

«Сейфуллин оқулары – 18: « Жастар және ғылым – болашаққа көзқарас» халықаралық ғылыми -практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18: « Молодежь и наука – взгляд в будущее» - 2022.- Т.І, Ч.ІІ. - Б. 179-183

## **ҰЗЫН ӨНІМДЕРДІҢ БЕТКІ ҚАБАТЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫН ҮЗІЛГЕН ҚАТТЫРУ ӘДІСІ БОЙЫНША ЖАҢҒЫРТУ**

*Жуматай А.Н., магистрант*

*С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан қ.*

Экономиканың әртүрлі салаларында металл бұйымдарын пайдаланудың тиімділігі негізінен металлургиялық зауыттар дайын прокат өндіретін физикалық, механикалық және пайдалану қасиеттерінің деңгейімен анықталады. Қазіргі уақытта көміртекті және төменлегирленген болаттан жасалған прокаттың массалық түрлері (арматуралық және дөңгелек профильдер, тең және тең емес бұрыштар, арналар, I-арқалықтар) термиялық күшейтілген күйде, демек, көрсетілген құрылымдық күйде басым мөлшерде шығарылады. Және олардың физикалық, механикалық және пайдалану қасиеттерінің кешені үзілген шынықтыру әдісімен ұзын бұйымдардың беткі қабатының құрылымын жаңарту арқылы қамтамасыз етіледі.

Соңғы жылдары ұзын бұйымдардың құрылымы мен қасиеттерін қалыптастырудың жаңа бағыты - оның деформациясы қарқынды дамып келеді.

Орамның соңындағы температураның төмендеуіне немесе өңдеу стендінен шыққаннан кейін жылдамдатылған салқындатуға байланысты болатта ұсақ түйіршіктер пайда болады. Прокат станынан шыққаннан кейін жоғары салқындату жылдамдығы болаттағы жоғары дисперсті құрылымдарды қамтамасыз етеді. Мұндай құрылымдық күй көміртекті және төмен легирленген болаттарды беріктіктің, шаршау сипаттамаларының және қаттылықтың жоғары мәндерімен, соның ішінде төмен температурада қамтамасыз етеді.

Қолда бар тәжірибелік деректерді талдау деформациялық-термиялық шынықтыру процестерін дамыту көміртекті және төмен легирленген болаттардың құрамдарын реттеу (кейбір жағдайларда жаңаларын жасау) міндеттерін қоятынын көрсетеді. Химиялық құрамы бойынша прокаттың

қазіргі кезде кең өндірілетін ассортименті оны ыстықтай илектеу күйінде пайдалануға байланысты құрылды.

Деформация – термиялық өңдеу барынша мүмкіндік береді легірлеуші элементтердің құрылымдық күйге және механикалық қасиеттер кешеніне жақсартатын әсерін пайдалану. Ыстықтай иленген көміртекті немесе төмен легирленген болаттағы кремнийдің (кез келген болаттағы тұрақты қоспа) 1,5%-дан жоғары болуы мүмкін емес болып саналады, өйткені мұндай болат бұл жағдайда сынғыш және төмен иілгіш болады. Алайда деформациялық-термиялық шыңдалған күйде ( $\sigma$  жылы  $\geq 1000$  МПа) 1,5% Si төмен көміртекті болат жұмсартуға жақсы қарсылыққа ие ғана емес, сонымен қатар жоғары икемділік пен кернеулі коррозияның крекингіне төзімділікке ие. Марганец, хром және басқа элементтермен легирленген болаттардың қасиеттері айтарлықтай жақсарды.

Ұзын бұйымдардың массалық түрлерін термиялық өңдеудің барлық кеңінен қолданылатын түрлерінің ішінде деформациялық-термиялық шынықтыру металл бұйымдарының сапасын айтарлықтай жақсартудың ең тиімді құралы болып табылады. Оны пайдалану экономиканың әртүрлі салаларында металл прокатын тұтынуды 10-55% азайтуға, легірлеу элементтерін нақты үнемдеуге, прокаттың қызмет көрсету сипаттамаларын жақсартуға, атап айтқанда, суыққа төзімділігін, шаршау сипаттамаларын, т.б.

