

Ս.Գ. ՄԱՍՅԱՆ, Ա.Վ. ԱՆԴՐԻԱՍՅԱՆ

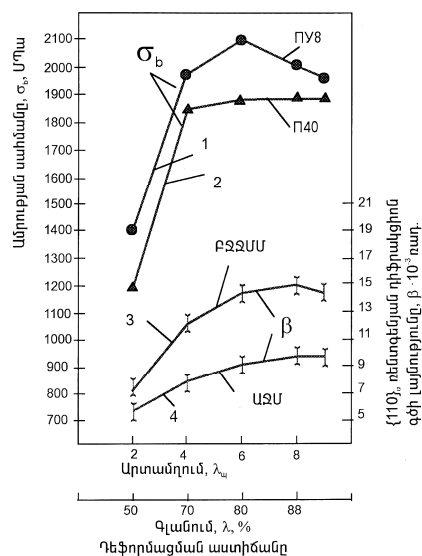
## ԴԵՖՈՐՄԱՑԻԱՆ ԱՍՏԻՃԱՆԻ ԵՎ ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԻ ՈՒ ԱԾԽԱԾՆԻ ՊԱՐՈՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՌԱԿԱԼ ՎԱԾ ՆԱԽԱՊԱՏՐԱՍՏՎԱԾՔՆԵՐԻ ԲԶՄՄ ԱՐԴՅՈՆԱՎԵՏՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Հետազոտվել է պողպատե եռակաված նախապատրաստվածքների ԲԶՄՄ ժամանակ ամրացման էֆեկտի կախվածությունը ածխածնի պարունակությունից, դեֆորմացման աստիճանից և ջերմաստիճանից: Սահմանված է, որ փոշեպողպատների ԲԶՄՄ ժամանակ ածխածնի լավարկված պարունակությունը կազմում է 0,6%, մեծանում են դեֆորմացման լավարկված աստիճանի ու ջերմաստիճանի տիրույթները:

**Առանցքային բառեր.** ջերմամեխանիկական մշակում, դինամիկ պոլիգոնացում, վերաբյուրեղացում, ամրացման էֆեկտ:

Փոշեմետալուրգիայի եղանակով ստացված նախապատրաստվածքների ԲԶՄՄ ժամանակ առանձնապես կարևոր է դեֆորմացման լավարկված աստիճանի որոշումը [1, 2]: Ծակոտկենության առկայությամբ ոչ միայն մեծանում է լավարկված դեֆորմացման աստիճանի տիրույթը, այլև, կախված ծակոտկենության աստիճանից և սկզբնականության մաքրությունից, զգալիորեն փոփոխվում են կոփման և դինամիկ վերաբյուրեղացման փուլերի կինետիկան, ինչպես նաև առաջացած կառուցվածքների ձևաբանությունը:

ԲԶՄՄ ժամանակ աուստենիտի դեֆորմացման աստիճանի ազդեցությունը խտության, մեխանիկական հատկությունների և {110} $\alpha$  ռենտգենյան դիֆրակցիոն գծի լայնության վրա ցույց է տրված նկ. 1-ում:



