան պայմանական թիվ:

Ամենից պարզ դեպքում սիլումինը՝ ալյումինի և սիլիցիումի միահալվածքն է, սիլիցիումի 11—14% պարունակությամբ:

Նույնիսկ այս պարզ երկկոմպոնենտային միահալվածքն իր հատկություններով զգալիորեն տարբերվում է ալյումինից: Այսպես, սիլումինի կարծրությունը $H_B=50—70$, ամրության սահ-մանը $\sigma_B=20—30$ կգ/մմ², իսկ հարաքերական երկարացումը՝ $\delta=5—10\%$:

Ավելի բարդ բաղադրություն ունեցող սիլումինների (АЛ5, АЛ9 և այլն) մեխանիկական հատկություններն ավելի բարձր են: Սիլումինները կիրառվում են բարդ ձև ունեցող, ծանրաբեռնված, բարձր ջերմաստիճանային պայմաններում աշխատող դետալներ պատրաստելու համար:

Դեֆորմացիայի ենթարկվող ալյումինային պարզ միահալ-վածքներից կարելի է նշել ալյումինի միահալվածքը մանգանի կամ մագնեզիումի հետ:

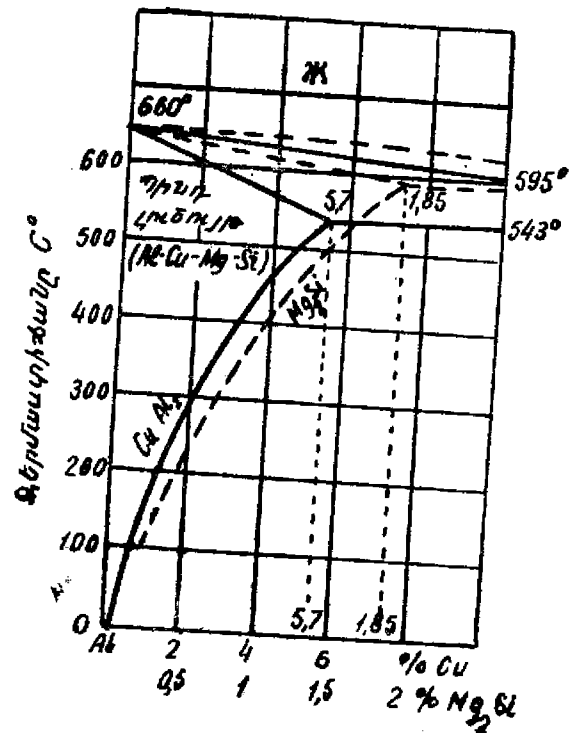
Մանգանը բարձրացնում է միահալվածքի կալունությունը, դարձնում է այն ավելի ամուր:

Մագնեզիումը նույնպես դրական ազդեցություն է թողնում միահալվածքի հատկությունների վրա, բարձրացնելով նրա և՛ կորո-զիոն կալունությունը և՛ ամրությունը և բացի դրանից, ավելի թե-թև է դարձնում միահալվածքը:

Ինչպես ալյումինամանգանային, այնպես էլ ալյումինամա-գնեզիումային միահալվածքները ջերմային մշակումից հետո չեն ամ-բապնդվում: Դրանց ամրապնդումը կատարվում է կոշտացման (за-калка) միջոցով: Տեխնիկայում լայնատարած կիրառվում են դեֆորմացիայի ենթարկվող ալյումինային բարդ միահալվածքները, որոնք ջերմային մշակման ժամանակ ամրապնդվում են: Այդ միա-հալվածքները կոչվում են դուրալումին: Դուրալումինը տեսակա-նշվում է Д տառով, իսկ դրանից հետո դրվող թիվը ցույց է տա-լիս միահալվածքի պայմանական համարը:

Դուրալումինը, հիմնականում վեց կոմպոնենտների միա-հալվածք է՝ ալյումինի, պղինձի, մագնեզիումի, մանգանի, սիլի-

ցիումի և երկաթի: Սովորաբար դուրալյումինում պարունակվում է 4—50% պղինձ և կեսական տոկոս մագնեզիում, սիլիցիում, մանգան և երկաթ: Դուրալյումինը նշանավոր է և նրանով, որ թեթև լինելով հանդերձ, ունի այնպիսի ամրություն և կարծրություն, որ չի զիջում փափուկ պողպատի ամրությանն ու կարծրությանը ($\sigma_b = 45 \div 50$ կգ/մմ² և $H_B = 130$), իսկ հարաբերական երկարացումը (δ) հասնում է 20%-ի:



Նկ. 37. Ալյումինի մեջ $CuAl_2$, Mg_2Si լուծելիության համաձայնագրված կորերը:

Սակայն պետք է հիշել, որ դուրալյումինի մեխանիկական հատկությունների այդպիսի ցուցանիշները ստացվում են միայն համապատասխան ջերմային մշակումից՝ մխումից և արհեստական հնացումից հետո:

Դուրալյումինի ջերմային մշակման պրոցեսի էությունը հասկանալու համար դիմենք Նկ. 37-ում բերված դիագրամին:

Այստեղ $Al-Cu$ սիստեմի վիճակի դիագրամի մի մասի հետ ցույց է տրված նաև $Al-Mg_2Si$ վիճակի դիագրամի մասը (պունկտիր գծերը):

Ինչպես երևում է, միահալվածքը մոտավորապես մինչև 500° տաքացնելիս ստացվում է պինդ լուծույթ, որը միմյան ժամանակ մնում է գերսատուցած վիճակում: Հետագա տաքացումից (արհեստական հնացում) պինդ լուծույթից դիսպերս վիճակում զատվում են $CuAl_2$ և Mg_2Si քիմիական միացությունները, որի շնորհիվ աճում է միահալվածքի ամրությունը և կարծրությունը: Այժմ պարզ է, թե ինչու դուրալյումինը պետք է ունենա բարդ բաղադրություն:

Վերջերս ստեղծված են ալյումինային գերամուր միահալվածքներ (սուպերդուրալյումին), որոնց մեջ ամրության սահմանը σ_b հասնում է 60 կգ/մմ² և ավելի: Այս նյութերը $Al-Zn$ սիստեմի միահալվածքներ են Mg , Cu , Cr , Ti և այլ տարրերի ավելացումով:

§ 3. ՄԱՆՐԱԿՇԻՌ ԴՅՈՒՐԱՀԱԼ ՄԻԱՀԱԼՎԱԾՔՆԵՐ (ԲԱԹԻՏՆԵՐ)

Բաթիտներ են կոչվում առանցքակալները լցնելու համար օգտագործվող դյուրահալ միահալվածքները:

Առանցքակալների և լիսեռների վիդիների աշխատանքն ընթանում է շփման յուրահատուկ պայմաններում: Եթե հնարավոր լիներ պատրաստել երկրաչափական տեսակետից իդեալական ճիշտ լիսեռ ու պահանգ և ապահովել լուղի հավասարաչափ մատուցումը շփվող մակերևույթների բոլոր կետերին, ապա լիսեռ-պահանգ զուգակցումը կաշխատեր լիովին հեղուկ շփման պայմաններում: Այդ դեպքում լիսեռի ու պահանգի մակերեսները կլինեին բաժանված լուղի շերտով և հազիվ թե աշխատանքի ընթացքում ենթարկվեին մաշման:

Ակներև է, որ այդ դեպքում լիսեռը և պահանգը կարող էին պատրաստվել ամեն տեսակ նյութերից: Սակայն գործնականորեն ոչ միայն չի հաջողվում պատրաստել այդպիսի ճշտությամբ լիսեռներ և պահանգներ, այլև չի հաջողվում ապահովել լուղի մատուցման հավասարաչափությունը: Աշխատանքի իրական պայմաններում լիսեռ-պահանգ զուգակցման մեջ տեղի է ունենում կիսաշոր շփում: Զուգակցվող մակերեսների մի մասն իսկապես պատվում է լուղի այդպիսի շերտով, մյուս մասը՝ ոչ:

կազմում (սովորաբար փոքր քանակությամբ), որի պատճառով հողալիակալական բաբիտների կոչում են ստացել: Այդ բաբիտներում հողալիակալական տարրերը՝ Ca, Ba, Sr, Na կապարի հեղուկացում են կարծր քիմիական միացություններ (Pb_3Ca , Pb_3Ba և այլն), որոնք և ներկայացնում են բաբիտի փափուկ հիմքում տարածված կարծր ներառուկները:

Այս տիպի բաբիտներից կարելի է նշել БК կալցիումալի բաբիտը, որի մեջ 0,75—1,10% կալցիում և 0,90% նատրիում է պարունակվում: Տարածված է նաև БН բաբիտը, որը պարունակում է՝ 10% Sn, 14% Sb, 2% Cu, 1% Na, 0,7% As, 1,3% Cd իսկ մնացածը՝ կապար:

Հողալիակալական բաբիտները զգալի չափով կիրառվում են մեքենաշինության տարբեր ճյուղերում: Դրանց հիմնական թերությունն է՝ օդում կորոզիայի նկատմամբ փոքր կայունությունը, իսկ հալման ժամանակ՝ հողալիակալական տարրերի ուժեղ օքսիդացումը և ալրումը: Այս թերություններից խուսափելու համար խորհուրդ է տրվում առանցքակալները լցնելիս որոշ չափով ավելացնել ալրովոդ նյութերի քանակը:

ԳՆՈՒՆ ԷԻՆԳԵՐՈՐԻ

**ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ՄԵՔԵՆԱՆԵՐԻ ԿԱՐԵՎՈՐ
ԴԵՏԱԼՆԵՐԻ ՊԱՏՐԱՍՏՄԱՆ ՀԱՄԱՐ ԿԻՐԱՌՎՈՂ ՆՅՈՒԹԵՐԸ
ԵՎ ՆՐԱՆՑ ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՄՇԱԿՈՒՄԸ**

§ 1. ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԴԻՏՈՂՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Գյուղատնտեսական մեքենաների դետալներ պատրաստելու համար կիրառվում են տարբեր մետաղանյութեր՝ պողպատներ, չուգուններ, գունավոր միաճալվածքներ, մետաղակերամիկական նյութեր: Այս կամ այն դետալի պատրաստման համար նյութը և նրա ջերմալին մշակման պրոցեսը ընտրելիս անհրաժեշտ է նյութի մեխանիկական հատկությունների հետ միասին հաշվի առնել նաև դետալի հատվածքի մեծությունը, նրա ձևը, առանձին դեպքերում՝ ուրոշիչ չափերի հարաբերությունը և այլն:

Այսպես, բարդ ձևավորում ունեցող դետալները, ինչպիսիք են՝ երկար աստիճանավոր, երիթային ակոսներով լիսեռները, ծանր պայմաններում աշխատող ատամնանիվները և այլն, ջերմալին մշակման պրոցեսում անթուլլատրելի դեֆորմացիաները, ճեղքվածքների առաջացումը կանխելու համար պետք է պարասավեն լուղում մխվող 40X, 45Г2, 50Г, 65Г պողպատներից:

Կարևոր նշանակություն ունի նաև մխվող դետալի հատվածքի (հաստության) մեծության ճիշտ ընտրումը: Դետալի հատվածքի չափերը պետք է ընտրվեն, հաշվի առնելով տվյալ պողպատի մխվելիության մեծությունը:

Ջրում մխվող դետալներ պատրաստելու համար պետք է կիրառվեն МСТ.6 կամ 40—45 պողպատներ: Ավելի քիչ քանակությամբ անխառն պարունակող պողպատները՝ МСТ.5 կամ 30—35,

խորհուրդ չի տրվում օգտագործել, քանի որ նրանք լավ չեն մըխվում: Մակերեսային միման ենթարկվող դետալները նպատակահարմար է պատրաստել պողպատ 45-ից, իսկ այն դեպքում, երբ դետալը մինչև մակերեսային միումը ենթարկվում է բարելավման (միման և բարձր միմանեղման) հատվածքի միջին մասը ամրապլնդելու նպատակով, պետք է օգտագործել պողպատ 40X-ն:

Առհասարակ, ջերմային մշակման ենթարկվող դետալների նյութերն ընտրելիս, պետք է գերադասություն տալ որակյալ պողպատներին, քանի որ նրանք ունեն ավելի կայուն հատկություններ, ավելի քիչ են պարունակում վնասարար ներառակներ, ամփոփում քանակը տատանվում է ավելի նեղ սահմաններում, որը հնարավորություն է ստեղծում միման պրոցեսը կենսագործել ավելի հաստատ և փոփոխների պայմաններում: Վերջին հանգամանքը շատ կարևոր է ջերմային մշակման ենթարկվող գետալների մասսայական արտադրության համար:

Պողպատի միման պրոցեսը ուղեկցվում է նրա մեջ ներքին մեծ ջերմային և սարուկուտային լարումների առաջացումով, որի հետևանքով մշակվող դետալում կարող են տեղի ունենալ զգալի դեֆորմացիաներ կամ առաջանալ ճեղքեր: Առաջացող լարումները կտրելի է բավականաչափ նվազեցնել, դետալի կոնստրուկցիան ճիշտ և խելացի մշակելու միջոցով: Այս հաշվի առնելով անհրաժեշտ է՝

1) Չթուլատրել մեծ տարբերություններ կից հատվածքների չափերում:

2) Խուստփել սուր վերջավորություններից և բարակ ելուստներից, անկյունները և փոխանցումները կլորացնել, որքան հնարավոր է, մեծ շառավիղով:

3) Հնարավոր չափով ապահովել դետալի սիմետրիկությունը:

4) Բարակ ելուստներում և պատերում չնախատեսել անցքեր:

Տեղային միման ենթարկվող դետալների տեխնիկական պայմանները մշակելիս պետք է ի նկատի ունենալ, որ դետալ միման դոտու լայնությունը որոշվում է նրա շահագործման պայմաններից և սահմանափակվում է համապատասխան կարծրության տեղամասով: Բացի դրանից, այդ դոտու լայնության թուլությունը պետք է ընդունվի, ելնելով տաքացման և միման մեթոդներից, ինչպես նաև դետալի հատվածքի ձևավորումից և հաս-

տությունից: Այդ թուլությունը մեծությունը պետք է որոշվի փորձերից: Միման դոտու լայնության թուլությունը ընդունվում է դետալի հաստության մոտավորապես մեկ երրորդ մասից ոչ պակաս:

Միման և չմիման դոտիների միջև փոխանցիկ դոտու մեծությունը տեխնիկական պայմաններով չի սահմանափակվում և ընդունվում է դետալի հաստությունից մոտավորապես 1,5—2,0 անգամ ավելի:

Ծավալային տեղային միում կատարելիս միման դոտու դիրքը սահմանափակվում է հետևյալ պահանջներով՝

1) միման դոտին պետք է կից լինի դետալի եզրին,

2) ցանկալի է, որ միման դոտին ունենա ուղղագիծ սահման:

Տեղական ցմեհնառաջացման դեպքում, ըստ տեխնոլոգիական պայմանների, հնարավոր են ցմեհնառաջացված և չցմեհնառաջացված դոտիների մեծությունների տարբեր չափեր: Սակայն երբեմն դետալի տարբեր տեղամասերը ցմեհնառաջացումից պաշտպանելու անհրաժեշտությունը պահանջում է ծեփվածքների կամ պղնձապատման կիրառում: Ցանկալի է, որպեսզի հնարավորության դեպքում դետալը ամբողջությամբ ենթարկվի ցմեհնառաջացման, իսկ միման՝ միայն պահանջվող տեղամասը:

Բարձր հաճախականության հոսանքներով մակերեսային մըխման դեպքում դետալի և միման դոտու դիրքի (տեղային միման դեպքում) նկատմամբ ներկայացվում են մի շարք պահանջներ:

Միման դոտու դիրքի թուլությունը ընդունվում է հավասար 4—5 մմ, երբ միման շերտի խորությունը 1,5—2 մմ-ից փոքր է և 6—8 մմ՝ ավելի մեծ խորության դեպքում:

Միման դոտին կարող է կից չլինել դետալի եզրին: Ամբողջական մեծ պաշարի բացակայության դեպքում միման շերտը չպետք է ընդհատվի այնպիսի տեղերում, որտեղ դետալի աշխատանքի ընթացքում առաջանում են ձգման մեծ լարումներ, կամ փոխանցման տեղերում, որոնք լարումների համակենտրոնացման օջախներ են հանդիսանում:

Առհասարակ ցանկալի է անցքերի և փորակների առկայությունը մակերեսային միման դոտիում: Դրանց անհրաժեշտության դեպքում փորակների եզրերը պետք է կլորացվեն, իսկ միման մակերեսի դուրս եկող անցքերը պետք է ունենան 0,5×45° չափերով երեսակ:

Ջերմային մշակման ենթարկվող դետալների որակը ապահովելու նպատակով հաճախ մեքենայի դետալների քանվորակագրության վրա նշվում է պահանջվող կարծրության մեծությունը, օրինակ՝ «մխել և մխամեղմել մինչև $H_{RC}=50-56$ կարծրությունը»: Ցիմենտացվող կամ մակերեսային միման ենթարկվող դետալների համար նշվում է նաև ցիմենտացման կամ միմախորությունը:

Այս դեպքում ենթադրվում է, որ ջերմային մշակման տեխնոլոգիական պրոցեսը մշակված է ճիշտ և պողպատն ունի նորմա ստրուկտուրա, քանի որ միայն կարծրության որոշումով չի բնութագրվում ջերմամշակման որակը: Միևնույն կարծրության դեպքում մշակման տարբեր ռեժիմների և հաստատված ռեժիմների շեղման պայմաններում (պողպատի գերտաքացում, թերի տաքացում, պահման թերի ժամանակը տաքացման ջերմաստիճաններ, տակ և ալլեն) պողպատի առաձգական հատկությունները, հարվածային ճլուխյունը և ամրության ցուցիչները կարող են տարբեր ստացվել:

Ահա պատճառով, շատ դեպքերում կարծրության ստուգման հետ միասին, կամ ուղղակի նրա փոխարեն որոշակի մեթոդիկայով փորձարկվում են ջերմային մշակման ենթարկված դետալները Ռոշ դեպքերում պահանջներ են ներկայացվում նաև միկրոստրուկտուրայի նկատմամբ, գերտաքացումը կանխելու նպատակով (օրինակ՝ իոփերի ստուգումը ըստ ГОСТ 46—51):

Այս բոլորից ելնելով, անհրաժեշտ է արտադրական պայմաններում սխատեմատիկ հսկողությունն սահմանել ջերմային մշակման պրոցեսների նկատմամբ՝ հաստատված ռեժիմներից շեղումներ կանխելու նպատակով:

Ֆեմինիստական գիտալիների պատրաստման համար օգտագործվում են նվազագծական չափերը՝ ՄՄ.2, ՄՄ.3 15,20, 20X, 15Γ, 18XΓT և ուրիշները: Ընդ որում, ամիսականի պողպատներից պատրաստված գետալիները ցեմենտացումից հետո միավում են ջրի մեջ, կարևոր նշանակություն ունեցող գետալիները պատրաստվում են 15 և 20 պողպատներից:

Հեղերված 20X, 15Դ և 18XԴԴ պողպատներից պատրաստված դետալները ցեմենտալնացումից հետո միավում են լողի մեջ: 20 և 15Դ պողպատների համեմատությամբ 18XԴԴ պողպատի առավել լուծվունն այն է, որ միտումից հետո այդ պողպատից պատրաստված

դեռ առիթի միջոցը չունենում է ավելի քարձր կարծրութուն և հոսու-
յութիւն սահման, որը շատ կարեւոր է մեծ քարձր դինամիկական
ձանրաբեռնվածութուն կրող ատամնանիվների և ուրիշ դեռաւնների
համար:

Ստորև, աղյուսակ 14-ում նշվում է ցեմենտախուցված և մըխ-
ված տարբեր պոլիպատեների կարծրությունը:

Աղյուսակ 14

Դեղատի գոտին	Պողպատի կաթոթյունը		
	МСт.2, МСт.3, 15,20	20X	18XГТ
3 և 4 հնարանցված մակերևույթը	54—60	55—62	56—63
Միջուկը	—	15—25	30—40

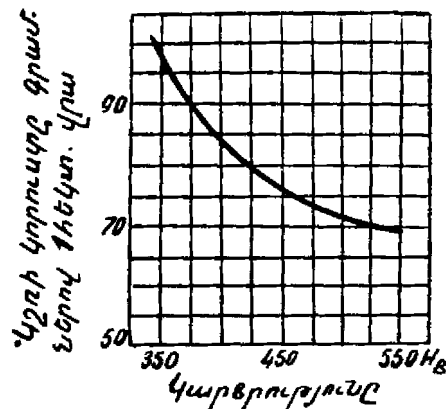
Այս ընդհանուր գիտողությունների վրա հենվելով կարող ենք անցնել գյուղատնտեսական մեքենաների կարևոր զետառների պատ-
րաստման համար կիրառվող նյութերի և նրանց ջերմափոխ մշակ-
ման պրոցեսների ուսումնասիրություն:

§ 2. ԽՈՓԵՐ

Գութանների, նախագութանիկների, երեսվարիչների խոփերի աշխատանքի պայմանները շատ ծանր են: Աշխատանքի ընթացքում նրանք կրում են ուժեղ գինամիկ քառնվածություններ և գտնվում են շփման ծանր պայմաններում: Հետևաբար խոփի աշխատանքային եզրը պետք է լինի մաշակալուն և ամուր, շուտ չբթանա մաշման կամ փշրման պատճառով:

Խոփի աշխատատեղությունը կախված է նրա կարծրությունից, ջերմալիճն մշակման որակից, կոնստրուկցիայից և մշակվող հողի հատկություններից: Ավելի քիչ չափով այն կախված է պողպատի քիմիական բաղադրությունից, եթե վերջինիս փոփոխությունը էական ազդեցություն չի թողնում պողպատի ստրուկտուրայի վրա: Նկ. 39-ում ցույց է տրվում խոփի մաշված քի կախումը պողպատի կարծրությունից:

Ինչպես երևում է, որքան մեծ է խոփի կարծրությունը, այնքան նա ափելի քիչ է ենթարկվում մաշման: Հատկապես խիստ արտահայտված այդ կախվածությունը ափն դեպքում, երբ պողպատի կարծրությունը H_B -ն փոքր է $450 \div 500$ -ից: Փորձարկումներից պարզված է նաև, որ պողպատի մաշակայունությունը հողում աշխատելու պայմաններում աճում է, եթե նրա ստրուկոտորայում պարունակվում են կարբիդներ: Պողպատի մյուս ստրուկտուրային բաղադրիչները մաշակայունության վրա ազդում են այնքանով, որքանով նրանց տակալությունը ազդում է նյութի կարծրության վրա:



Նկ. 39. Խոփի մաշման կոխվածությունը նրա կարծրությունից:

պատրաստման համար օգտագործվող նյութերի ընտրությունը և այդ նյութերի ջերմային մշակման աեխնոլոգիական պրոցեսները, կապակցելով այն խոփի կոնստրուկցիայի հետ:

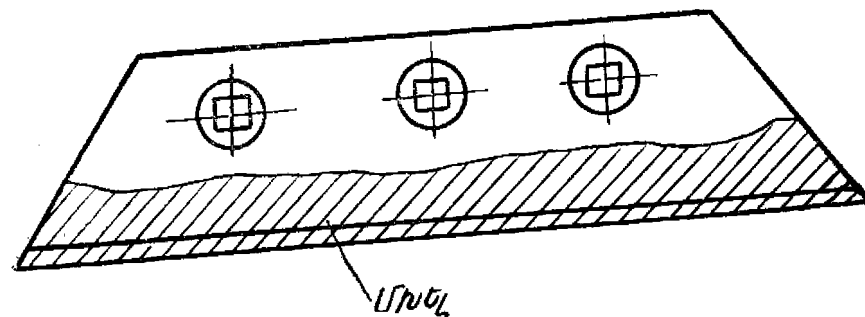
Այսպես, գործող ստանդարտների համաձայն (ГОСТ 5687—51) գուծանների խոփերը պատրաստվում են Л—53 և Л—65 հատուկ ածխածնային մարահնյան պողպատներից:

Աղյուսակ 15-ում բերված է այդ պողպատների քիմիական բաղադրությունը և կարծրությունը ըստ Բրինելի՝ սկզբնական (մինչև ջերմային մշակումը) վիճակում:

Համաձայն պետական ստանդարտների, խոփերը ենթարկվում են տեղային միման և միամեղմման: Խոփերի միված գոտու լայնությունը (Նկ. 40) տրակտորային գուծանների համար ընդունվում է 20—45 մմ, իսկ ձիաքարշ գուծանների, նախագուծանիկների և երեսվարիչների համար՝ 20—35 մմ:

Խոփի ջերմամշակված գոտիում թուլատրվում է մանր-ասեղնաձև կամ միջին ասեղնաձև մարտենսիտի միկրոստրուկտուրա, իսկ ջերմային մշակման չենթարկված գոտիում՝ նորմալ պեռլիտ-ֆերիտային ստրուկտուրա:

Պողպատի տեսակները	Տարբերի պարունակությունը տոկոսներով					HB	Կիրառությունը
	C	Mn	Si	S— պղե- ի	P— պղե- ի		
Л—53	0,47—0,59	0,5—0,8	0,15—0,40	0,05	0,05	255	Ձիաքարշ գուծանների խոփերի համար
Л—65	0,60—0,70	0,30—0,60	0,15—0,40	0,05	0,05	255	Տրակտորային գուծանների խոփերի համար



Նկ. 40. Խոփի միման գոտին:

Տարբեր կոնստրուկտիվ ձևավորում ունեցող խոփերում ջերմային մշակման պրոցեսը կատարվում է այնպես, որ խոփի աշխատող մասի մեխանիկական հատկությունները լինեն առավել չափով նպատակահարմար խոփի աշխատատեղության բարձրացման համար:

Այսպես, հետազոտություններից պարզված է, որ սեղանաձև խոփերի համար կարծրության նպատակահարմար մեծությունն է՝ $H_B = 550 \div 575$: Կարծրության ափելի մեծ արժեք նպատակահարմար չէ ընդունել, քանի որ այդ դեպքում խոփերը դառնում են մար չէ ընդունել, քանի որ այդ դեպքում խոփերը դառնում են շատ փերուն և նրանց քիմիկները կոարվում են, երբեմն նույնիսկ հավաքման պրոցեսի ժամանակ: Աշխատանքի ընթացքում քիմիկ ձևը արագորեն փոփոխվում է:

Գուրաձև քթիկ ունեցող խոփերի միում կատարելիս կարելի է թույլ տալ ավելի բարձր կարծրություն, քանի որ ոչ հավաքման պրոցեսում և ոչ էլ սշխատանքի ընթացքում այդ խոփերում կուտրվածքներ և ճեղքվածքներ չեն առաջանում:

Որակյալ ջերմություն մշակում կատարելու համար պետք է բավարարվեն հիմնական պահանջները՝ տաքացման ջերմաստիճանի ստացումը առավել նպատակահարմար եղանակով, այդ ջերմաստիճաններում պահելու անհրաժեշտ ժամանակամիջոցը ե, վերջապես, սառեցման արագությունն ու սառեցման նպատակահարմար եղանակը:

Գութանների խոփերի ջերմային մշակման ժամանակ այս պահանջների բավարարումը իրականացվում է տարբեր ճանապարհներով: Այսպես, մի շարք գործարաններում (Ռոստովի գլուղատնտեսական մեքենաշինության գործարանում և մյուսներում) խոփերի տաքացումը կատարվում է պտավող հատակ ունեցող շրջադարձային վառարաններում: Վառարանի հատակի վրա շրջանագծով, երկարավուն ակոսներում, կտրող եզրերով զեպի վեր տեղավորվում են խոփերը: Վառարանի հատակի մեկ շրջապտույտի ընթացքում (12—15 րոպե) խոփը տաքացվում է մինչև միսման համար անհրաժեշտ ջերմաստիճանը (840°): Այս ջերմաստիճանից խոփը տեղափոխվում է մետաղական սալի վրա, որտեղ կատարվում է նրա ձևավորումը: Ձևավորումից հետո խոփի քթիկը խորասուզում են լուղի մեջ և հետո լրիվ սառեցնում ջրում:

Մխումից հետո միսմեղմում կատարելու համար խոփերը նորից տեղավորում են պտավող հատակով շրջադարձային վառարանում: Հատակի մեկ շրջապտույտի ընթացքում խոփը տաքացվում է մինչև միսմեղմման ջերմաստիճանը (350—370°), որից հետո սառեցնում և ուղղում են ծոված տեղերը:

Անհրաժեշտ է նշել, որ բոցային վառարաններում խոփերի տաքացմանը բնորոշ են մի շարք արատներ: Այդպիսի տաքացման պայմաններում հնարավոր է արտաքին և ներքին ճեղքերի առաջացումը, խոփի կտրող եզրը անհավասարաչափ և ցածր կարծրություն է ստանում, նկատվում են խոփի քթիկի կտրվելու դեպքեր և այլն:

Ավելի լավ արդյունքներ են ստացվում խոփերի տաքացումը էլեկտրադալին վաննաներում կատարելիս, որը կիրառվում է Հոկտեմբերյան ռեզոլուցիայի անվան գործարանում:

Վաննայում, որն ունի խոփի նախնական տաքացման հնարավորություն, 1,5—2 րոպեի ընթացքում միաժամանակ տաքացնում

են 4 խոփեր: Մինչև միսման համար անհրաժեշտ ջերմաստիճանը՝ տաքացնելուց հետո խոփը տեղափոխում են ուղղման, ալնուհետև 1 վայրկյանի ընթացքում խոփի քթիկը լուղի մեջ պահելուց հետո այն տեղափոխում են ամբողջությամբ ջրի մեջ, պահում են ալնտեղ 3—5 վայրկյան և հանում 200—250° տակ: Այս ջերմաստիճանի պայմաններում տեղի է ունենում միաված խոփի ինքնամխում:

Թեկուզ և վաննաներում տաքացնելը նախորդ եղանակի համեմատությամբ ունի որոշակի առավելություններ, ալնումենայինի ալդ եղանակն էլ ունի իր թերությունները: Դրանք հետևյալներն են.