Термиялық және термомеханикалық қатайтылған прокаттарды өндіру және пайдалану тиімділігін есептеудің ерекшелігі экономикалық тиімділік негізінен тұтыну саласында айқындалады, сондықтан нақты экономикалық тиімділікті өмір сүруге және өндіруге арналған барлық шығындарды салыстыру арқылы ғана анықтауға болады. металлургиялық зауытта прокатты термиялық шынықтыру өндірісі үшін еңбек және машиналарды, механизмдерді, әртүрлі металл конструкцияларын, темірбетондарды және т.б. жасау және өндіру үшін металды тұтынатын салалардағы шығындар.

Осылайша, критерий экономикалық тиімділігі прокаты термиялық шынықтыру ел экономикасының белгілі бір қажеттіліктерін қанағаттандыруға қажетті жалпы шығындарды үнемдеу болып табылады [5].

Жоғарыда атап өтілгендей, жылумен шыңдалған прокат өндірісін ұйымдастыру энергия шығындарына, еңбекақыға, амортизацияға, ағымдағы жөндеуге және т.б. шығындарды арттырады. Атап айтқанда, шынықтыру өңдеу кезінде жол берілмейтін бұрмалануларды және пайдалану кезінде қолайсыз кернеулерді тудыруы мүмкін қалдық кернеулерді тудырады. Сонымен қатар экономика салаларында шынықтырылған прокатты пайдалану осы шынықтырылған прокатты тұтынатын салаларда операциялық және күрделі шығындардың төмендеуіне әкеледі [6].

- Металл үнемдеу көлеміне прокатты өндіру және термиялық шынықтыру кезіндегі металл қалдықтары мен сынықтарының өзгеруі әсер етеді. Сонымен, арматуралық және бұрыштық профильдер өндірісінде металды тұтыну коэффициентінің жоғарылауы байқалмайды, өйткені термиялық шынықтыру илемдеу станының әрлеу стендінен кейін бірден жүзеге асырылады.

Прокатты термиялық шынықтырудың тиімділігі сонымен қатар кейбір жағдайларда шыңдалған көміртекті болатты ауыстыруға және сол арқылы тапшы шикізат өндіруді дамытуға, ферроқорытпа зауыттары мен электр станцияларын салуға күрделі салымдарды азайтуға болатындығына байланысты. Дегенмен, бірдей механикалық қасиеттердің болуын атап өткен жөн ( $\sigma_T$ ,  $\sigma_{жылы}$ ,  $\delta_{бес}$ ) легирленген болаттың орнына темірбетон конструкцияларында шыңдалған көміртекті болатты қолданудың қажетті және жеткілікті себебі емес, өйткені ГОСТ 5781 сәйкес анықталған беріктік, пластикалық және тұтқыр сипаттамалар жұмыс жағдайларын да, бұзылу сипатын да көрсетпейді. жұмыс кезінде немесе белгілі бір секция профилінің кернеу күйі. Сондықтан ГОСТ 5781 сәйкес анықталған механикалық қасиеттерге сәйкес нақты жұмыс жағдайында осы болаттардың қайсысы жақсы екенін анықтау мүмкін емес. Демек, нақты жұмыс жағдайында бұйымдардың (бөлшектердің, конструкциялардың, конструкциялардың және т.б.) өнімділігін сипаттайтын осы болаттардың құрылымдық беріктігін салыстырмалы зерттеу мәселесі туындайды. Сонымен қатар, бүгінгі күні «күш» түсінігі біршама басқа талаптарға бағынады, оның мағынасы төмендейді.

Сондықтан шынықтырылған көміртекті және ыстықтай илектелген легирленген болаттардың механикалық және басқа қасиеттерін салыстырмалы түрде зерттеудің өзекті қажеттілігі бар, бұл «құрылымдық беріктік» терминін қолдана отырып, бұл механикалық сипаттамалардың белгілі бір жиынтығы ретінде түсініледі. әртүрлі өнімдердің қызмет көрсету шарттары (тек құрылымдар ғана емес).

Прокатты термиялық шынықтырудың технологиялық процесін таңдаудың маңызды буыны үлкен капиталдық салымдарды қажет ететін пештерді шынықтыруды қосымша энергия шығындарын тудырмайтын өздігінен шынықтырумен ауыстыру мүмкіндігін зерттеу болды. Осы бағыттағы зерттеулер термиялық өңдеудің ең үнемді нұсқасы болып табылатын өздігінен шынықтырумен жалғасатын үзілген шынықтыру схемасы бойынша ұзын бұйымдарды шынықтыру термиялық өңдеуінің технологиялық процесін ұсынуға мүмкіндік берді.

Бұл бағыты, ұзын бұйымдарды өндірудің ағымдағы технологиялық процесіне оңай сәйкес келеді, ол 1000–1050 температурадан қозғалатын

прокатты қарқынды салқындату үшін арналған.0450-500 дейін 0С, бұл стеллажды салқындатқыштың секцияларындағы жұмыс жағдайын жақсартуға және ыстық прокаттан жылу түзілудің күрт төмендеуіне байланысты илемдеу станын реттеуге мүмкіндік береді. Бұл еңбек жағдайын айтарлықтай жақсарту үшін маңызды және (экономикалық қатар) елеулі әлеуметтік нәтижеге әкеледі.

Металл бұйымдарын деформациялық-термиялық өңдеу кезінде салқындатқыш орта болып суспензия бөлшектерінен сүзу арқылы цехтың айналмалы сумен жабдықтау және кәріз жүйесінен пайдаланылатын технологиялық су (судағы суспензия бөлшектерінің мөлшері 1,0-1,5 мм-ден аспауы керек) болып табылады. Сондықтан жұмыс істеп тұрған немесе салынып жатқан прокат стандартында деформациялық-термиялық шындалған прокат өндірісі осы аймақтағы экологиялық жағдайға әсер етпейді, мұның да маңызы аз емес.

Зерттеулер прокаттың және салқындатудың температуралық жағдайларын білу және бақылау құрылымның қалыптасу процестерінде маңызды екенін көрсетті.

Болаттың жоғары беріктік күйіне жетудің экономикалық тұрғыдан ең ұтымды жолы – диірмен ағынында прокаты тездетілген салқындату арқылы көміртекті болаттан легирленген элементтердің ең аз үлесі бар мерзімді профильдерді өндіру. Бұл жұмыста ГОСТ 380-2005, диаметрі 8 профильдер шегінде әр түрлі химиялық құрамдық көміртекті және төмен легирленген болаттан жасалған арматураны жеделдетіп салқындату соңы температурасының әсеріне зерттеу жүргізілді. 16 мм-ге дейін, 1000 °С деформацияның соңындағы температурада ақ қыштық шегінің ( $\sigma_{0,2}$ ), созылу шегінің ( $\sigma_b$ ) және салыстырмалы ұзаруының ( $\delta_5$ ) өзгеруі бойынша. 610–650°С дейін жылдамдатылған салқындату жүргізілді. Белгіленген температураға жеткеннен кейін металл ауада салқындатылды.

Зерттеулер көрсеткендей, А500С беріктік класының арматуралық профильдерін өндіру үшін 650 ° С-та жылдамдатылған салқындату аяқталу үшін температура режимін ескере отырып, көміртекті болатты St3sp пайдалану жеткілікті. СТО ASChM 7-93 бойынша А500С класының талаптарына жауап беретін  $\delta_5$  14%-ға тең жоғары созылғыштығын сақтай отырып, А600С класының беріктігі жоғары арматураларын алу үшін термиялық күшейтілген арматуралық профильдерді өндіру кезінде пайдалану жеткілікті. Болат маркасы 25G2S ГОСТ 5781-82 бойынша 610 °С жылдамдатылған салқындату аяқталу үшін температуралық режимге сәйкес, өлшемдері 12-ден 16 мм-ге дейінгі профильдер үшін.

Бұл мақалада компьютерлік жүйе арқылы есептелген St3sp көміртекті болаттан диаметрі 16 мм арматуралық профильдерді салқындатудың әртүрлі режимдері ұсынылған. Бастапқы деректер мен есептеу нәтижелері 1 кестеде келтірілген.

Кесте – 1 Микроқұрылымның параметрлері мен механикалық қасиеттерін есептеудің бастапқы деректері мен нәтижелері

		Технологиялық режим	I	II	III
Бастапқы деректер	Домаланған материал	St3sp			
	Дайын профиль диаметрі, мм	16			
	Металдықыздыру температурасы, °С	1100			
	Деформацияның соңғы температурасы, °С	1000			
	Жедел суытудың соңғы температурасы, °С	610	560	510	
Есептеу нәтижелері	Аустенит дәнінің диаметрі, мкм	25.3	25.3	25.3	
	Феррит үлесі, %	71.7	64.9	61,0	
	Феррит дәнінің диаметрі, мкм	4.4	4.3	3.9	
	Перлит үлесі, %	28.3	35.1	39,0	
	Феррит-карбид қоспасының қабатаралық қашықтығы, мкм	0,22	0,20	0,14	
	Құрылымдық компоненттердің жалпы санынан мартенсит үлесі, %	35.1	37.1	42,0	
	Созылу беріктігі, Н/мм <sup>2</sup>	701	739	810	
	Ағымдық күші, Н/мм <sup>2</sup>	581	613	702	
	Салыстырмалы ұзару $\delta_5$ , %	18.4	15.9	13.9	

Жедел салқындату ұшының температурасын 560 °С-қа дейін төмендету беріктік қасиеттерінің жоғарылауына әкелетіні анықталды, бірақ созылу беріктігіне STO ASChM 7-93 бойынша А600С беріктік класының талаптары орындалмайды. Салқындату соңғы температурасының 510°С дейін одан әрі төмендеуі арматуралардың пластикалық қасиеттерінің 13,9%-ға дейін өзгеруіне әкеледі, бұл А500С класының талаптарына сәйкес келмейді.

НТМТ деформациясының, жылдамдығының және температуралық параметрлерінің әсеріне жүргізілген тәжірибелік зерттеулер St3sp көміртекті болаттың құрылымы мен механикалық қасиеттерінің қалыптасу заңдылықтарын орнатуға мүмкіндік берді. НТМТ параметрлерінің әсерін бағалау құрылымы мен механикалық қасиеттеріне айтарлықтай әсер ететін технологиялық параметрлерді және олардың өзгеру бағытын анықтауға мүмкіндік берді. Ыстық бір және көптізбекті илемдеу және деформациядан кейінгі салқындату процестері бойынша есептеу нәтижелерінің дұрыстығын тексеру математикалық модельдің 10% рұқсат етілген қателік шегінде нақты технологиялық процестерге бейімделгенін көрсетті.

#### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 Узлов И.Г., Пучиков А.В., Кудлай А.С. Термомеханикалық үзілген шынықтыру әдісімен пішінді болатты шыңдау. Металлургия және тау-кен өнеркәсібі.- 2004, No 6,

65-66 .

2 Қанаев А.Т., Рамазанова Ж.М. Құрылымы жаңартылған металл материалдарының беткі қабаты.- Астана: «Мастер-ПО» баспасы, 2013.- 232 б.

3 Голдштейн М.И., Емельянов А.А., Пышминцев И.Ю. Аз көміртекті болаттарды беріктендіру.- 1996 ж., №66, б. 53-58.

4 Қанаев А.Т., Бакижанова Д.С., Богомоллов А.В. Тікбұрыштық профильдерді реттеп салқындатуды әзірлеу. Nauka i Studia, 2013. No 30 (98). - б.-24-30.

5 Бен Т.Г., Ильина Р.В., Кольцова А.П., Будаева В.Г. Экономикалық прокат пен құбырларды термиялық шынықтырудың тиімділігі.- М: Металлургия, 1985.-120 б.

5 Kanaev A. T., Bogomolov A.V Formation of a Gradient-Layered Structure during Thermal Deformation Treatment of Reinforced Steel ISSN 0967-0912, Steel in Translation, 2020, vol 5, No.7, pp 509-513, Процентиль 87.654 DOI 10.3103/S0967091220070074

6 A. T. Kanaev. A.V. Bogomolov, A.A. Kanayev. Increase of Wear Resistance and Contract-Fatigue Strength of Wheel Steel by Plasma Hardening. Materials Engineering and Technologies for Production and Processing 1V, 2018, Trans Tech Publications, Switzerland, pp 1144-1150, Процентиль 96,209 Cited 5 DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.284.1144

*Ғылыми жетекші: т.ғ.д., профессор А.Т.Қанаев*