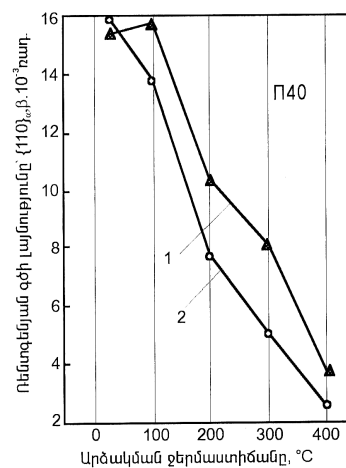
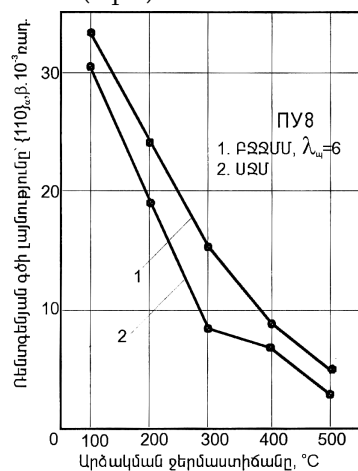
Նկ. 1. ԲԶՄՄ ժամանակ կծ8 և կ40 պողպատների ամրության և {110} $\alpha$  ռենտգենյան դիֆրակցիոն գծի լայնության (β) կախվածությունը աուստենիտի դեֆորմացման աստիճանից: 1- կծ8 ԲԶՄՄ,  $t_{\text{արձ}} = 200^\circ\text{C}$ , 2 - կ40 ԲԶՄՄ,  $t_{\text{արձ}} = 250^\circ\text{C}$ , 3 - կ8 ԲԶՄՄ,  $t_{\text{արձ}} = 300^\circ\text{C}$ , 4 - կ8 ԲԶՄՄ,  $t_{\text{արձ}} = 300^\circ\text{C}$

Դեֆորմացման աստիճանի ազդեցությունը ԲՋՄՄ եղանակով ամրության բարձրացման արդյունավետության վրա ուսումնասիրվել է դեֆորմացման երկու սխեմաների պայմաններում՝ արտամղման և զլանման: Գլանումն իրագործվել է երկզլոց “ДУО- 210” հաստոնի վրա, 0,23 մ/վ արագությամբ: Դեֆորմացման բարձր աստիճանների դեպքում կիրառվել է բազմաստիճանային զլանում: Արտամղումն իրագործվել է 400 մ հզորությամբ հիդրավլիկ մամլիչի վրա, մամլման արագությունը՝ 10 մ/վ,  $h = 30$  մմ, նմուշի արտամղման տևողությունը 3 վ է:

Ծակոտկեն նախապատրաստվածքների ԲՋՄՄ ժամանակ Ա-ի դեֆորմացման լավարկված պարամետրերի ընտրությունն ապահովում է զարգացած դիսլոկացիոն ենթակառուցվածք, որով և պայմանավորված է բարձր ամրության, բավարար պլաստիկության, մածուցիկության, դիմացկունության սահմանի և հուսալիության համատեղումը: Դեֆորմացման աստիճանի բարձրացմանը զուգընթաց մեծանում է կոփման աստիճանը (դիսլոկացիաների խտությունը), միաժամանակ ակտիվանում են դինամիկ պոլիգոնացման և վերաբյուրեղացման գործընթացները: Նույր դիսլոկացիոն կառուցվածքում տեղի ունեցող փոփոխությունները կարելի է հսկել ռենտգենաստրուկտուր հետազոտությունների օգնությամբ: Տաքացումը զլանման ժամանակ իրագործվել է աղային վաննայում (78%BaCl+22%NaCl), իսկ արտամղման ժամանակ՝ հալված ապակե վաննայում: Լաբորատոր պայմաններում աուստենիտի զլանման և արտամղման եղանակով դեֆորմացմամբ ԲՋՄՄ ժամանակ նմուշների չափերի և ծակոտկենության փոփոխությունները բերված են 1 և 2 աղյուսակներում:

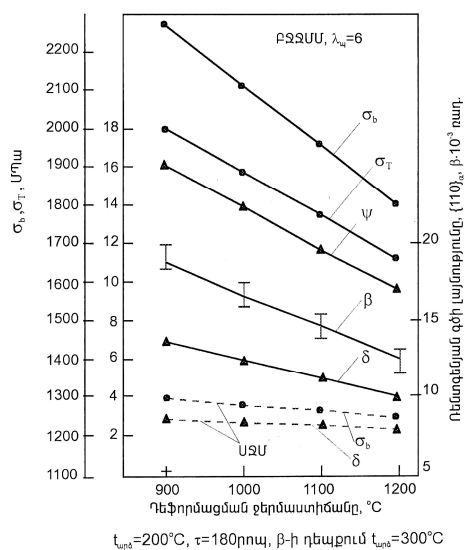
Դեֆորմացված աուստենիտից առաջացած մարտենսիտում դիսլոկացիոն կառուցվածքային արատների բարձր խտությունը (համեմատած սովորական միման դեպքում ստացված մարտենսիտի հետ) պետք է հանգեցնի ռենտգենյան ինտերֆերենցիոն գծերի ճապաղվածության:

Ռենտգենյան {110} $\alpha$  դիֆրակցիոն գծի չափումները, որոնք իրականացվել են ԲՋՄՄ-ից հետո՝ պողպատի կառուցվածքային արատների որակական բնութագրերի ստացման նպատակով, ցույց են տալիս, որ ԲՋՄՄ-ը հանգեցնում է գծի զգալի լայնացման արձակման ջերմաստիճանի հետազոտվող ամբողջ տիրույթում, ընդհուպ մինչև 500 °C (նկ. 2):



Նկ. 2. ԲՋՄՄ-ից հետո կձ8 և կձ40 պողպատների {110} $\alpha$  դեֆրակցիոն գծի լայնության կախվածությունը ածխածնի պարունակությունից և արձակման ջերմաստիճանից

Բարձրջերմաստիճանային ջերմամեխանիկական մշակման ժամանակ ուսումնասիրվել է դեֆորմացման ջերմաստիճանի ազդեցությունը կ60 պողպատի հատկությունների վրա: Դեֆորմացումն իրականացվել է 900, 1000, 1100 և 1200 °C ջերմաստիճաններում, ստացված արդյունքները բերված են նկ. 3-ում: Ինչպես երևում է, արտամղման և գլանման ժամանակ դեֆորմացման ջերմաստիճանի իջեցումը (և մոտեցումը A3-ին) միշտ հանգեցնում է ԲՋՄՄ ժամանակ ամրության և պլաստիկության մեծացման: Անհրաժեշտ է հաշվի առնել նաև այն հանգամանքը, որ առուստենացման ջերմաստիճանի բարձրացումը հանգեցնում է վերաբյուրեղացման գործընթացների ինտենսիվության նվազեցմանը:



Նկ. 3. կ60 պողպատի մեխանիկական հատկությունների և ռենտգենյան {110}α դիֆրակցիոն գծի լայնության կախվածությունը ԲՋՄՄ ժամանակ դեֆորմացման ջերմաստիճանից

#### Աղյուսակ 1

Չափերի և ծակոտկենության փոփոխությունները գլանման եղանակով ԲՋՄՄ ժամանակ

| Եռակալված նախապատրաստվածքի չափերը, մմ |     |     | Սկզբնական ծակոտկենությունը, կո, % | Դեֆորմացման աստիճ., $\lambda$ , % | Դեֆորմացման ջերմաստիճանը, $t$ , °C | Ծակոտկենությունը ԲՋՄՄ-ից հետո, $\Pi_1$ , % | Գլանվածքի հաստությունը ԲՋՄՄ-ից հետո, $h_2$ , % |
|---------------------------------------|-----|-----|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|
| $h_1$                                 | $b$ | $l$ |                                   |                                   |                                    |                                            |                                                |
| 8                                     | 30  | 70  | 10                                | 50                                | 820/870*                           | 1...2                                      | 4,0                                            |
| 13                                    | 30  | 70  | 10                                | 70                                | 820/870                            | 0...0,5                                    | 4,0                                            |
| 20                                    | 30  | 70  | 10                                | 80                                | 820/870                            | 0...0,02                                   | 4,0                                            |
| 33                                    | 30  | 70  | 10                                | 88                                | 820/870                            | 0...0,01                                   | 4,0                                            |

Չափերի և ծակոտկենության փոփոխությունները արտամղման եղանակով ԲՋՄՄ ժամանակ

| Եռակավված եռաշերտ նախապատրաստվածքի չափերը, մմ |                                   |                                   |                | Սկզբնական ծակոտկենություն, % | Դեֆորմացման աստիճան, % | Արտամղման ջերմաստիճանը, °C | Ծակոտկենությունը ԲՋՄՄ-ից հետո, Π, % | Արտամղված եռաշերտ ձողի չափերը, մմ |                |                |                    |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------|------------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------|----------------|--------------------|
| D <sub>1</sub> =D <sub>4</sub> /λ             | D <sub>2</sub> =D <sub>5</sub> /λ | D <sub>3</sub> =D <sub>6</sub> /λ | l <sub>0</sub> |                              |                        |                            |                                     | D <sub>4</sub>                    | D <sub>5</sub> | D <sub>6</sub> | l=λ l <sub>0</sub> |
| 17                                            | 14,5                              | 11,5                              | 30             | 10                           | 2                      | 820/870                    | 2                                   | 12                                | 10             | 8              | 60                 |
| 24                                            | 20                                | 16                                | 30             | 10                           | 4                      | 820/870                    | 0,5...1                             | 12                                | 10             | 8              | 120                |
| 30,0                                          | 25,0                              | 20,0                              | 30             | 10                           | 6,25                   | 820/870                    | 0...0,2                             | 12                                | 10             | 8              | 180                |
| 34,0                                          | 28,2                              | 22,6                              | 30             | 10                           | 8                      | 820/870                    | 0                                   | 12                                | 10             | 8              | 240                |

Համարիչում կձ8-ի դեֆորմացման ջերմաստիճանն է, հայտարարում՝ Π40-ի:

Ուստի ավելի նպատակահարմար է աուստենացումն իրականացնել բարձր, իսկ դեֆորմացումը՝ ավելի ցածր ջերմաստիճաններում: Կարբոնիլային կամ ԱՄԿՄԿՄ մակնիշի մաքուր երկաթից ստացված պողպատների դեպքում ջերմաստիճանի ոչ մեծ չափով (30...50 °C) բարձրացումը Ա3-ի նկատմամբ հանգեցնում է աուստենիտի լրիվ հոմոգենացմանը և վերաբյուրեղացման նկատմամբ դեֆորմացման ստրուկտուրայի կայունացմանը:

Բնորոշ է, որ չնայած դեֆորմացման ջերմաստիճանի բարձրացումը ԲՋՄՄ ժամանակ զգալիորեն վատացնում է բոլոր մեխանիկական հատկությունները, սակայն բացարձակ արժեքներով դրանք միշտ մնում են ավելի բարձր, քան սովորական ջերմային մշակման դեպքում, ինչը բացատրվում է ԲՋՄՄ-ից հետո քայքայման ներբյուրեղային բնույթի պահպանումով: Նախապատրաստվածքների ծակոտկենության ոչ մեծ արժեքների դեպքում (10...15%) մեխանիկական հատկությունների զգալի բարձրացում է ապահովվում ԲՋՄՄ ժամանակ  $\lambda_{\text{պ}}=4...8$  ( $\lambda=70...88\%$ ) սահմաններում դեֆորմացման աստիճանների կիսառման ժամանակ: Դեֆորմացիայի աստիճանի հետագա աճի ժամանակ (հատկապես բարձր ածխածնային պողպատների դեպքում) նկատվում է միկրոճաքերի և մակրոճաքերի (ճեղքերի) առաջացում, ինչի ԲՋՄՄ-ից հետո ինտենսիվությունն աճում է դեֆորմացման արագության մեծացմանը զուգընթաց:

Դեֆորմացման մանրատվածությունը (կոտորակային դեֆորմացիա) ԲՋՄՄ ժամանակ հաճախ կարող է ձևավորել լավարկված ստրուկտուրա, բարձր և, որ շատ կարևոր է, կայուն մեխանիկական հատկություններ: Սակայն կոտորակային դեֆորմացիան արդյունաբերության մեջ հիմնականում կիրառելի է միջին և բարձր լեգիրված պողպատների դեպքում [3]:

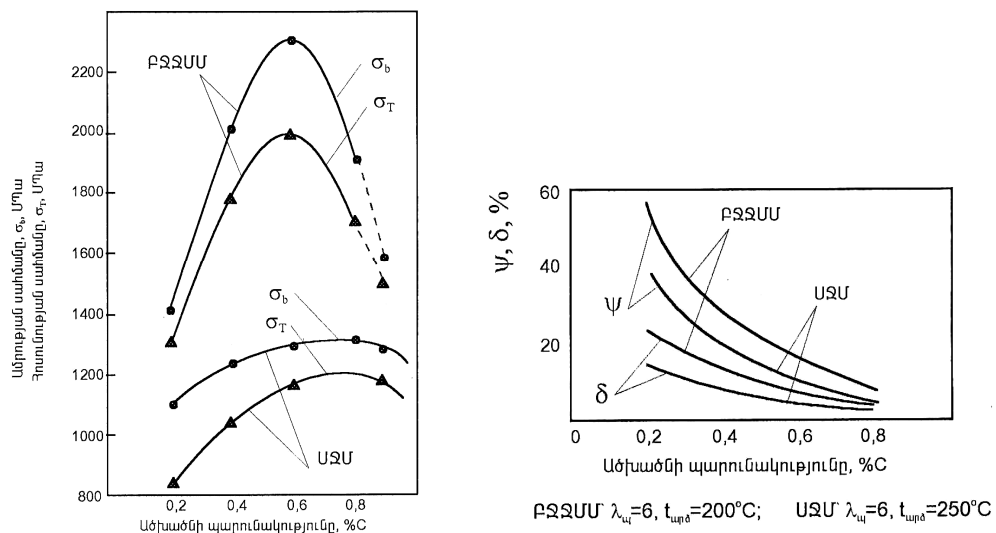
Բարձրջերմաստիճանային դեֆորմացման գործընթացի դանդաղեցումը (կամ մանրատումը) լավագույն պայմաններ է ստեղծում դիսլոկացիաների վերասողքի (դեռնս դեֆորմացման ընթացքում) և բարենպաստ ենթակառուցվածքի ձևավորման համար: Բայց այս դատողությունները հանգեցնում են որոշակի եզրակացության, որ յուրաքանչյուր դեֆորմացման սխեմայի և արագության դեպքում պետք է ճշգրիտ սահմանել դեֆորմացման լավարկված աստիճանը և ջերմաստիճանը, որը կապահովի առավել զարգացած ենթաստրուկտուրա և հատկությունների լավագույն համալիր:

Ինչպես ցույց տվեցին կ60 պողպատի ԲՋՄՄ ռեժիմների ուսումնասիրությունները լավարկված դեֆորմացման աստիճանի, ջերմաստիճանի և արագության

պայմաններում, արդեն 200°C արձակման ջերմաստիճանի դեպքում կարելի է ապահովել մեխանիկական հատկությունների բարձր համալիր՝  $\sigma_b=2250\ldots2300$  ՄՊա,  $\sigma_{-1}=1900\ldots2100$  ՄՊա,  $\delta = 7\ldots8$  %,  $\varphi = 16\ldots20$  %: Ընդհանուր դեպքում ԲՋՄՄ-ից հետո ամրության ավելի բարձր կայունություն ապահովվում է արձակման ժամանակ, քան սովորական միտումից հետո (ընդհուպ մինչև 500...600°C):

Այս կայունությունը բացատրվում է դիսլոկացիոն զարգացած ենթակառուցվածքի կայունությամբ, դրանք պատենշող կարբիդների բարձր դիսպերսությամբ և դիսլոկացիոն սահմաններում ածխածնի կոնդենսացման հետևանքով մարտենսիտի տեսրագոնալության նվազեցմամբ:

ԲՋՄՄ-ից հետո ածխածնի ազդեցությունը պողպատի ամրության և պլաստիկության ցուցանիշների վրա (նկ. 4) ցույց տվեց, որ ջերմամեխանիկական մշակումը միշտ ապահովում է ավելի բարձր մեխանիկական հատկություններ, քան սովորական մշակումը, ամրության բարձրացման արդյունավետությունը կախված է ածխածնի պարունակությունից: Լավագույն մեխանիկական հատկությունների համալիր ստացվում է (նկ.4) պողպատ կ60-ի համար 200°C արձակման ջերմաստիճանի դեպքում՝  $\sigma_b=2300$  ՄՊա,  $\sigma_{-1}=2000$  ՄՊա, միաժամանակ ապահովվում են բարձր պլաստիկության ցուցանիշներ՝  $\delta=8\%$  և  $\varphi=16\%$ :



Նկ. 4. ԲՋՄՄ-ից և ՍՋՄ-ից հետո փոշեպողպատների մեխանիկական հատկությունների կախվածությունը ածխածնի պարունակությունից

Այսպիսով, ծակոտկենության առկայությունն արգելակում է դինամիկ և ստատիկ պոլիզոնացման և վերաբյուրեղացման գործընթացները՝ դրանով լայնացնելով լավարկված դեֆորմացման աստիճանի ( $\lambda=30\ldots80\%$  կամ  $\lambda_w=4\ldots8$ ) և ջերմաստիճանի (850...950°C) տիրույթները՝ համեմատած կոմպակտ պողպատների հետ ( $\lambda=25\ldots30\%$  և  $t=A_3+30\ldots50$ ): Վերջինս կարևոր գործնական նշանակություն ունի տարբեր դետալների ստացման ժամանակ, ԲՋՄՄ-ից հետո ըստ ծավալի համասեռ հատկություններ ստանալու տեսանկյունից: Դիսլոկացիոն սուբստրուկտուրայի առկայության հետևանքով մարտենսիտի երկֆազ տրոհումն ակտիվանում է և օպտիմալ ածխածնի

պարունակությունը 0,4%-ից (սովորական ջերմային մշակման դեպքում) աճում է մինչև 0,6% (ԲՋՄՄ ժամանակ):

#### **ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ**

1. **Бернштейн М.Л.** Термомеханическая обработка металлов и сплавов: В двух томах.-М.: Металлургия, 1968.-1172 с.
2. **Ковальченко М.С.** Технологические основы горячей обработки пористых материалов давлением.-Киев: Наукова думка, 1980.-240 с.
3. **Гольдштейн М.И.** и др. Металлофизика высокопрочных сплавов.-М.: Металлургия, 1986.-310 с.

ՀՊՃՀ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 04.11.2003:

**С.Г. МАМЯН, А.В. АНДРИАСЯН**

#### **ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ И ТЕМПЕРАТУРЫ ДЕФОРМАЦИИ И СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕРОДА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВТМО СПЕЧЕННЫХ ЗАГОТОВОК**

Исследована зависимость эффекта ВТМО стальных спеченных заготовок от содержания углерода, степени и температуры деформации. Установлено, что оптимальное содержание углерода при ВТМО порошковых сталей составляет 0,6%. При этом расширяется область оптимальных степеней и температур деформации.

**S.G. MAMYAN, A.V. ANDRIASSYAN**

#### **THE INFLUENCE ON THE EFFICIENCY OF HTTMT DEPENDING ON THE DEGREE AND TEMPERATURE OF THE DEFORMATION AND CONTENTS OF CARBON IN THE SINTERED BARS**

Efficiency dependence of steel sintered bars HTTMT on carbon contents, deformation degree and temperature is studied. It has been established that during HTTMT of powder steels the optimal contents of carbon is 0,6% and the space of optimal deformation degree and temperature is expanded.