1) Վաննայի լուծույթի կոնցենտրացիայի փոփոխականություն պատճառով դժվար է ստեղծել հաստատուն և կայուն ջերմաստիճան:

2) Պահանջվում է լրացուցիչ տեղակայանք օգտագործության համար:

3) Լուծույթի քալքային ազդեցության պատճառով պահանջվում է վաննայի ներքին շարվածքի հաճախակի նորոգում:

Բոցային վառարանների և էլեկտրադալին վաննաների միջոցով խոփերի միսման նշված թերությունները վերացնելու նպատակով ներկայումս մշակված են տեղային և մակերեսանալի տաքացման մի շարք եղանակներ, որոնք հնարավորություն են տալիս բարձրացնելու ջերմային մշակման պրոցեսների արտադրողականությունը, որակը, իրականացնել տեղացեաների ավտոմատացումը, իջեցնել պրոցեսների ինքնարժեքը պտեղանյութի ծախսի կրճատման, ինչպես նաև ավելի բարձր օգտակար գործողության գործակից ունեցող սարքավորումների կիրառման միջոցով: Այդ նոր եղանակների կենսագործումը ապահովում է խոփերի ջերմամշակման բարձր որակը հետևյալ հիմնական պայմանները կատարելու շնորհիվ.

1) խոփիկի միալն միավող գոտու տաքացումը (տեղային տաքացում).

2) տաքացման ջերմաստիճանի հաստատությունը.

3) մետաղանյութի ստրուկտուրայի աստիճանական փոփոխումը ջերմամշակված գոտուց մինչև ջերմամշակման չենթարկված գոտին:

4) գոգավորումներ, ծռումներ, ճեղքեր առաջացնող ներքին լարումների վերացումը.

5) շերմալին մշակման ենթարկվող շինվածքի մակերևույթի ածխածնազրկման վերացումը.

Արտադրական նշանակություն են ստացել աաքացման հետևյալ եղանակները՝

1) թթվածնա-ացեալէնային բոցի օգնությամբ.

2) էլեկտրա-կոնտակտային եղանակով.

3) բարձր հաճախականության հոսանքներով*.

Տաքացման այդ նոր եղանակները միմյանցից տարբերվում են տաքացման ու սառեցման մեթոդներով և մշակվող շերտում շերմաստիճանների բաշխման բնույթով:

Խոփերի տաքացման երրորդ եղանակը ամենաէֆեկտիվն է և վերջին տարիներում լայնորեն կիրառվում է արտադրության մեջ:

Զգտելով տնտեսել կիրառվող պողպատե գլանվածքը, բարձրացնել խոփերի մաշակայունությունը, դարձնել ավելի մասշնչի և իջեցնել խոփերի ինքնարժեքը, փորձեր են կատարված չուգունից խոփեր պատրաստելու ուղղությամբ:

Փորձերից պարզվել է, որ նույնիսկ միաված գորշ չուգունից պատրաստված խոփերն ունեն ոչ բավարար մաշակայունություն և ամրություն:

Սպիտակ չուգունից ($H_B = 350 \div 415$) պատրաստված խոփերը դրսևորում են ավելի բարձր մաշակայունություն, քան պողպատե գլանվածքից պատրաստվածները: Սակայն այս դեպքում ևս խոփի ամրությունը բավարար համարել չի կարելի: Խոփերը աշխատանքի ընթացքում հաճախակի կոտրվում են:

Հեռանկարային են դուրսնալ քթիկով մոդիֆիկացված չուգունից պատրաստված խոփիկները, որոնց կտրող եզրերը ունեն սպիտակ չուգունի կազմ: Շատ հնարավոր է, որ ամենից նպատակահարմարը կլինի միաված կտրող եզրով գերամուր (գնդաձև գրաֆիտով) չուգունից պատրաստված խոփը, քանի որ այդ չուգունը բարձր մաշակայունության հետ միասին ունի և բարձր ամրություն:

Կատարվել են փորձեր նաև միջին քանակությամբ ածխածին

պարունակող պողպատե ձուլվածքից խոփեր պատրաստելու ուղղությամբ:

Աշխատանքի ընթացքում երկարատև ծառայող, հետեաբար և նորոգմանը քիչ ենթարկվող, ինքնասրվող խոփեր ստեղծելու ասպարեզում ևս կատարվում են բազմաթիվ հետազոտություններ: Այդ հետազոտությունների շնորհիվ մշակվել են երկշերտ խոփերի կոնստրուկցիաները: Այդպիսի խոփերը պատրաստում են կտրող եզրը կարծր միահալվածքով (սորմալտ, ստալինիտ) հալապատման, մաշակալուն պողպատի շերտիկի եռակցման, կամ երկշերտ գլանված պողպատ օգտագործելու միջոցով: Երկշերտ խոփերի փորձարկումը ցույց է տվել, որ այդ խոփերը չնայած նրանց բարձր մաշակայունությանը, աշխատանքի ընթացքում կայուն արդյունքներ չեն տալիս: Հավանական է, դա բացատրվում է հալապատված մետաղի բարձր փխրունությամբ, որի հետևանքով հալապատված շերտը աշխատանքի ընթացքում շուտ փշրվում է:

§ 3. Թեվեր

Գուծանների թևերի աշխատանքի ծանր պայմանները՝ անընդհատ շփումը հողի հետ, մեծ ծանր դեֆորմացիաների և այդ պատճառով ուժեղ տատանումների առաջացման հնարավորությունները որոշակի պահանջներ են ներկայացնում թևերի պատրաստման համար կիրառվող նյութերի և նրանց չերմալին մշակման պրոցեսների նկատմամբ:

Թևը պետք է լինի մաշակալուն, ամուր: Հողի կպչելուց խուսափելու համար նրա աշխատող մակերևույթը պետք է լինի ողորկված:

Այս պայմաններն առավել չափով բավարարվում են այն դեպքում, երբ թևը պատրաստվում է փափուկ պողպատից և հետագայում ենթարկվում է ցեմենտայնացման, կամ երբ նա պատրաստվում է եռաշերտ պողպատից:

Ներկայումս թևերի պատրաստման նշված երկու եղանակներն էլ ամենուրեք կիրառվում են:

Համաձայն ГОСТ 41—50-ի ցեմենտայնացվող թևերի համար կիրառվում է МСт.2 պողպատը, որոշ դեպքերում նաև պողպատ 15-ը:

Թևի աշխատող մակերևույթի համար ցեմենտայնաց-

* Մետաղանյութի տաքացման այս մեթոդի էությունը շարադրված է 77 էջում:

ման շերտի խորությունը պետք է լինի թեև հաստություն 220/10-ից ավելի: Նույնը կարելի է ասել նաև եռաշերտ պողպատից պատրաստված թեև վերին կարծր շերտի վերաբերյալ: Մյուս կողմից, թեև միջուկի փափուկ շերտի մեծությունը չպետք է լինի նրա հաստության 1/3-ից փոքր:

Թեև կարծրությունը (մակերևույթի վրա) ըստ Ռոկվելի C նշատախտակի, չպետք է լինի 50-ից ցածր:

Պետական ստանդարտով նախատեսված այս սահմանափակումները թեև մեխանիկական հատկությունների և ցեմենտացնված շերտի խորությունը նկատմամբ թեև աղբյուրում են այն տեխնոլոգիական միջոցառումները, որոնց իրականացմամբ դրանք պետք է ապահովվեն:

Ներկայումս գյուղատնտեսական մեքենաշինության բոլոր գործարաններում թեև կենթարկվում են ցեմենտացնված պինդ կարբոնիդատորում: Այսպես, Ռոստովի գյուղատնտեսական մեքենաշինության գործարանում թեև կենթարկվում են երկկողմանի ցեմենտացնված: Որպես կարբոնիդատոր օգտագործում են 90% փայտածուխի և 10% սոդայի խառնուրդը: Ցեմենտացնվող թեև վերը դասավորվում են հրակայուն պողպատից պատրաստված արկղերի մեջ, այնպես որ երկու, մեկը մյուսին հաջորդող թեև միջև եղած տարածությունը հավասար լինի 5 մմ-ի: Ցեմենտացնված արկղերը, կրակահատ կալով շրջածելիլուց հետո, տեղավորում են վառարանում և տաքացնում մինչև 950—1000° C, 14 ժամվա ընթացքում: Այսպիսի սեփմով մշակելուց հետո ստացվում է 1,5—1,6 մմ խորությամբ ցեմենտացնված շերտ:

Ցեմենտացնված թեև կենթապատրաստված քներին պահանջվող ձևավորումը տալու համար նրանց կենթարկվում են դրոշմման ֆրիկցիոն մամլիչի վրա և հենց դրոշմման շերտաստիճանից էլ միանգամից մխում ջրում: Մխված թեև կենթապատրաստված շերտ չեն կենթարկվում, այլ ջրից հանելով, երբ շերտաստիճանը 150—200° է, ինքնամիամեղմվում են: Դա նպաստում է մխումից առաջացած ներքին լարումների նվազեցմանը:

Պինդ կարբոնիդատորում ցեմենտացնվումը, պարզ պրոցես լինելով հանդերձ, ունի և մի շարք էական թերություններ: Ինչպես արդեն հայտնի է, աղբյուրների ընթացքում բավական բարդ է կարգավորել ցեմենտացնվող շերտում ածխածնի պարունակությունը: Բացի այդ, ցեմենտացնված արկղերը տաքացնելու,

ինչպես նաև դրոշմման և մխման համար տաքացում կատարելու վրա շատ ժամանակ է ծախսվում:

Ի նկատի ունենալով այդ և ուրիշ թերությունները, փորձեր են կատարվել թեև կենթապատրաստված հատկություններ ստանալ զազային ցեմենտացնված միջոցով:

Անհատական մխում պահանջող այնպիսի խոշոր դետալները, ինչպիսիք են թեև կարբոնիդատորում է ցեմենտացնված անդհատ գործողության վառարաններում, որտեղ հնարավոր է դրոշմումը և մխումը կատարել մեկ տաքացումից, որը զգալի չափով կրճատում է անարդյունավետ ծախսերը, շնորհիվ տեխնոլոգիական ցիկլի ընդհանուր կրճատման:

Հետազոտությունների և աշխատանքի փորձերը ցույց են տվել, որ պինդ կարբոնիդատորում ցեմենտացնված տեխնոլոգիական պրոցեսի անկատար լինելու պատճառով, չեն ապահովվում միասեռ հատկությունների ստացումը նույնիսկ մեկ թեև համար: Այդ է պատճառներից մեկը, որ ներկայումս ցեմենտացնված թեև կենթապատրաստված են եռաշերտ պողպատից պատրաստված թեև կարբոնիդատորում են եռաշերտ պողպատի վերին շերտերը պատրաստվում են կարծր, 60 մարկայի պողպատից, իսկ ներքին շերտը՝ փափուկ МСТ.2 պողպատից:

Եռաշերտ պողպատից պատրաստված թեև կենթապատրաստված թեև կարբոնիդատորում են կարծր, 60 մարկայի պողպատից, իսկ ներքին շերտը՝ փափուկ МСТ.2 պողպատից:

Եռաշերտ պողպատից պատրաստված թեև կենթապատրաստված թեև կարբոնիդատորում են կարծր, 60 մարկայի պողպատից, իսկ ներքին շերտը՝ փափուկ МСТ.2 պողպատից:

§ 4. ՀԱՂԻ ՄՇԱԿՄԱՆ ԵՎ ՑԱՆՔԻ ՄԵՔԵՆԱՆԵՐԻ ՍԿԱՎԱՌԱԿՆԵՐԸ

Գուծանների, երեսվարիչների և ցաքանների սկավառակները նույնպես աշխատում են չափազանց ծանր պայմաններում: Աշխատանքի ընթացքում նրանք հանդիպում են ատրեր խոչընդոտների, որոնց պատճառով նրանց կտրող եզրերը կենթարկվում են ուժեղ մաշման: Ուստի, բացի բարձր մաշակայունությունից, սկավառակների կտրող եզրերը պետք է դրսևորեն բարձր կալունություն տրորման ու փշրման նկատմամբ: Միևնույն ժամանակ, կտրվածքներն ու մնացորդային դեֆորմացիաները կանխելու համար, սկավառակները պետք է ունենան բարձր ամրություն և տուածգակահություն:

Դրանով է բացատրվում այն, որ սկավառակները պատրաստվում են զսպանակային 65Г և 70Г պողպատներից:

Աղյուսակ 16-ում բերված է 65Г պողպատի քիմիական բաղադրությունը:

Աղյուսակ 16

Քիմիական բաղադրությունը % %-ով						
C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni
			Ոչ ավելի			
0,2—0,7	0,9—1,2	0,17—0,37	0,045	0,04	0,3	0,3

Սկավառակները ենթարկվում են միմյան մինչև $H_B=321-415$, ВИСХОМ-ում տարված հետազոտություններից պարզված է, որ սկավառակների հաճախ կոտրումների պատճառը նրանց թուլատրելի սահմանից ավելի մեծ կարծրությունն է ($H_B=500-550$)։ Ուրեմն, սկավառակների ջերմային մշակումը պետք է կատարել ախպես, որ կարծրությունը ըստ Բրինելի չլինի 415-ից ավելի։

Այդ պահանջը բավարարվում է միմյան և բարձր միսամեղմման միջոցով:

Միում կատարելու համար սկավառակները տեղափոխվում են վառարանում (այդ նպատակի համար Հոկտեմբերյան ռեոլյուցիայի անվան գործարանում օգտագործվում են էլեկտրական վառարան, իսկ Ռոստովի գյուղմեքենաշինության գործարանում՝ գազային, պտտվող հատակով շրջադարձային վառարան) և միմյան համար անհրաժեշտ ջերմաստիճանի տակ որոշ ժամանակ պահելուց հետո նրանց խորասուզում են լուղային վաննայի մեջ և ալնտեղ սառեցնում: Միումից հետո նույն տիպի վառարաններում կատարվում է միսամեղմման պրոցեսը: Հոկտեմբերյան ռեոլյուցիայի անվան գործարանում այն կատարվում է $560-570^\circ$ -ում, Ռոստովի գործարանում՝ $350-370^\circ$ -ում:

Հարթ սկավառակների ջերմային մշակման ընթացքում տեղի են ունենում դետալների զգալի ծռումներ, գոգավորումներ, որոնցից ազատվելու ամենից հարմար և արդյունավետ միջոցն է միսամեղմման և ուղղման օպերացիաների համատեղումը: Դա կատար-

վում է հատուկ հարմարանքում սկավառակների սեղմումով միսամեղմման համար տաքացման ժամանակ:

Վերջերս, հաշվի առնելով տեխնոլոգիական նպատակահարմարությունը, սկավառակները պատրաստվում են նաև 35Г2 պողպատից, որն ավելի հեշտ է ենթարկվում միսամեղմման մշակման, իսկ միսամեղմից հետո հիշտությունը ուղղվում է:

Պետք է նշել նաև, որ շարքացանների հարթ սկավառակները աշխատում են շատ ավելի թեթև պայմաններում, ուստի ջերմային մշակման չեն ենթարկվում:

§ 5. ԿՈՒԼՏԻՎԱՏՈՐՆԵՐԻ ԹԱԹԻԿՆԵՐԸ ԵՎ ԿԱՆԳՆԱԿՆԵՐԸ

Կուլտիվատորների թաթիկները ևս պատրաստվում են 65Г և 70Г պողպատներից, թեև թույլատրվում է նաև այլ պողպատների օգտագործումը, եթե ապահովվում է 65Г և 70Г պողպատներին համապատասխանող ամրությունը և կարծրությունը:

Թաթիկների կտրող կողերը և սուր ծայրերը ենթարկվում են միմյան և միսամեղմման մինչև $H_B=352-495$: Թաթիկների մյուս մասերում թուլատրվում է մինչև $H_B=352$ կարծրություն:

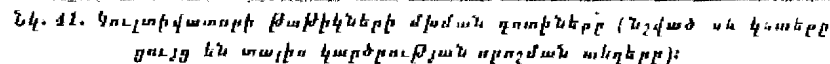
Նկ. 41-ում ցույց է տրված կուլտիվատորների թաթիկների միմյան գոտիները կարծրության որոշման կետերի նշումով:

Թաթիկների տաքացումը միմյան համար կատարվում է աղալին վաննալում: Գործարաններից մեկում այդ նպատակի համար կիրառվում է վաննա, որը կազմված է $220/0$ կերակրի աղից և $780/0$ քլորային բարիումից: Տաքացումը կատարվում է մինչև $820-830^\circ$:

Կտրող եզրերին օքսիդների կաշումը և նրանց ածխածնազրկումը կանխելու համար աշխատանքի ընթացքում վաննան սիստեմատիկաբար թթվատվում է $1,0-1,50/0$ (վաննայի լուծույթի կշռից) դեղին արլան աղով: Տաքացումից հետո թաթիկները միմյան են $40-50^\circ$ -ի իլիկային կամ մեքենայական լուղի մեջ:

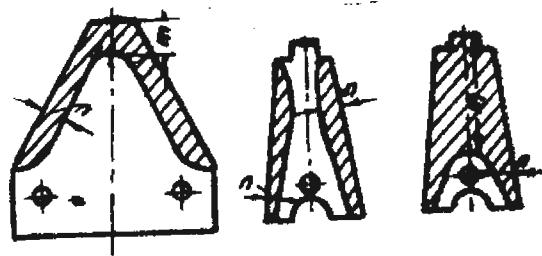
Միված թաթիկների միսամեղմումը ($150-200$ հատ միսամեղմմանակ) կատարվում է միսամեղմման էլեկտրական վառարանում $300-380^\circ$ -ի պայմաններում 1 ժամվա ընթացքում:

Միսամեղմումից հետո աղերի մնացորդները մակերեսից հեռացնելու համար, դետալները լվացվում են $8-100/0$ -անոց հիմնային լուծույթում, մաքրվում են ավազաշիթային ապարատում և շտկվում են ծռումներից: Կուլտիվատորների թաթիկների ջերմային



Սեդրակյանների և պահանջների պահանջով ողջ չափերով միմյան

դոտիներ ստանալու համար գլուղատնտեսական մեքենաշինության գործարաններում դրանք ենթարկվում են մակերեսային տեղային միմյան բարձր հաճախականության հոսանքներով տաքացնելու միջոցով: Ջերմային մշակման են ենթարկվում արդեն հղկված սրված սեղմենները: Դետալների տաքացումը կատարվում է մըխման գոտուն համապատասխան ձև ունեցող ինդուկտորում, որը սնվում է էլեկտրական էներգիայով լամպային բարձր հաճախականության զեններատորից: Մինչև միմյան համար պահանջվող ջերմատիճանը տաքացված սեղմենները և պահանգները հետագայում սառեցվում են մեքենայական լուղի մեջ: Ջրի մեջ սառեցնելիս դետալները ենթարկվում են ծռման և նրանց մեջ կարող են առաջանալ ճեղքեր: Այդ պատճառով խորհուրդ չի արվում մխում կատարել ջրում:



Նկ. 42. Սեղմենների և պահանգների միմյան դոտիները:

Յուղային վաննայում մխելուց հետո սեղմենները և պահանգները սկզբից լվացվում են կաուստիկ սոդայի լուծույթի մեջ, ալյուրհետև՝ տաք ջրում:

Մխումից հետո սեղմենները և պահանգները ենթարկվում են միամեղմման, սովորաբար՝ հորանային միամեղմման էլեկտրական վառարաններում:

Սեղմենների աշխատանքի հարատևելիությունը բարձրացնելու նպատակով վերջերս փորձեր են կատարված նրանց ցիանացման, քրոմապատման և էլեկտրական մշակման ենթարկելու ուղղությամբ, սակայն այդ մեթոդների կիրառումից շոշափելի արդյունքներ չեն ստացվել, որը կարելի է բացատրել նշված տեխնոլոգիական պրոցեսների ոչ լրիվ մշակմամբ նման տիպի դետալները համար:

§ 7. ԿՏՐՈՂ ԱՊԱՐԱՏԻ ԴԱՆԱԿՆԵՐ, ՄԱՏՆԱՇԱՐԱՅԻՆ ՀԵԾԱՆՆԵՐ, ՇՓՄԱՆ ԹԻԹԵՂԻԿՆԵՐ, ԴԱՆԱԿԻ ՍԵՂՄԻՋՆԵՐ ԵՎ ՄԱՏՆԵՐ

Պետական ստանդարտը հանձնարարում է կորոդ ապարատի դանակի համար օգտագործել 35 տեսականիչի պողպատը: Պահանջվող չափերը ստանալու համար շերտաձև պողպատը ենթարկվում է չափաբեմման քարշման (волочение) միջոցով: Այդ դեպքում էլ չափով աճում են պողպատի ամրության և հոսունության սահմանները, սակայն խիստ կերպով ընկնում են նրա հարաբերական երկարացումը և հարվածային ճլուխունը: Չափաբեմմած պողպատից պատրաստված դանակների համար բավարար կարելի է համարել $7-8^{\circ}/_{10}$ հարաբերական երկարացումը: Կորոդ ապարատի դանակը միմյան չի ենթարկվում:

Յուրահար մեքենաների, հնձիչ-խրձակապերի, քրտնահանների մատնաշարային հեծանները ըստ ГОСТ 3294—53-ի պատրաստվում են հատուկ պրոֆիլի պողպատներից:

Մատնաշարային հեծանները պատրաստվում են СТ.6 պողպատից (ափելի լավ է կիրառել МСТ.6 պողպատը) և ենթարկվում են միմյան ու միամեղմման մինչև $H_B=230-320$: Մատնաշարային հեծանի մխումը նրա մեծ չափերի և ծռումների ենթարկման հնարավորության պատճառով մեծ զգվարությունների հետ է կապված, ի նկատի ունենալով հատկապես այն, որ սառեցումը կատարվում է ջրում:

Առանց միմյան ենթարկելու ափելի ամուր պողպատների (45Г2, 50Г և այլն) օգտագործումը հնարավոր չէ նյութի հաստությունը քառակուսաձև անցք բացելու անհրաժեշտության պատճառով:

Շփման թիթեղիկները, ինչպես հայտնի է, դանակների համար ուղղորդիչներ են հանդիսանում: Աշխատանքի ընթացքում նրանց վրայով սահում են կորոդ ապարատի դանակը և սեղմենտի թիկունքային մասը (խոտհարներում) կամ միայն սեղմենտի թիկունքային մասը (հնձիչ-խրձակապերում): Չնայած նրան, որ կորոդ ապարատի դանակը և սեղմենտի թիկունքային մասը միմյան չեն ենթարկվում, այնուամենայնիվ շփվող դետալների նվազագույն մաշվածք ստացվում է այն դեպքում, երբ շփման թիթեղիկները բարձր կարծրությամբ են մխվում: Այս կապակցությամբ ГОСТ 3497—49-ը հանձնարարում է խոտհարների շփման թիթեղիկները

պատրաստել Մ9 պողպատից և միմյան հենթարկել շփման պայմանում աշխատող մասը մինչև $H_{RC}=48-58$: Չմխված գոտիում նյութի կարծրությունը $H_{RC}=35$ -ից ավելի չպետք է լինի:

Հնձիչ-խրձակապերի շփման թիթեղիկները, որոնք իրենցից ներկայացնում են Մ9 պողպատից պատրաստված 0,7 մմ հաստությամբ ժապավեններ, միմյան չեն հենթարկվում, քանի որ աշխատանքի ընթացքում թույլ են մաշվում:

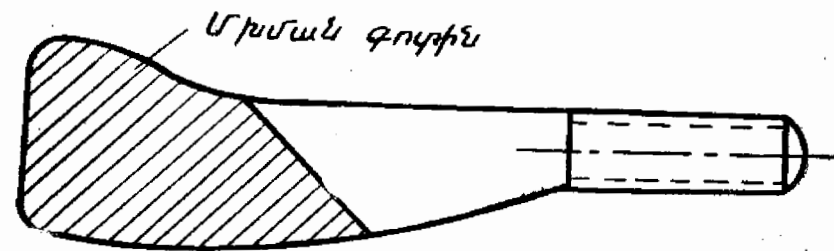
Դանակի սեղմիչների և մատների նյութից պահանջվում է զգալի պլաստիկություն, որովհետև մեքենայի հավաքման ընթացքում նրանք որոշակի սահմաններում պլաստիկական դեֆորմացիայի են ենթարկվում: Այս նկատառումով բոլոր հավաքող մեքենաների մատերը, ինչպես նաև խոտհարների և հնձիչների սեղմիչները պատրաստվում են КУ33—8, կամ ավելի մեծ ամրության կռելի չուգունից, իսկ կոմբայնների դանակների սեղմիչները՝ СТ-3 պողպատից: Մեքենաների շահագործման պրակտիկան ցույց է տալիս, որ կռելի չուգունից պատրաստված մատերը միանգամայն անաշխատունակ են, եթե չունեն ձուլման պրոցեսով պայմանավորված արտաներ (փշուկներ, նստվածքային փխրունություն) և եթե թրծաթողմանը կատարվել է ֆերիտային կռելի չուգունի ուժեղ ժիմով:

§ 8. ԿԱԼՍԻՉՆԵՐԻ ԹՄԲՈՒԿՆԵՐԻ ԱՏԱՄՆԵՐԸ

Կալսիչների թմբուկների ատամները պատրաստվում են МСТ.6 և 45 պողպատներից: Ենթարկվում են տեղային միմյան, ալյուճեան և միմյան դմման մինչև $H_B=450-500$: Ռոտատիվ գլուղմեքենաշինության գործարանում կոմբայնի կալսիչի թմբուկի ատամները ենթարկվում են ջերմային մշակման հետևյալ տեխնոլոգիական պրոցեսով:

Միմյան համար տաքացումը կատարվում է գոլային վառարանում 2,5—3 բուպ. ընթացքում, $1000-1020^\circ$ պայմաններում: Միումը կատարվում է ջրում: Միումից հետո կարծրությունը ստացվում է՝ $H_B=500$ և ավելի: Ատամներում ճաքերի առաջացումից խուսափելու համար միումից հետո անմիջապես կատարվում է միամեղմում $420-460^\circ$ պայմաններում: Միմյան գոտիում կարծրությունը լինում է վերը նշված սահմաններում, իսկ չմխված գոտիում՝ $H_B \leq 229$:

Նկ. 43-ում ցույց է արված կալսիչի թմբուկի ատամի միմյան գոտին:



Նկ. 43. Կալսիչի թմբուկի ատամի միմյան գոտին:

§ 9. ԱՏԱՄՆԱՆԻՎՆԵՐԻ ՊԱՏՐԱՍՏՄԱՆ ՀԱՄԱՐ ԿԻՐԱՌՎՈՂ ՆՅՈՒԹԵՐԸ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ԶԵՐՄԱՅԻՆ ՄՇԱԿՈՒՄԸ

Տարբեր գլուղատեսակական մեքենաների ատամնանիվները, կախված աշխատանքի պայմաններից, կարող են պատրաստվել գորշ ու կռելի չուգուններից և պողպատից:

Գորշ չուգունը (սովորաբար СЧ15—32 և СЧ18—36) կիրառվում է ալյուճի ատամնանիվներ պատրաստելու համար, որոնք աշխատում են համեմատաբար թեթև պայմաններում, ուժեղ մաշման չեն ենթարկվում և որոնց ատամները, ուստի, կարիք չի լինում ենթարկել մեխանիկական մշակման: Չնայած դրան, ալյուճի ատամնանիվների մաշակայունությունը ևս ներկայացվում են որոշակի պահանջներ: Նկատված է, որ ատամնանիվի մաշակայունությունը զգալի չափով բնկնում է, եթե ատամներում չուգունն ունենում է առավելագույն ֆերիտա-գրաֆիտային ստրուկտուրա: Նման ստրուկտուրա կարող է ստացվել անբավարար քիմիական բաղադրության չուգունից՝ ոչ նպաստավոր կոնստրուկտիվ ձևավորում ունեցող ատամնանիվներ ձուլելիս:

Ֆերիտա-գրաֆիտային ստրուկտուրայի առաջացումը կանխելու, ինչպես նաև ատամնանիվի մաշակայունությունը բարձրացման ռազիկալ միջոց կարելի է համարել ատամնանիվի պատրաստումը մոդիֆիկացված չուգունից:

Ատամնանիվի մաշակալուսթյունը կարելի է բարձրացնել նաև ջերմային մշակման միջոցով, ենթարկելով այն միմյան և միմյան հոմանիսի միջև $H_B=321 \div 415$, Իզոթերմիկ միմյան ժամանակ կարելի է թույլ տալ ավելի ցածր կարծրություն՝ մինչև $H_B=280$:

Ատամնանիվը ջերմային մշակման ենթարկելիս պետք է նկատի ունենալ, որ ատամնանիվի անցքը որոշ սահմաններում մեծանում է: Ենթակվում Ռոստովի գլուղմեքենաշինության գործարանի փորձից, կարելի է նշել, որ 25—38 մմ տրամագիծ ունեցող անցքով ատամնանիվները ջերմային մշակման ենթարկելուց հետո, անցքի տրամագիծը մեծանում է 0,06—0,14 մմ-ով, որը ջերմային մշակման ընդունված ռեժիմը հաստատ պահպանելու դեպքում կարելի է հաշվի առնել մեխանիկական մշակման համար թողնվող թողարկի մեծությունը:

Չափերի փոփոխումը գործնականորեն ընդգրկվում է C_4 տեղակայմամբ թույլատրելի սահմաններում: Ատամնանիվների պատրաստման համար երբեմն կիրառվում է $K433-8$ կռելի չուգունը, հատկապես այն դեպքերում, երբ ատամնանիվի դինամիկական ամրության նկատմամբ ներկայացվում են ավելի բարձր պահանջներ:

Կռելի չուգունից պատրաստված ատամնանիվների մաշակալուսթյունը կարելի է նույնպես բարձրացնել ջերմային մշակման միջոցով, ինչպես օրինակ, նորմալացման միջոցով կամ գրաֆիտացման երկրորդ ստադիան չափարտված պեռլիտային չուգունի կիրառմամբ:

Սակայն պետք է հիշել, որ կռելի չուգունից ատամնանիվների պատրաստման տեխնոլոգիական ցիկլը բավական երկար է և բարդ, այդ տեսակետից բարձրորակ ատամնանիվներ պատրաստելու այս եղանակը հեռանկարային համարել չի կարելի: Վերջին շրջանում տարված հետազոտությունները ցույց են տվել գերամուր չուգունի մեծ առավելությունները կռելի չուգունի նկատմամբ, հետևաբար և նրանից ատամնանիվներ պատրաստելու առավելությունները: Առավել ծանր, մեծ արագությունների, մեծ ճնշումների պայմաններում աշխատող ատամնանիվները պատրաստվում են պողպատից: Կախված աշխատանքի պայմաններից, ատամնանիվների պատրաստման համար կիրառվում են 1) $MCr2$, 15 և 20 պողպատները հետագա ցեմենտացումով և 2) պողպատ 45-ը հետագա միմյանով:

Երկար ժամանակ համարում էին, որ ատամնանիվների ատամները, որոնք աշխատում են մաշի և միաժամանակ դինամիկական բեռնվածությունների պայմաններում, պետք է ունենան փափուկ միջուկ և կարծր ոչ պլաստիկ, բայց մաշակալուն մակերեսային շերտ: Սակայն աշխատանքի բազմամյա փորձը և տարված խոր հետազոտությունները ցույց են տվել, որ ատամնանիվների ատամների կոտրվածքները մեծ մասամբ առաջ են գալիս ատամների մակերեսային շերտի ամրության սահմանի և միջուկի հոսունության սահմանի թերի մեծությունների պատճառով:

Հաշվի առնելով այս հանգամանքը, ինչպես նաև այն, որ նորագույն կոնստրուկցիայի մեքենաներում ատամնանիվները աշխատում են ավելի ծանր պայմաններում և ունեն ավելի բարդ ձևեր, բացի վերը նշված պողպատների տեսակներից, արտադրության մեջ ատամնանիվներ պատրաստելու համար սկսել են գործադրել նաև ցեմենտացվող 20X և 18XГТ և չցեմենտացվող, բարելավվող (միում և բարձր միամեղմամբ) 40X չեգիրված պողպատները: Լեգիրված պողպատների կիրառումը հնարավորություն է տալիս միումը կատարել լուղի մեջ և նվազեցնել ջերմային մշակման ժամանակ առաջացող գոգավորումներն ու չափերի խախտումները, ինչպես նաև ստանալ միավելիություն պահանջվող խորությունը:

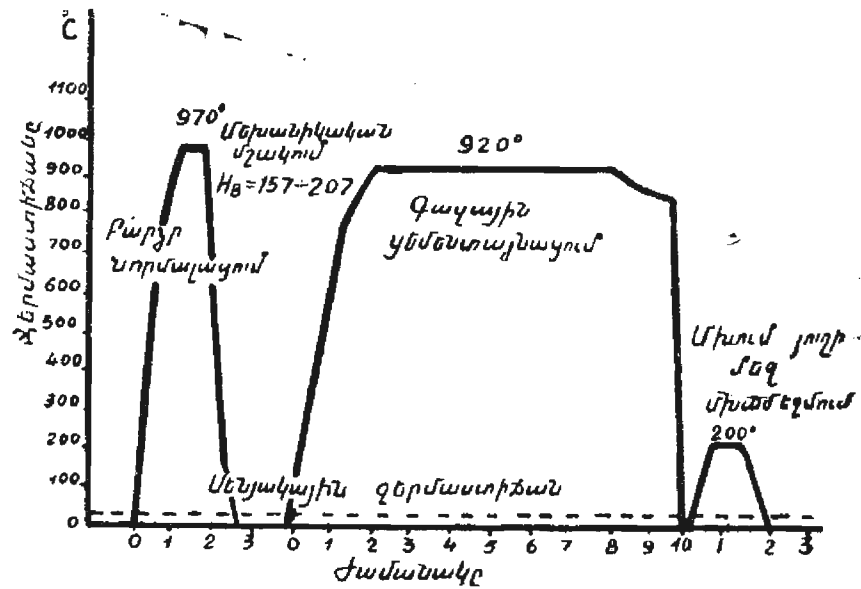
Մակերեսային շերտի և միջուկի պահանջվող հատկությունները պահպանելու համար ցեմենտացման ենթարկվող ատամնանիվները պետք է ունենան որոշակի բաղադրություն և ստրուկտուրա: Այսպես, օպտիմալ կարելի է համարել ածխածնի 0,8—1% պարունակությունը ցեմենտացված շերտում: Մակերեսային շերտում ածխածնի ավելի մեծ քանակության դեպքում հնարավոր է կարճիդային ցանցի առաջացումը, որն իջեցնում է այդ շերտի ամրության սահմանը:

Ցեմենտացված ատամնանիվի կարծրությունը կախված է կիրառվող պողպատի որակից:

Աղյուսակ 17-ում բերված են ցեմենտացված ատամնանիվների կարծրության ցուցիչները՝ կախված պողպատի որակից:

Տարբեր պողպատներից պատրաստված ցեմենտայնացված առամնանիվների կարծրությունը

Պողպատի տեսակը	Առամների մակերեսի կարծրությունը՝ H_{RC}	Առամների միջուկի կարծրությունը՝ H_{RC}	Կարծրությունը շինքների վրա՝ H_{RC}
MCr. 2, 15	54—60	—	Ոչ ավելի 32-ից
20X	55—62	15—25	» » 32-ից
18XГТ	56—63	30—45	» » 32-ից



Նկ. 44. 18XГТ պողպատից պատրաստված առամնանիվի ջերմային մշակման սխեման:

Ցեմենտայնացված առամնանիվների միկրոստրուկտուրայի նկատմամբ ներկայացվող պահանջները հանգեցնում են նրան, որ մակերեսային շերտում առևտնիտի և կարբիդների քանակը պետք է քիչ լինի, իսկ միջին մասում, հատկապես 18XГТ պողպատից

պատրաստվող առամնանիվներում, չպետք է լինի ստրուկտուրային ազատ ֆերիտ:

Նկ. 44-ում բերված է 18XГТ պողպատից պատրաստված առամնանիվի ջերմային մշակման սխեման:

18XГТ պողպատից պատրաստված նախապատրաստված քի մշակվելիովությունը բարելավելու նպատակով նա ենթարկվում է նորմալացման 970°-ում, մինչև $H_B=207-170$ ։ Այսպիսի ջերմամշակումից հետո ստրուկտուրայում ստացվում է ֆերիտ և որոշ քանակությամբ շերտավոր պեռլիտ:

Մեխանիկական մշակումից հետո առամնանիվը ենթարկվում է գալալիս ցեմենտայնացման (հնարավոր է նաև պինդ կարբիդներից առանց ցեմենտայնացում) 920°-ում, 8 ժամվա ընթացքում, տնուկետե փոքր սառեցումից հետո անմիջապես միավում է լուղի մեջ և ենթարկվում միամեջման 210°-ում, 60 րոպ. ընթացքում: Ջերմամշակումից հետո մակերեսում ստացվում է բարձր ածխածնային մարտենսիտի շերտ 1—1,5 մմ հաստությամբ, $H_{RC}=56-63$ կարծրությամբ, իսկ միջուկում՝ ցածր ածխածնային մածուցիկ մարտենսիտ $H_{RC}=35-45$ կարծրությամբ:

Ինչպես վերը նշվեց, 45 և 40X պողպատներից պատրաստվող առամնանիվները ենթարկվում են միմյան ամբողջությամբ կամ մասնակիորեն: Փորձերը ցույց են տվել, որ տեղային միմյան ղեպքում առամնանիվների աշխատանքի հարատևելիությունը ավելի մեծ է լինում:

Միավոր պողպատից պատրաստվող առամնանիվների կարծրությունը հասնում է $H_{RC}=45-53$ -ի:

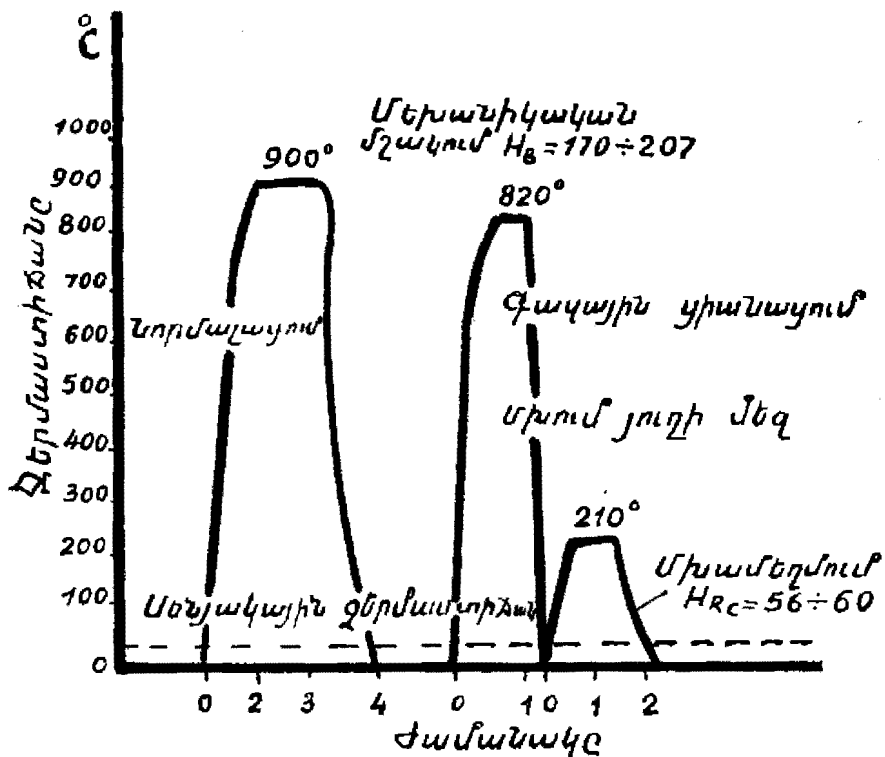
Նկ. 45-ում բերված է 40X պողպատից պատրաստված առամնանիվի ջերմային մշակման սխեման:

40X պողպատից առամնանիվի նախապատրաստված քի մշակվելիովությունը բարելավելու նպատակով ալն ենթարկվում է նորմալացման 900°-ում: Նորմալացումից հետո ստրուկտուրայում ստացվում է խոշոր շերտավոր պեռլիտ և ֆերիտ: Նյութի կարծրությունը այդ ղեպքում $H_B=207-170$:

Մեխանիկական մշակումից հետո 40X պողպատից պատրաստված առամնանիվը մեծ մասամբ ենթարկվում է ցիանացման 820°-ի տակ, և հետո միավում է լուղի մեջ և միամեջվում, մինչև որ կարծրությունը հասնի $H_{RC}=55-60$:

Ինչպես 18XГТ պողպատից, այնպես էլ 40X պողպատից պատ-

բաաստված ատամնանիվները ստուգվում են ճեղքերի բացակայությամբ և խփումների ընդունելի մեծությունները ապահովելու համար:



Նկ. 45. 40X պողպատից պատրաստված ատամնանիվի ջերմային մշակման սխեման:

Ամրության սահմանը և հարատևությունը բարձրացնելու, ինչպես նաև մետաղայրույքից մաքրելու համար, ատամնանիվները ենթարկվում են կտորակաշիթային մշակման:

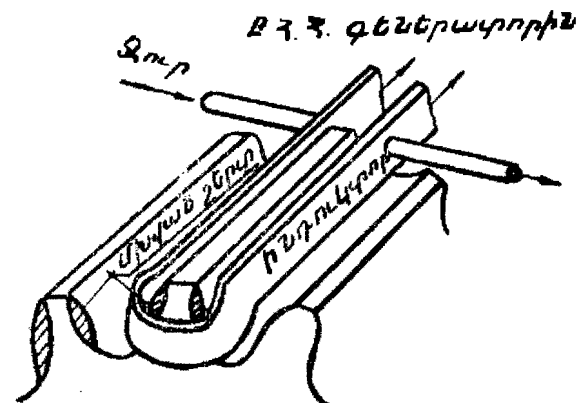
Վերջին ժամանակաշրջանում գործնական նշանակություն է ստացել 45 պողպատից պատրաստվող ատամնանիվների ջերմային մշակումը բարձր հաճախականության հոսանքներով առաջացնելու միջոցով:

Մակերեսային միման ալս եղանակը կիրառելիս ատամների մակերեսային շերտում ստացվում է $H_{RC} = 50 - 58$ կարծրություն:

Կարելի է հանձնարարել միաված շերտի խորութիւն հետևյալ մեծությունները՝ կախված ատամի մոդուլից՝

Միման խորութիւնը	Մոդուլը
0,3—0,5	1,5
0,4—0,6	2
0,5—0,8	2,5
0,8—0,9	3
0,9—1,0	4
1—1,2	4,5
1,4—1,6	5

Նկ. 46-ում ցույց է արված ատամնանիվի ատամի մակերեսային միման սխեման:



Նկ. 46. Ատամնանիվի ատամի բարձր հաճախականության հոսանքներով միման սխեման:

§ 10. ԼԻՍԵՌՆԵՐ ԵՎ ՍՈՆԻՆԵՐ

Գլուղատնտեսական մեքենաների լիսեռների և սոնինների մեծ մասը պատրաստվում է քարշված СТ.5 և СТ.6 պողպատներից,

որոշ դեպքերում, ծանրաբեռնվածությունը փոքր լինելիս՝ նաև ՀԵ.3 պողպատից։ Քարշված պողպատի օգտագործումը հնարավորություն է ստեղծում շատ դեպքերում խուսափել մեխանիկական մշակման անհրաժեշտությունից և գզալի չափով բարձրացնել լիսենների և առնինների ստատիկական և դինամիկական ամրությունը։ Առանց ջերմային մշակման լիսենների և առնինների ամրության բարձրացման անհրաժեշտության դեպքում նրանց պատրաստման համար կարելի է օգտագործել 50, 45Г2 և 50Г պողպատները։ Վերջին երկուսը, նույնիսկ մատակարարման վիճակում (առանց քարշման և ջերմային մշակման), ունեն մեխանիկական հասկությունների լայնպիսի ցուցիչներ, որոնք կարող են առաջադրվել մեծ բեռնվածություն կրող և մեծ զարարիտային չափեր ունեցող լիսեններ և առնիններ պատրաստելու համար։

Գյուղատնտեսական մեքենաների ալն լիսեոնները և սոնինները, որոնք մեծ դինամիկական բեռնվածություններ են կրում, ենթարկվում են ջերմալին մշտական: Բարդ ձևավորումով և մեծ զառարկատալին չափերով լիսեոններ և սոնիններ պատրաստվում են լուղի մեջ միմյան ենթարկվող 40X, 45Г2 և 50Г պողպատներից:

Ավելի պարզ ձևի լիակտ կամ սոնի պատրաստելու համար օդաապօրժվում է 45 պողպատը (կարելի է փոխարինել МСТ.6 պողպատով) որը, ինչպես հալանի է, մխվում է ջրի մեջ: Պետք է նաև հիշել, որ ածխածնային պողպատը նպատակահարմար է օդաապօրժել ալնպիսի դեպքերում, երբ լիսեռի հատվածքը մեծ չէ, քանի որ այս պողպատի մխվելիությունը (մխված շերտի թափանցման մեծությունը) ևս մեծ չէ:

Լիսեոսների և սոփիաների ջերմալիկն մշակման պրոցեսները և ռեփիններն ընտրելիս պետք է հաշվի առնել մաշակալուստ/թյան նկատմամբ ներկայացվող պահանջները:

Այսպես, եթե լիոնի կամ սոնու մաշակայունությունը էական նշանակություն չունի դեռալի աշխատանքի համար, ապա ջերմային մշակումը տարվում է ոչ մեծ կարծրություն ստանալու ($H_{Rc} = 18-25$) ուղղությամբ: Դեռալի առանձին սեղամասերում մաշակայունությունը բարձրացնելու անհրաժեշտությունը դեպքում ալդամասերում (վրկիներ, շիցներ) կարծրությունը հասցվում է մինչև $H_{Rc} = 30-40$ կամ $38-45$:

Հիսեռների վզիկների, Խաբազ մաշվող շիցների մաշակալու-
նու թյունն ափելի բարձրացնելու համար կիրառվում է մակերեսա-

չին միում, ընդ որում միման շերտի խորությունը հաստատվում է,
կախված շահագործման ժամանակ թուլատրելի մաշի մեծություն-
ներից: Միված շերտի կարծրությունը այդ դեպքում հասնում է մին-
չև $H_{RC}=52-58$: Ծնկած սոսինների մոտ (օրինակ, գոթանների
սոսինները) երբեմն կարիք է լինում ուժեղացնել ավելի ծանրաբեռ-
նըված ծնկերը: Դա իրականացվում է տեղային միման միջոցով:
Պետք է նշել, որ ГОСТ 2089—52-ը լիսեռների և սոսի-
ների պատրաստման համար նախատեսնում է նաև 15, 35, HЛ2
պողպատների օգտագործման հնարավորությունը:

§ 11. ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ՄԵՔԵՆԱՆԵՐԻ ՎՈՐԱՆՆԵՐԸ

Վառանները, որոնք օգտագործվում են տարբեր գլուղատնտեսական մեքենաների շատ հանգույցներում, որպես անքանդովի սահքի առանցքակալներ, հիմնականում պատրաստվում են գորշ չուգունից, երբեմն էլ՝ բրոնզից:

Հոգուհից, երբեմն էլ՝ բրոնզից:
Չեղջերս ընդարձակ հետազոտություններ են տարվում բրոն-
զի և վառանները երկաթակերամիկական վտաններով լիտիարիները ուղ-
ղությամբ:

Հետազոտություններից պարզված է, որ դր2 չուգունից պատրաստված վռանների միկրոտարուկտուրայում նպատակահարմար է ունենալ մանրաշերտ պեռլիտ և բավական չափով միջին շերտավոր գրաֆիտ:

Հերտալոր գրաֆիտ:
Ֆերիտի առկալութիւնը իշեցնում է չուգունի կարծրութիւնը
և մաշակալունութիւնը, ալդ պատճառով էլ նրա քանակը չպետք
է լինի 10—15⁰/₁₀-ից ավելի: Գրաֆիտը մեծ նշանակութիւն ունի
շփովոյ մակերեսների լուղումն ապահովելու համար և ալդ տեսակե-
տից գրաֆիտի խոշոր մասնիկների մեծ քանակը գրական ազդե-
ցութիւն է թողնում վռանի աշխատանքի վրա, սակայն ալդ դեպ-
քում զգալի չափով ընկնում է նութի ամբութիւնը: Ֆոսֆորը,
ինչպես հայտնի է, չուգունի ստրուկտուրայում առաջ է բերում
ֆոսֆիդալին էվտեկտիկա: Վերջինս էլ լիսեոի վզիկի վրա կարող
է առաջացնել քերծվածքներ: Ալդ պատճառով հակաշփական
չուգունի ստրուկտուրայում չի թուլլաարվում ստրուկտուրալին
ազատ ցնմնտիտ:

Գորշ չուղունից պատրաստված վառեների աշխատանքի թույլ-

լատերի պայմանները կախված են ոչ միայն նյութի որակից, այլև շատ ուրիշ գործոններից:

Աղյուսակ 18-ում բերված է հակաշփական չուգունից պատրաստված վռաններում թուլատրելի տեսակարար ճնշումների (p) և դրանց համապատասխան այլ վռաններում պտտվող լիսեռների արագությունների (v) մեծությունները:

Աղյուսակ 18

p կգ/սմ ²	v մ/վրկ.
3.5	5
5	2.5
10	1.5
20	1
34	0.5
40	0.25

Աղյուսակ 18-ում բերված տվյալները ընդունելի կարելի է համարել հետևյալ պայմանների պահպանման դեպքում:

- 1) Հանգիստ, առանց հարվածների աշխատանք:
 - 2) Վռանների մակերեսները քերանված են, իսկ լիսեռների վզիկները հղկված: Շեղվածքները բացակայում են:
 - 3) Վռանի և լիսեռի վզիկի միջև բացակա 15 տոկոսով ավելի է, քան բրոնզյա վռանների կիրառման դեպքում (բրոնզյա վռաններ կիրառելիս նշված բացակա կազմում է լիսեռի նորմալ տրամագծի 0,003 մասը):
 - 4) Սահքի մակերևույթների և չուգունի ակոսների եզրերը կտրացված են՝ քերվածքների առաջացումից խուսափելու համար:
 - 5) Առանցքակալի չուգունը կատարվում է ստիպողականորեն և բավականաչափ քանակությամբ: Ցուղման ակոսները հանված են չծանրաբեռնված կողմում:
 - 6) Հանգույցը նախօրոք ենթարկված է զեղման:
- Նշված պայմանները գլուղատնտեսական մեքենաներում, ի հարկե, չեն կարող պահպանվել, ուստի և չուգունե վռանների համար թուլատրվում են տեսակարար ճնշման և արագության ավելի փոքր արժեքներ:

Այսպես, համաձայն ГОСТ 1986—48-ի, գլուղատնտեսական մեքենաների վռանների համար ընդունելի տեսակարար ճնշման մեծությունը $p=7-10$ կգ/սմ² սահքի արագության՝ $v=0,5$ մ/վրկ դեպքում, այսինքն $pv=3,5-5$ կգ/սմ². մ/վրկ:

Բերված նորմաները համապատասխանում են այն դեպքին, երբ գորշ չուգունից պատրաստված վռանը շփվում է չմիմած լիսեռի վզիկի հետ. դրանք կարելի է մեծացնել, եթե լիսեռի վզիկը կամ վռանը, կամ երկուսն էլ լինեն միաված: Այլ դեպքերի համար դեռ չեն հաստատված տեսակարար ճնշման և սահքի արագության թուլատրելի մեծությունները:

Ցարված լարորատորային փորձարկումները ցույց են տվել, որ պողպատ-չուգուն գույքի առանց չուղման աշխատանքի դեպքում, երբ չուգունը միաված չէ, կա տեսակարար ճնշման մի այնպիսի կրիտիկական մեծություն, որի պայմաններում տեղի է ունենում կատաստրոֆիկ մաշ: СЧ18—36, СЧ21—40 գորշ չուգունների և նույնիսկ МСЧ28—48 մոդիֆիկացված չուգունի համար այդ կրիտիկական ճնշումը կազմում է մոտավորապես 6 կգ/սմ², երբ չուգունը և պողպատը միաված չեն, և մոտավորապես 8 կգ/սմ², երբ պողպատը միաված է մինչև $H_{RC}=50$:

Չուգունի միումը ուսեղ կերպով բարձրացնում է թուլատրելի կրիտիկական բեռնվածության մեծությունը, հասցնելով 25 կգ/սմ²-ի, $v=0,5$ մ/վրկ. արագության դեպքում:

Փորձերից հաստատված է նաև, որ պողպատն ունենում է նվազագույն մաշ այն դեպքում, երբ ինքը միաված է, իսկ չուգունը ոչ: Չուգունի նվազագույն մաշ տեղի է ունենում այն դեպքում, երբ նա միաված է և շփվում է միաված պողպատի հետ: Գործնականորեն հաստատված է և համապատասխան նորմալներով նախատեսված է (նորմալ ВН513—48) վռանների միումը և միամեղմումը կատարել մինչև $H_B=321-415$ կարծրությունը, եթե տեսակարար ճնշումը մեծ է 2 կգ/սմ²-ից:

Կռելի չուգունից վռաններ թեկուզ և գլուղատնտեսական մեքենաներում չեն կիրառվում, սակայն գրականության տվյալներով դրանք պետք է գտնեն լայն կիրառություն, քանի որ գորշ չուգունից պատրաստված վռանների համեմատությամբ ունեն էական առավելություններ: Հասկանալի է, որ վռանների պատրաստման համար պետք է գործադրվի միայն պեռլիտային կռելի չուգունը, որը կարելի է ստանալ կամ ֆերիտային կռելի չուգունի լրացուցիչ

շերմային մշակմամբ, կամ էլ թրծաթողման ժամանակ գրաֆիտացման ստադիայի ոչ լրիվ ավարտմամբ:

Կոեկի չուգունից պատրաստված վաճառները մի շարք աչքի ընկնող առավելություններ ունեն գորշ չուգուններից պատրաստված վաճառների նկատմամբ: Այսպես, օրինակ, եթե կոեկի չուգունի ստրուկտուրայի $50-70\%$ -ը կազմում է պեպլիտը ($H_B=190-200$), ապա այդ չուգունից պատրաստված վաճառները թուլատրում են 60 կգ/սմ² տեսակարար ճնշում և 3 մ/վրկ տրագություն: Բացի այդ, պետք է հիշել, որ կոեկի չուգունից պատրաստված վաճառները ավելի լավ են աշխատում հարվածային բեռնվածությունների պայմաններում:

Շարագրածից հասկանալի է, որ պեպլիտային կոեկի չուգունը, ինչպես նաև վերջերս հայտնաբերված գնդաձև գրաֆիտով չուգունը, որը նույնպես տարբերվում է գորշ չուգունից ավելի բարձր ամրությունով և դինամիկական բեռնվածություններին լավ դիմադրելու հատկություններով, նպատակահարմար է կիրառել գյուղատնտեսական մեքենաների ալյումինի վաճառներ պատրաստելու համար, որոնք աշխատում են 2 կգ/սմ²-ից ավելի բարձր տեսակարար ճնշման պայմաններում:

Հաճախ գյուղատնտեսական մեքենաների վաճառները պատրաստվում են նաև բրոնզներից: Այդպես են վարվում այն դեպքերում, երբ տեսակարար ճնշումը և արագությունը դուրս են գալիս վերը նշված ГОСТ 1986—48-ի սահմաններից: Ավելի հաճախ վաճառների պատրաստման համար օգտագործվում է БрОЦ 6—6 3 բրոնզը և միայն առանձին դեպքերում՝ անագ չպարունակող բրոնզները:

Անագային բրոնզների դեֆիցիտությունը պահանջում է դրանց կիրառման խիստ սահմանափակում, և եթե ալյուրիդները չեն կարող փոխարինվել չուգունով, ապա պետք է փոխարինվեն անագ չպարունակող միահալվածքներով: Որպես օրինակ կարելի է նշել ցինկային ЦАМ10—5 միահալվածքը, որը պարունակում է՝ $9-11\%$ ալյումին, $4-6\%$ պղինձ և ֆոսֆոր ցինկ: Այս միահալվածքն ունի լավ ձուլային հատկություններ և, հետևաբար, վաճառներ պատրաստել հեշտությամբ հնարավոր է ձուլման միջոցով:

ЦАМ10—5 միահալվածքից պատրաստված վաճառները հաջողությամբ աշխատում են рv մինչև 100 կգ/սմ², մ/վրկ, արագությունը մինչև 7 մ/վրկ և տեսակարար ճնշումը մինչև 200 կգ/սմ² պայմաններում: Նույն պայմանների համար կարող են օգտագործ-

վել նաև ЛАЖ60—1—1—Л, ЛКС80—3—3 և ЛМ_u(58—2—2 արտյունները: Հատկապես ծանր պայմաններում աշխատող վաճառների համար կարելի է օգտագործել БРАЖ—9—4 և АЖМ_u10—3 1,5 բրոնզները:

Օգտագործելով փոշեմետալուրգիայի սկզբունքները, հնարավոր է պատրաստել տարբեր ծակոտկենություն ունեցող վաճառներ և առանցքակալներ: Այդպիսի վաճառներ պատրաստվում են երկաթի կամ պղնձի փոշիներից: Եթե կորոզիայի վտանգ չկա, ապա վաճառները պատրաստվում են երկաթի փոշու և $1-2\%$ գրաֆիտի խառնուրդից՝ մինչև $20-30\%$ ծակոտկենությամբ մամլելու և հոսկալելու միջոցով: Այնուհետև, վաճառները տոգորվում են լուղով: Ծակոտկեն բրոնզային առանցքակալները նույնպես պատրաստվում են տարբեր նյութերի խառնուրդից ($85,5\%$ պղնձից, 10% անագ, $1,5\%$ գրաֆիտ), մամլվում և հոսկալվում են մինչև $20-30\%$ ծակոտկենություն ստանալը և հետո՝ տոգորվում լուղով: Ծակոտկեն վաճառներ և առանցքակալները ունեն լավ հակաշփական հատկություններ: Դա բացատրվում է վաճառների ինքնալուղման հատկություններով: Ծակոտկենում հալաքված լուղը, նույնիսկ ընդհանուր լուղման դեպքում, որոշ ժամանակ լուղով կարող է սնել առանցքակալը: Սակայն ծակոտկենությամբ առանցքակալները ավելի թույլ են ամրության տեսակետից, քան ամբողջականները, ուստի և չեն կարող կիրառվել մեծ բեռնվածությունների պայմաններում:

Նշված հանգամանքները հաշվի պետք է առնվեն գյուղատնտեսական մեքենաների տարբեր հանգույցների համար սահքի առանցքակալներ նախագծելիս և պատրաստելիս:

§ 12. ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ՄԵՔԵՆԱՆԵՐԻ ՇԱՐԺԱԲԵՐ ՇՂԹԱՆԵՐԸ

Գյուղատնտեսական մեքենաներում կիրառվում են տարբեր նյութերից և տարբեր կառուցվածքի շղթաներ: Դրանք հետևյալներն են.

- 1) Կեռաշղթաներ ձուլված օղակներով;
- 2) Կեռաշղթաներ դրոշմած օղակներով;
- 3) Վռանա-հոլովակավոր շղթաներ:

Ձուլված օղակներով կեռաշղթաները պատրաստվում են КЧ—35—10 և КЧ—33—8 կոեկի չուգուններից՝ նրանց հետագա ջերմային մշակումով:

Օդակների կարծրությունը պետք է լինի՝ $H_B = 156 - 222$ սա՛հ, մասններում:

Ջերմային մշակումն ընդգրկում է թրծաթողումից ստացված ֆերիտային սորուկտուրայով օդակների նորմալացման պրոցեսը: Քանի որ օդակների մաշակալանությունը կախված է սորուկտուրայում ընդգրկված պեռլիտի քանակությունից՝ հալնքան ալիլի բարձր է, որքան շատ է պեռլիտի պարունակությունը, և հետևաբար որքան բարձր է կարծրությունը, ապա պետք է ձգտել օդակների կարծրությունը պահպանել վերին սահմանի մոտ: Նորմալացման միջոցով ալիլի բարձր կարծրություն ստանալը վտանգավոր է, որովհետև օդակները՝ դառնում են փխրուն և աշխատանքի ընթացքում կարող են կոտրվել:

Դրոշմած օդակներով կեռաշղթաների կիրառումը պայմանավորվում է այն առավելություններով, որոնք առհասարակ լուրահատուկ են դրոշմման միջոցով ստացված շինվածքներին: Այստեղ պետք է նշել, որոշմած օդակների հատկությունների ալիլի բարձր միասնությունը, նրանց թեթևությունը, փոքր արժեքը և ալի առավելությունները:

Դրոշմած օդակները պատրաստվում են 30° և 50° տեսակա՜նիշերի ժապավենային պողպատներից: Դրոշմումն ալիլի լավ և հեշտ կատարելու համար պողպատը ենթարկվում է թրծաթողման հատիկային պեռլիտ ստանալու նպատակով:

Դրոշմած օդակները ենթարկվում են ջերմային մշակման՝ միման և միամեղմման: Միամեղմումից հետո կարծրությունը պետք է լինի $H_{RC} = 38 - 45$ սահմաններում:

Վաճառ-հոլովակավոր շղթաները, համաձայն ГОСТ 2599 50-ի, օգտագործվում են այն դեպքում, երբ շղթայի քալը հավասար է 15,875, 19,05, 25,4, 38,0 և 41,3 մմ, ինչպես քեռնվածությունը համապատասխանաբար կազմում է՝ 1750, 2500, 5000, 3000 և 3500 կգ: Վաճառ-հոլովակավոր շղթաների դետալները պատրաստվում են հետևյալ պողպատներից (աղյուսակ № 19):

Դետալը	Գողպատի տեսակը
15,875 մմ քալով շղթայի թիթեղիկները	50 կամ У7
Այլ քալով շղթաների թիթեղիկները	45 > 40, 50
15,845 մմ քալով շղթայի գլանիկները	15 > 10, 20
Այլ քալերով շղթաների գլանիկները	45 > 10, 15, 20, 50
Վաճաճները և հոլովակները	15 > 10, 20 կամ Г18

Շղթաների դետալները ենթարկվում են ջերմային մշակման, որպեսզի ապահովեն հետևյալ կարծրությունները՝

Գլանիկները, վաճաճները և հոլովակները . . . $H_{RC} = 40 - 50$

Թիթեղիկները մինչև $H_{RC} = 40$

15,875 մմ քալով շղթայի թիթեղիկները . . մինչև $H_{RC} = 45$

10, 15 և 20 պողպատներից պատրաստվող դետալները ենթարկվում են ցեմենտացման:

Աղյուսակ 20-ում ցույց է տրվում այս շղթայի դետալների ցեմենտացման խորությունը:

Շղթաների դետալների ցեմենտացման խորությունը

Շղթայի քալը մմ-ով	Ցեմենտացման խորությունը՝ մմ-ով		
	վաճաճներ	հոլովակներ	գլանիկներ
15,875	$0,15 \div 0,35$	$0,2 \div 0,4$	$0,2 \div 0,6$
19,05	$0,2 \div 0,5$	$0,2 \div 0,6$	$0,4 \div 1$
25,4			$0,5 \div 1,2$
38			
41,3	$0,2 \div 0,6$		

Կորոզիայից խուսափելու համար շղթաների թիթեղիկները ենթարկվում են մղտագոլուման կտմ օքսիդապատման:

§ 13. ՇՂԹԱՅԱՎՈՐ ՓՈԼԱՆՅՈՒՄՆԵՐԻ ԱՍՏՂԱՆԻՎՆԵՐԸ

Կյուղաանտեսական մեքենաների շղթայավոր փոխանցումների աստղանիվները պատրաստվում են ինչպես գորշ չուգունից, ուն-պես էլ պողպատից: Դերակշռում են գորշ չուգունից ձուլված աստղանիվները: Պողպատե աստղանիվներ կիրառվում են մեծ բեռնըվածություն կրող փոխանցումներում:

Պետական ստանդարտներով ընդունված է (ГОСТ 1055—53), որ շարժաբեր շղթաների չմշակված առամներով աստղանիվները պետք է ձուլվեն ալյումինի գորշ չուգունից, որի հատկությունները СЧ15—32 չուգունից բարձր լինեն: Առամների մակերեսում կարծրությունը ըստ Բրինելի (НВ) պետք է լինի 170-ից ավելի:

Այն դեպքում, երբ աստղանիվը նախատեսված է 40 կգ-ից ավելի ճիգեր փոխանցելու համար և աստղանիվի պտույտների թիվը լուրաքանչյուր րոպեում 300-ից ավելի է, բացառությամբ ձգիչ աստղանիվի, մյուսները պետք է ենթարկվեն ամբողջական կամ տեղային ջերմային մշակման մինչև $H_B=321\div 429$:

Թույլատրվում է նաև աստղանիվների պատրաստումը МСЧ 24—48 մոդիֆիկացված և գնդաձև գրաֆիտով կարծրությամբ $H_B \gg 217$ գերամուր չուգուններից: Իզոթերմիկ միման ժամանակ աստղանիվի առամների կարծրությունը ընդունված է $H_B=295—429$ սահմաններում:

Չուգունից պատրաստված 30 մմ-ից ավելի մեծ քալով աստղանիվների համար ջերմային մշակումը որոշ դեպքերում փոխարինվում է առամների սպիտակացումով՝ 1,5 մմ-ից ավելի խորությամբ:

Աստղանիվի նորմալ աշխատանքի համար կարևոր նշանակություն ունի նրա առամների մեխանիկական հատկությունների միասնությունը: Այս կապակցությամբ պետք է ձգտել, որ տարբեր առամների կարծրությունների տարբերությունը $H_B=50$ -ից բարձր չլինի:

Պողպատե աստղանիվների պատրաստման համար կիրառվում են МСТ-2, 20 և 20Х աեսականիշերի ցեմենտացվող պողպատները, ինչպես նաև միավող МСТ-6, 45 և 40Х պողպատները:

Աստղանիվների ցեմենտացում կատարվում է ալն դեպքում, երբ ենելով որշատանքի պայմաններից պահանջվում է և բարձր մաշակայունություն և դինամիկական ամրություն:

Ցեմենտացման շերտի խորությունը նշանակվում է, հաշվի առնելով մաշի թուլատրելի մեծությունը: Այն, համեմատելիս, ատամի հաստության $\frac{1}{2}$ -ից ավելի չպետք է լինի:

Հասկանալի է, որ լեգիրված 20Х պողպատը պետք է կիրառել ծանր պայմաններում աշխատող և բարդ ձևավորում ունեցող աստղանիվների պատրաստման համար, քանի որ ալյուպիսի աստղանիվների միումը ջրում՝ կապված է ճեղքերի առաջացման վտանգի հետ:

20Х պողպատից պատրաստված և համապատասխան ջերմային մշակման ենթարկված աստղանիվի առամների մակերեսի կարծրությունը պետք է լինի $H_{RC}=55\div 62$ սահմաններում: Այն դեպքում, երբ աստղանիվը պատրաստվում է МСТ-2 և 20 պողպատներից, կարծրության մեծությունը կարող է ընդգրկվել $H_{RC}=54—60$ սահմաններում:

Միջին քանակությամբ ածխածին պարունակող պողպատներից (МСТ-6, 45 և 40Х) աստղանիվներ պատրաստելիս ջերմային մշակումը տարվում է ալնպես, որ $H_{RC}=48\div 53$: Այս դեպքում ևս լեգիրված 40Х պողպատը օգտագործվում է բարդ ձևավորման աստղանիվներ պատրաստելու համար, լուղի մեջ միում կատարելու նպատակով:

Վերջապես, աստղանիվները կարող են պատրաստվել պողպատի ձուլումով՝ հետագա ցեմենտացմամբ կամ միմամբ: Այդ դեպքում պետք է ընտրել՝ ցեմենտացվող աստղանիվների համար 15Л պողպատը և միավող աստղանիվների համար 35Л պողպատը:

Մանրթություն համար աղյուսակ 21-ում բերված են 15Л և 35Л պողպատների քիմիական բաղադրությունները, իսկ աղյուսակ 22-ում՝ նույն պողպատների մեխանիկական հատկությունների ցուցիչները:

Գողպատի տեսակը	Քիմիական կազմը՝ %-ով		
	C	Mn	Si
15Л	0,10—0,20	0,35—0,65	0,17—0,37
35Л	0,32—0,40	0,50—0,80	0,17—0,37

Գողպատի քիմիական	Հոսունությունը սահմանը ձգման դեպքում կգ/մմ²	Ամրության սահմանը ձգման դեպքում կգ/մմ²	Հարաբերական երկարացումը δ %	Հարաբերական նեղացումը ψ %	Հալման ճյուղի կգ/մմ²
15Л	20	40	24	35	5,0
35Л	28	50	15	25	3,5

Ձուլային պողպատների ավելի փոքր դինամիկական ամրության պատճառով կարծրության նորմաները դրանց համար կարող են լինել ավելի ցածր՝ ցեմենտացված աստղանիվների համար՝ $H_{RC}=45-55$ և մխվածների համար՝ $H_{RC}=40-48$:

§ 14. ԶՍՊԱՆԱԿՆԵՐ

Գլուղատեսակական մեքենաներում կիրառվող զսպանակները տարբեր պայմաններում են աշխատում: Որոշ դեպքերում նրանք կրում են ստատիկ դեֆորմացիաներ, որոշ դեպքերում էլ դառնում են դինամիկական բեռնվածությունների աղդեցության տակ: Այս հատկանիշներով գլուղատեսակական մեքենաների զսպանակները ստորաբաժանվում են երկու խմբի:

Երկու խմբի զսպանակներն էլ, երբ լարի տրամագիծը ≤ 6 մմ, սովորաբար պատրաստվում են П1 մարկայի զսպանակային

լարից: Մետաղի քիմիական բաղադրությունը հաստատվում է լարը պատրաստող գործարանի կողմից՝ կախված լարի չափերից և ամրությունից, ընդ որում խառնվածքների պարունակությունը չպետք է լինի ավելի՝

Մծուճը	0,045% -ից
Ֆոսֆոր	0,045% -ից
Պղինձ	0,3% -ից

Այս սառնազլոցված լարը, որ նախատեսվում է սառը վիճակում զսպանակներ փաթաթելու համար, դեռ պատրաստման պրոցեսում ենթարկվում է ջերմային մշակման՝ պատենտավորման:

Պատրաստված զսպանակները մխման չեն ենթարկվում, բայց անպայման պետք է մխման ճյուղի 280—350° պայմաններում: Մխման ճյուղում անհրաժեշտ է ներքին լարումները վերացնելու և զսպանակի առաձգականության և համեմատականության սահմանները բարձրացնելու համար:

Մխման ճյուղում չենթարկված զսպանակն աշխատանքի բնթույլում կարող է տալ անթույլատրելի մնացորդային դեֆորմացիաներ, որոնք կխախտեն զսպանակի աշխատանքի բնութիւնը:

Մխման ճյուղում զսպանակը նկատելի մնացորդային դեֆորմացիաներ չի տալիս:

Մինչև 8 մմ տրամագիծով լարից զսպանակներ պատրաստելու համար կարող է օգտագործվել նաև 65Г պողպատը: Այս դեպքում զսպանակը պետք է ենթարկվի մխման 65Г պողպատը տարբերվում է բարձր ամրությամբ, առաձգական լավ հատկություններով, բարձր կարծրությամբ և լավ մխվում է լուղում:

Աղյուսակ 23-ում բերված է այդ պողպատի քիմիական բաղադրությունը:

Քիմիական բաղադրությունը՝ %-ով						
C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni
Ոչ ավելի						
0,6—0,7	0,9—1,2	0,12—0,37	0,045	0,04	0,3	0,3

8 մմ-ից ավելի տրամագիծ ունեցող լարից զսպանակներ պատրաստելու համար նորից օգտագործվում է 65Г պողպատը, սակայն այս դեպքում զսպանակը պետք է ենթարկվի և մխամեղմման, ընդ որում մխամեղմման ջերմաստիճանները հաստատվում են կախված զսպանակի պարամետրներից: Որքան մեծ է զսպանակի լարի տրամագիծը, այնքան բարձր պետք է լինի մխամեղմման ջերմաստիճանը և, հետևաբար, այնքան ավելի ցածր կլինի զսպանակի կարծրությունը: $8 \div 12$ մմ տրամագծով լարերի կարծրությունը չպետք է լինի $H_{RC}=48$ -ից բարձր, հակառակ դեպքում աշխատանքի, նույնիսկ փորձարկման ժամանակ, զսպանակը կարող է կոտրվել:

Գլուղատնտեսական մեքենաշինության մինիստրության BH 522—49 նորմալով հաստատված են զսպանակային լարի հաշվառքային լարումները՝ կախված լարի տրամագծից և զսպանակի վրա ազդող բեռնվածության բնույթից: Այդ տվյալները բերված են աղյուսակ 24-ում:

Աղյուսակ 24

Զսպանակային լարի հաշվառքային լարումները

Լարի տրամագիծը՝ մմ	Հաշվառքային լարումը ոլորման դեպքում՝ τ կգ/մմ		Հաշվառքային լարումը՝ ծռման դեպքում կգ/մմ ²	
	ստատիկական բեռնվածություն	դինամիկական բեռնվածություն	ստատիկական բեռնվածություն	դինամիկական բեռնվածություն
0,3—0,9	95	50	110	65
1—2	85	45	100	60
2,3—2,8	75	40	90	55
3—4	65	35	80	45
4,5—6	60	30	90	40
7—14	60	30	—	—

7—14 մմ տրամագծով լարի համար հաշվառքային լարումները տրված են մխամեղմված լարի համար: 7—8 մմ տրամա-

գծով պատենտավորված լարերի համար դեռևս հաշվառքային լարումները չեն հաստատված, սակայն նրանք կլինեն աղյուսակ 24-ում նշվածից ցածր:

Զսպանակների և զսպանների պատրաստման համար, բացի նշվածից, կիրառվում են նաև П—II, 55ГC, 55C2, 60C2, OBC և B մարկանների պողպատները:

Ստորև աղյուսակ 25-ում բերվում է գլուղատնտեսական մեքենաների և գործիքների ջերմային մշակման ենթարկվող դետալների ընդհանրացած դասակարգումը՝ ըստ դետալների աշխատանքի պայմանների:

* Դրանց մասին տեղեկություններ տես՝ Л. Е. Омелянов и И. П. Рабинovich — Справочник по материалам деталей сельскохозяйственных машин, Машгиз, 1954:

Փյունդատնախալան մեքենաների և գործիքների ջերմային մշակման ենթարկվող ղեավաների ղասակարգումն ըստ աշխատանքի պայմանների

Պատը	Մուտքը	Տեպային գետալը	Որակի գործող նորմաները		Երկրային մշակումը	Երկրային մշակումը
			պողպատի տեսականիշը	ջերմային մշակումը		
Պատ 1-ին հոգի շին- մից մաշվող գետալները	Մուտքը չեն վանք պայ- մաններում, գերազատա- պես խաղա- րած հոգե- րում աշխա- տող գետալ- ները	Գուլթաններ խոփերը	Մ-65 տրակտոր- ային գուլթանների խոփերի և Մ-53 ձիաքարշ գուլթան- ների խոփերի հա- մար	Տեղային միում և միամեկմում HB=450	Տեղային միում և միամեկմում HB=450	Խոփերի և թեկերի ծառայու- թյան ժամկետը մեծացնելու հա- մար դրանց կարծրությունը պետք է մոտ լինի վերին սահ- մանին
		Գուլթաններ թեկերը	MCr.2 և 15	Ցեմենտանագում և միում HB=450		Նույնը պողպատից պատ- րաստված թեկերը ենթարկվում են միայն միման

1	2	3	4	5	6
Մուտքը չեն Ավելի թեկե- րի քանակա- պես մշակ- ված հոգե- րում աշխա- տող գետալ- ները	Գուլթաններ և թեկերի խոփերը	Գուլթաններ և թեկերի խոփերը	65Մ և 70Մ բուլան- քը կարող թափերի և MCr.5 ու MCr.6 փերիցնող թափերի համար	Տեղային միում և միամեկմում HB=350÷500	MCr.5 պողպատը խոփերի տեղում կիրառելի կարծրությու- նը պետք է լինի ավելի նեղ սահմաններում: (HB=450÷500)
	Գուլթաններ և թեկերի խոփերը	Գուլթաններ և թեկերի խոփերը	50	Միում և միամեկ- մում HB=350÷500	Կարծրությունը պետք է մոտ լինի վերին սահմանին (HB=400÷450)
	Գուլթաններ և թեկերի խոփերը	Գուլթաններ և թեկերի խոփերը	65Մ և 70Մ	Միում և միամեկմում HB=450	Կարծրությունը պետք է մոտ լինի վերին սահմանին

173

1	2	3	4	5	6
		Ատամնավոր անիվները, ատաղանիվ- ները, կար- գանի խա- շուկները և այլն:	MCr.2, 15, 20X	Ցինկոնատայնացում, միում և միամեղ- մում HRC=56÷62	
	Քուռի բեր- դետակներ գործողությու- նից	Ատամնավոր անիվները, և փորձողությու- նից մասնակցում աշխատող այլ գետակ- ները	MCY 28—48 CY 18—36 CY 21—40	Ընդհանուր կամ տեղային միում HB=320÷420	Ջերմային մշակումը կարող է փոխարինվել շփող մակերե- վույթների սպիտակացմամբ: Կարծրությունը պետք է լինի ավելի նեղ սահմաններում (HB=388÷420)
	Քուռի բեր- դետակներ կռելի չու- ցունից	Շղթաների օղակները և ատամնավոր անիվները	KY 33—9, KY 35—10	Ջերմայնացում HB=145—204 և աշ- խատանքի ավելի հանդիսատայնա- նեցում HB=187÷255	Ջերմակցված կռելի չուցու- նը կարող է փոխարինվել չեղք միջավայրում թրծման ենթարկ- ված կռելի չուցունով: Ավելի բարձր մաշակայունություն ստանալու համար խորհուրդ է տրվում կիրառել միում և միա- մեղմում՝ HB=285÷350

1	2	3	4	5	6
Դաս 4-րդ: Զուգանակող օրգաններ	Քուռի բեր- դետակներ գործողությու- նից	Զուգանակ- ներ՝ 6 մմ աղակալի մեծ մագծով	ПК	Սառը վիճակում փաթեթելուց հետո միամեղմում	Միում խորհուրդ չի տրվում կիրառել:
		Զուգանակ- ներ՝ 6 մմ-ից ավելի տրա- մագծով	65Г	Միում և միամեղ- մում	65Г պողպատից բացի կարելի է կիրառել 60C2 և 55ГC պող- պատները
	Քուռի բեր- դետակներ գործողությու- նից	Փոքիային ատամները և կուլտիվա- տորները զուգանակա- յին կանգ- նակները	65Г և 70Г	Միում և միա- մեղմում HB=350÷450	Անթույնատելի է պերտաբա- ցումը ջերմային մշակման ժա- մանակ: Կարծրությունը պետք է վերց- նել ավելի նեղ սահմաններում
		Նստատեղերի զուգանակներ	65Г և 70Г	Միում և միամեղ- մում HB=280÷370	

1. Болховитинов Н. Ф. Металловедение и термическая обработка. Машгиз, 1958.
2. Быковский А. Д. Новые методы термической обработки отвалов и лемехов. Москва, 1948.
3. Гуляев А. П. Металловедение. Москва, 1956.
4. Минин П. И. Технология сельскохозяйственного машиностроения. Москва, 1950.
5. Канцено Г. А. Основы металловедения. Москва—Ленинград, 1957.
6. Омелянов А. Е. и Рабинович И. П. Справочник по материалам деталей сельскохозяйственных машин. Москва, 1954.
7. Рабинович И. П. Термическая обработка чугуновых деталей сельхозмашин. Машгиз, 1948.
8. Тутов И. Е. Металловедение. Машгиз, 1951.
9. «Справочник машиностроителя», т. II, Машгиз, 1951.
10. Энциклопедический справочник «Машиностроение», т. IV. Машгиз, 1947, т. VI, 1948.

1	2	3	4	5	6
Դաս 5-րդ: Գիտություններ, որ կրում են բարձր կա- րույններ, բայց նաև աշ- խատում կամ գիշ նաև աշ- խատում շնչ- ման պայ- մաններում	Գիտություններ պոզիտիվ պրակտիկական աշխատանք	Մանկեր, իհտաններ և այլն	МСт-6, 40, 45 և 40X	Ընդհանուր կամ անհատիկ միում և միամեկմում: Գու- թանները ստեղծե- լը միմիում են ծուծկերում HB=280-363	Եթե պահանջվում է բարձր ստատիկ ամրություն և թույ- լատվում է ցածր ճյուղում, ապա կարծրությունը կարելի է բնորոշել HB=363-420 ասի- մաններում: Այս դեպքում խոր- հուրդ է տրվում օգտագործել 40X պողպատը:
		Խոտհարի մատնաշա- րային հե- ծանք	МСт-6 և 45	Միում և միամեկ- մում HB=230-320	Ծանկայի է կարծրության ներ- քին ասիմանը բարձրացնել մինչև HB=263.

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ԳԼՈՒԽ ԱՌԱՋԻՆ

Մի քանի հարցեր ընդհանուր մետազգիտությունից	3
§ 1. Մետաղների ու միահալվածքների կառուցվածքը և նրա կապը տարրեր պայմաններից	4
§ 2. Մի քանի պարզ սխեմաների վիճակի դիագրամները	13
§ 3. Երկաթ-ածխածնային միահալվածքների վիճակի դիագրամը	35

ԳԼՈՒԽ ԵՐԿՐՈՐԴ

Պողպատի ջերմային և ջերմա-քիմիական մշակումը	49
§ 1. Պողպատի ջերմային մշակման հիմնական եղանակները	49
§ 2. Միման պրոցեսում առաջացող արատները	70
§ 3. Պողպատի միման հիմնական եղանակները	72
§ 4. Պողպատի ջերմա-քիմիական մշակումը	78
§ 5. Որոշ գիտությունների ջերմային մշակման գործնականի վերաբերյալ	86

ԳԼՈՒԽ ԵՐՐՈՐԴ

Պողպատներ և չուգուններ	93
§ 1. Պողպատների տեսականչումը	93
§ 2. Հատուկ տարրերի ազդեցությունը պողպատի ուտրուկումը և հատկությունների վրա	96
§ 3. Զուգուկներ	99

ԳԼՈՒԽ ԶՈՐՐՈՐԴ

Գունավոր մետաղներ և միահալվածքներ	113
§ 1. Պղինձը և նրա միահալվածքները	114
§ 2. Այլումինը և նրա միահալվածքները	121
§ 3. Ծանրակշիռ գյուլրահալ միահալվածքներ (բարիտներ)	125

ԳԼՈՒԽ ՀԻՆԳԵՐՈՐԴ

Գյուղատնտեսական մեքենաների կարևոր դետալների պատրաստման համար կիրառվող նյութերը և նրանց ջերմային մշակումը

§ 1. Ընդհանուր դիտողություններ	129
§ 2. Ջոֆեր	133
§ 3. Թուեր	139
§ 4. Հողի մշակման և ցանքի մեքենաների սկավառակները	141
§ 5. Կուլտիվատորների խաթրիկները և կանգնակները	143
§ 6. Հավաքող մեքենաների սեղմեստները և պահանդները	145
§ 7. Կտրող ապարատի դանակներ, մատնաշարային հեծաններ, շփման թիթեղիկներ, դանակի սեղմիչներ և մատներ	147
§ 8. Կալսիչների թմբուկների տատմանը	148
§ 9. Ատամնանիվների պատրաստման համար կիրառվող նյութերը և նրանց ջերմային մշակումը	149
§ 10. Լիսեններ և սուններ	155
§ 11. Գյուղատնտեսական մեքենաների փոսները	157
§ 12. Գյուղատնտեսական մեքենաների շարժարեր շղթաները	161
§ 13. Շղթայավոր փոխանցումների աստղանիվները	164
§ 14. Զսպանակներ	166
Գրականություն	177
Բովանդակություն	178

Հեղինակ՝ Եսայան Միքայել Արմենակի

Պատ. խմբագիր՝ Գ. Թադևոսյան
Տեխ. խմբագիր՝ Վ. Մանուկյան
Վերատուգող տրբագրիչ՝ Ա. Ալանյան

ՎՃ 08030:

Պատվեր 1568:

Տիրաժ 1000:

Հանձնված է արտագրության 8/VII 1959 թ.:

Մտորագրված է տպագրության 22/XII 1959 թ.:

Թուղթը՝ 60X92^{1/2} տպագր. 11,28 մամ., հրատ. 8,7 մամ.:

Գինը՝ 2 ռ. 20 կ. կազմը 1 ռ.:

Հայկական ՍՍՌ Գույտեսրայի միջխտարության Հրատարակչությանն է-
րի և տպագրության հարկաւորության Գլխավոր վարչության № 1
սպասարան, Երևան, Ալավերդյան փ. № 68: