

Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

Металлургиялық өндірістің өзінде өндірілген термиялық өңделмеген С418-36 сұр шойынды дискілер қолданылады. Олардың бекемдігі 30-35 күнді құрайды, сонымен бірге дискілердің жетіспеушілігіне қатысты қалыпты нормадан біршама жоғары тозу дәрежесіне рұқсат етілген.

Ең үлкен қолданылатын болатты штамптау инструменттеріне арналған материалдардың тозу бекемдігі ретінде анықтайды. Білікті электің дискілері үшін ең жарамды материал Х12 болат, оның тозу бекемдігін сұр шойынмен салыстырумен зерттеу қызығушылық тудырады.

Осылайша, осы жағдайға бастапқы карбидті фазасы $(Fe, Cr)_7C_3$ және $(Fe, Cr)_{23}C_4$ (негізінен бірінші) және жасытылғаннан

кейін кесумен өңделетін Х12 түріндегі ледебуритті инструменталды болат толық сәйкес келеді. [1]

Химиялық құрамын анықтау үшін ертінділі электронды микроскоп қолданылды. Үлгілер сөндіретін вагондар плитасынан және Грезли елегінен циркуляциялықты плита көмегімен кесіліп алынды.

Шлифтреті ЕЭМ зерттеуге дайындау жалпы, жарықты микроскоптарда зерттеуге дайындау сияқты тәртіпте орындалады, бірақта бұл жерде контрастың түзілуі және үлкен үлейтуді пайдалану мүмкіндігі ескеріледі, сәйкесті бейнелі көріністі қамтамасыз ететін қалыңдық және тығыздық бойынша айырмашылық жеткілікті болу керек.

1 кесте.

Болат Х12 химиялық құрамы

№ p/c	Элементтер құрамы %					
	C	Mn	Si	S	P	Cr
1	2,13	0,30	0,29	0,006	0,016	11,9
2	1,90	0,30	0,25	0,030	0,040	12,8
3	2,20	0,43	0,12	0,030	0,040	13,2
4	2,10	0,32	0,60	0,017	0,045	27,0
5	2,02	0,34	0,68	0,035	0,040	27,0

Микроқұрылымды талдау кезінде микрошлифтер дайындалады және «LEICA» оптикалық микроскопта төменде қарастырылатын зерттеулер орындалады.

Микроқұрылымды анықтау үшін зерттелетін үлгілер 4% азотты қышқылды спирт ертіндісінде уландырылады. Үлгі уландыратын сұйықтыққа батырылады, жылтырлатылған беттің беті оған спиртегі азот қышқылының концентрациясының әсер етуіне тәуелді ұсталады. Содан кейін үлгі х500 үлкейтумен LEICA микроскопымен қарастырылады.

Үлгілерді термиялық өңдеу және олардың термобекемділігін қыздырумен сынау зертханалық электрпештерде сезімталды термореттегіштерде МП-2У муфелдегі температурааның ауытқуы $\pm 15^\circ\text{C}$ және ТЭП-1 тигелді жұмысшы кеңестіктегі температура ауытқуы $\pm 7^\circ\text{C}$ орындалады. Температура үздіксіз платино-платинородиевті терможұп-

тармен өлшенеді.

Х12 болатты термиялық өңдеуге арналған тәжірбелер үшін барлық үлгілер, сонымен бірге, оның термобекемдігін және соқы тұтқырлығын сынау үшін 1 қорытудан құйылған диаметрі 80 мм және 40 дайындама кесіп алынды. Термиялық өңдеуге арналған үлгілер диаметрі 40 мм және қалыңдығы 8 мм шайба түріндегі дайындама қолданылды. Тілікті соққылы стандартты үлгілерде термобекемділік және соққы тұтқырлығы зерттелді.

Термомықтылықты сынау 1000°C қыздырумен тұздар ертіндісінде (20% NaCl + 20% KCl + 60% NaCO₃) орындалды. Үлгілерді қыздыру уақыты – 10 минут, бұл өлшемі 10x10x55 мм үлгілердегі температурааны теңестіруге толығымен жеткілікті. Салқындату ыстық және суық суда және майда орындалды. Термомықтылық жылуалмасу мөлшері бойынша анықталды, оны соққылы

үлгі оның қабырғаларында жарықша пайда болғанға дейін орындалды.

Сөдіретін вагон плитасының ыстық кокстан қызуын белгілі анықталған (30 ден 300 сек дейінгі) уақыт аралығында 1000°C дейін қыздырылған муфелді пешке плита сынықтарын орналастыру тәсілімен моделденді. Бетті температура, пештен алынған үлгілердің бетіне төселетін әртүрлі материалдардың тәртібіне қатысты болжамда анықталды.

Зертханалық зерттеулермен қатар өндірістік тәжірибелі қорытпаларда сынақтар өткізілді.

2 және 3 қорытудан (1 кесте) екі тәжірибелі дискілі (18 және 34 даналы) партиялар құйлып алынды, олар шындау және жұмсартудан кейін елекке орнатылды. Дискілердің тозуы олардың диаметрлерінің қықсаруына және тістерінің қалыңдықтарының кішірейуіне қатысты анықталды.

4 және 5 қорытудан сөндіретін вагондар түбіне арналған футерлеу плиталары құйылып алынды.

Диаметрі 40мм Х12 болатты құйылған дайындаманың (1 қорту, 1 кесте) беті және қимасы бойынша қаттылығы 400 - 420 КВ. Дайындама штамптау қалпында құйылған және сонда салқындатылған, сондықтан, оларды жерге құю кезінде Х12 болатты бөлшектердің қаттылығыда шамамен сондай болады.

1000°C дейін қыздырылғаннан кейін және құйылған үлгі қалыптандырудан кейінгі диаметрі 40мм құйылған үлгінің бетті қаттылығы 400НВ болады, ол центрге қатысты қима бойынша 380НВ дейін төмендейді. Осылайша, қалыптан алынған уақытына тәуелсіз Х12 болаттан жасалған бөлшектер қаттылығы 380 - 420 НВ, оларды механикалық өңдеу алдында термиялық өңдеумен жұмсарту қажет.

Сыналған тәртіптер ішінде ең жоғарғы жұмсарту ең төмен нәтиже берді.

Жұмсарту 780°C температура кезінде орындалды. 2 кестеден байқағанмыздай, 8 сағат ұстаудан кейін қаттылық жеткілікті жоғары 250 НВ дәрежеде қалды.

2 кесте.

780°C кезінде жұмсартудан кейінгі Х12 болат қаттылығы (құйылған күйі)

780°C температура кезінде ұстау	0	3,0	6,0	8,5
Қаттылық, НВ	410	320	275	250

Атап өту керек, егер де Х12 болатты дайындаманың қаттылығы 250НВ болған кезде Р18 болатты жылдам тесетін диаметрі 2-8мм бұрғымен жылдам бұрғыланады. Мұндай 250НВ қаттылық жылдамдығы 150/сағ пеште 2 сағат ішінде салқындатумен 860°C дейін қыздырумен зертханалық электрпеште жұмсартумен алуға болады. Сонымен іске қосылған өндірістік пеш баяу салқындайтындықтан, ондағы қаттылықтың төмендеуі үлкен болады. Осы қаттылыққа жету үшін жоғарғы жасыту, ажыратылған пештегі бөлшектердің салқындауымен толық жұмсартуға қарағанда ұзақ уақытты қажет етеді.

Изотермиялық жасыту тәртібімен жұмыс жасаған кезде салқындату кезінде «сатылы» оңтайлы температураны тандаған дұрыс. Егер де температура Ас₁ жақын кезде карбид-

бидтердің коагуляциялану дәрежесі шамалы қаттылыққа жетуі мүмкін, сондықтан, ең аз аустениттің ыдырауымен басталған тоқтау және перлитті өзгеріске ұшыраудың аз жылдамдығы жеткілікті жұмсарту үшін көп уақытты қажет етеді. Ұстаудың салыстырмалы төмен температурасы кезінде, диффузиялық процестрдің аз жылдамдығына қатысты карбидтердің жақсы коагуляциялануына аз уақыт қажетті, бірақта перлитті өзгеріске ұшырау жылдам басталады.

Екі сериялы үлгілерде изотермиялық ұстау температурасы 30°C төмен Ас₁, ол дегеніміз, 780° кезінде және 50°C төмен Ас₁ 760°C кезінде жұмсарту орындалды. Екі жағдайда да аустенитизацияландыру тем-пературасы – 860°C, ұстау 2 сағат. Изотер-миялық ұстау уақытына қатысты үлгілердің алынған қаттылығы 3 кестеде келтірілген.

X12 болат қаттылығына температура және изотермиялық ұстау уақытының әсері

Ұстау уақыты, сағ		0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
Қаттылық НВ	Ұстау температурасы 780°C	370	340	290	220	200
	Ұстау температурасы 760°C	250	200	190	180	170

3 кесте мәліметтеріне қатысты байқағанымыздай, 780°C температура – 760°C қатысты оңтайлы температураның ең жоғарғы температуралық «сатының» саналады. Жеткен 170-180НВ қаттылық – күйдірілген легіріленбеген инструменталды болаттың қат-тылығынан біршама ғана жоғары. Бірақта өндірістік пеште жұмсарту кезінде темпе-ратураны өлшеу және жұмысшы кенес-тіктегі температура градиенттеріндегі ауытқу шамамен 20°C және одан үлкен шаманы құрауы мүмкін. Сондықтан, изотермиялық ұстау температурасын біршама азайту ұсынылады, сәйкес ондағы ұстау біошама жоғарылатылады. Өндірістік жағдай үшін X12 болатты бөлшекті келесі жұмсарту үшін мына тәртіп ұсынылады: 860°C дейін қыздырылады, 2 сағат ұсталады, пеште 740 – 750°C дейін салқындатылады, ұстау 3-4 сағат, пеште не ауада салқындатылады.

Салқынды суда 1000°C температурамен салқындату кезінде жарықшалар X12 құйылған болатты стандартты соққы үлгілерінде әдетте екінші циклде түзіледі, суда үлгілер

75°C температурада салқындату кезінде алты жылуауысымды сақтайды.

Машиналы майда салқындатылатын үлгі-лерде тек 30-40 циклдерден кейін ғана түзіледі.

Диаметрі 40мм құйылған дайындамалы көлденең шайбалар центрде ыстық суда салқындатуда 2-3 есе жарықшалар түзіледі.

Соғылған үлгілер шамамен осындай өлшемдер үлкен жылуауысуды сақтайды.

Осылайша, X12 болаттан құйылған бөлшектер үшін, Гризли електерінің дискі-лері үшін, салқын су шыңдау ортасы ретінде қолданылмайды, ыстық суды ерекше жағ-дайда ғана қолдануға болады және өте сенім-ді, шыңдалу жарықшасы түзілмеу үшін майда ғана шыңдау керек.

Көміртекті болат үшін ұстау уақыты 15-20 минуттан артық болмау керек. Олардың қаттылығы шыңдау температурасы кезінде ұстау уақытына мүлдем тәуелді болмайды. Хромға қатысты диффузияның баяулай-тынын ескерумен, X12 болат үлгісі 860° C ден 1000°C дейін, 30 минут ұстаумен майды шыңдалды. 4 кестеде берілген.

Шынықтыру температурасында 30 минут ұстау кезіндегі қаттылықтың тәуелділігі

Шынықтыру температурасы, °C	860	890	920	980	1000
Қаттылық, НВ	590	610	600	610	600

4 кестеден байқағанымыздай, қаттылық шыңдау температурасына мүлдем тәуелді емес. Сондықтан, тепе-теңдік диаграмасына сәйкес карбидтерден хром және көміртектің қатты ертіндіге өтуі үшін 30 минут жеткілікті емес, тек ғана болаттың аустенитке өткен перлитті негізі ғана шыңдалады. Осы мәліметтер әртүрлі ұстау кезінде 1000° C температурада X12 болатты үлгілерді шыңдау кезінде анықталды. Бұл нә-

тижелер 1 суретте берілген.

1 суреттен байқағанымыздай, қаттылық 1,5-2,0 сағатқа дейін ұстауды жоғарылатумен жоғарылайды, әрі қарай ұстау қаттылықтың жоғарылауына әсер етпейді. Сондықтан мынандай қорытынды жасауға болады, 1000°C температураға сәйкесті қатты ертіндінің легірілену дәрежесіне жету үшін шамамен 1,5-2 сағаттан кем емес уақыт қажет.

Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

Осыны ескере отырып, әртүрлі температурамен ұстау уақытын 2 сағатқа дейін жоғарылатумен үлгілерді шыңдау тәжірибесі қайталанды. Алынған нәтижелер 2-ші графикалық суретте көрсетілген.

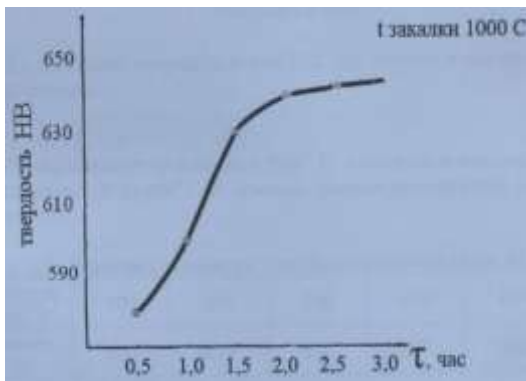
Осы мәліметтерден байқағанымыздай, максималды қаттылық 1000°C температура кезінде алынады. Сондықтан, осындай шыңдау температура X12 болатты Гризли елегінің дискілері үшін оңтайлы температура екені анықталды. Өте жоғарғы температура кезінде шыңдау қаттылығы тағы да қалдықты аустенит мөлшеріне

қатысты төмендейді.

Осылайша, дискілер үшін шыңдау алдындағы ең оңтайлы қыздыру тәртібі мынандай: қыздыру 980 – 1000°C дейін, ұстау 1,5-2 ағат. Өндірістік қыздыру пештері үшін шамалы жүктеу кезінде бөлшектердің қызу уақытын ескерумен, ұстауды 2,5-3 сағатқа дейін жоғарылатуға болады.

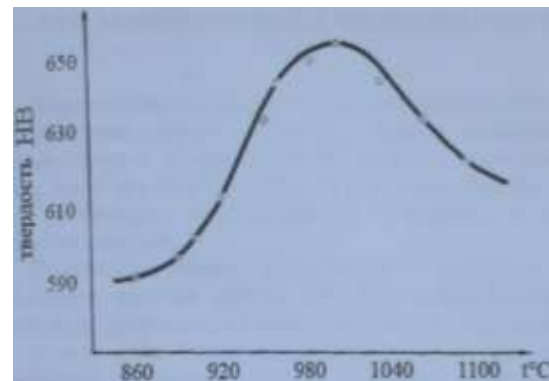
X12 болаттың шыңдалуы өте жоғары. Майда шыңдалған диаметрі 40мм құйылған дайындаманың көлденең тілігінде өте жоғары болады. Бетті қаттылық 630HB ортада 610HB.

X12 құйылған болат қаттылығына 1000°C шыңдау температурасы кезінде ұстаудың әсер етуі



1 сурет.

X12 құйылған болат қаттылығына 1000°C шыңдау температурасы кезінде 2 сағатты ұстаудың әсер етуі



2 сурет.

Майда 1000°C шыңдалған болат 2 сағат ұстаумен 200 ден 450°C дейінгі температурада жасытылды. Алынған мәліметтер 3 суретте берілген.

Құйылған X12 болаттың соққы тұтқырлығы 1000°C температурада майды шыңдаудан кейін анықталған стандартты тілікті үлгілерде 0,25-0,50 кгм/см² сұр шойынмен бірдей болды. Шамалы жоғарғы тұтқырлықты 0,50-1,0 кгм/см² салыстырмалы 400°C дейінгі температура кезінде жасытылды. Бұл нәтижелер әдебиеттегі мәліметтермен шыңдаудан кейінгі X12 болаттың төмен соққы тұтқырлығымен сәйкесті, әсіресе құйған күйдегі.

Байқағанымыздай, қаттылық іс жүзінде 350° С дейін жасыту кезінде төмендемейді. А.П. Гуляевтің мәліметтері бойынша, 200-300°C кезінде х жасыту нәтижелерінде X12

болаттың қаттылығының шамалы төмендегені туралы жайлы мәліметтер анықталмаған.

Тозу бекемділігі қйылған металл үшін анықталады. «шикі» түрдегі X12 болатты сынауды орындау үлгіні жасауға қатысты туындаған қиындықтарға байланысты жүзеге асырылмады. Сондықтан X12 болат үлгілері жасытудан, шыңдау және шыңдаумен жасытудан кейінгі күйде сынақтан өткізілді. С418-36 сұр шойын үлгісін шыңдаудан кейін және «шикі» түрде термиялық өңделмеген түрде сыналады. [2]

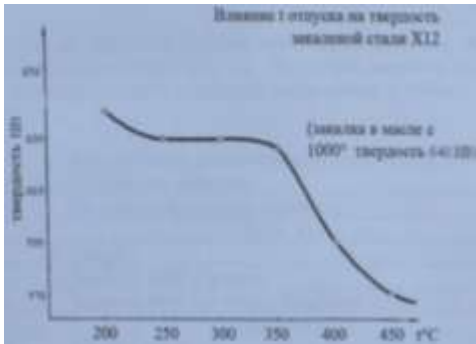
Шойынды үлгілерді сынау кезінде мына факті өзіне ерекше көңіл аударды, үлгілер ғана емес сонымен бірге абразивті шеңбердің де тозуы күшті болғаны байқалды. Сонымен, үлгі бетіндегі шойындағы графитті қоспалы металды өткір жиектері абразивті

Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

және осы жағдайдағы сияқты шындалмаған, сонымен бірге шындалған шойынды жеңіл кеседі. Осы өткір жиектер біруақытта абразивті шеңберден абразивті бөлшектердің үзілуіне әсер етеді, сондықтан, ол жылдам

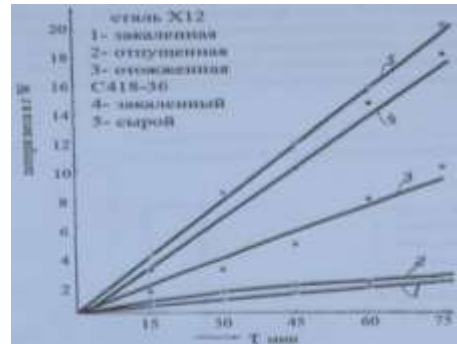
жонылады. Бүтін металл үшін, мысалы, көміртекті металда көрсетілген өткір жиектер болмайды, шыңдау тозу бекемділігінің шамалы жоғарылауын қамтамасыз етеді. [4]

Шынықтырылған Х12 болаттың қаттылығына жасыту температурасының әсер етуі



3 сурет.

Әртүрлі температуралық өндеуден кейінгі Х12 болат және сұр шойынның абразивті тозуы



4 сурет.

Шеңбердің жоғарғы тозуы Х12 күйдірілген болат үлгілерін сынау кезінде де байқалады. Мұнда болаттың жұмсақ негізі, ірі карбидтердің үгітілген және кварцты түйіршіктермен жеңіл кесіледі, ол үлгі және шеңбер арасына түскен кезде өздері кварцті шеңберді бүлдіреді және үлгінің тозуы күшейеді. Мұндай құбылысты, шамалы қысыммен орындалатын абразивті тозумен жұмыс жасайтын бөлшектер үшін Х12 болатты пайдалану кезінде ескеру қажет. Бұл жағдайда мүжілген карбид бөлшектің тозуын күшейтуге әсер етуі мүмкін. [3]

Алынған нәтижелер, сынақ нәтижелерін Х12 болат құрылымына қатысты түсіндіруге

болады, 5 сурет шындалған болаттың негізі қатты мартенситті, бұл эвтектикалық карбидтермен үйлескен кезде максималды тозу бекемділігі қамтамасыз етіледі. Карбидтердің эвтектикалық колониясы болат түйіршігін қоршайды, сондықтан оның соққы тұтқырлығы төмен болады. Жасыту кезінде мартенситті негіз толығымен сорбитті түрдегі ферритоцементті қоспаға ыдырайды, оның қаттылығы төмендейді, болат көлемінің 20 % ғана алады, бұл жақсы тозу бекемділігін қамтамасыз етпейді. Соққы тұтқырлығы әлсіз жоғарылайды, өйткені ірі эвтектика әлі де түйіршікті қоршайды.

Х12 болат құрылымына қатысты алынған нәтижелер



а – 1000°C шыңдаудан кейін, x500



б – 400°C кезіндегі шыңдау және жасытудан кейін, x500



в – 450°C кезіндегі шыңдаудан және кейін жасытудан кейін х500



г – 500°C кезіндегі шыңдау және жасытудан кейін х500

Сурет 5.

Қортындылар:

1. X12 ледебуритті түрлі болатты қорытпалар коксты елеуге арналған білікті електің дискілеріне арналған ең қолайлы материал. Механикалық өнделетін дискілер үшін ол ең оңтайлы саналады.

2 Оңтайлы тәртіп бойынша изотермиялық жасыту құйма X12 болаттың X12 200-300 қаттылығын қамтамасыз етеді, сол кездегі механикалық өңдеу толығымен қанағаттандырылады.

3. X12 құйма болаттың максималды қаттылығы шыңдау кезінде 1000 С. Шыңдау температура кезіндегі ұстау уақыты 1,5 сағаттан кем емес болады.

4. Зертханалық сынақ мәліметтері бойынша кварцті шеңбермен сыналған X12 шың-

далған болаттың абразивті тозу бекемділігі сұр «шала» шойынмен салыстырғанда 9 есе артық, төмен жасыту іс жүзінде оның тозу бекемділігін төмендетпейді, бірақта жұмсартылғаннан кейінгі күйде оның тозу бекемділігі сұр шойынмен салыстырғанда екі есе артық болады. Сұр шойынды шыңдау оның тозу бекемділігін шамалы аз жоғарылатады.

4. Өндірістік сынау өткізілген X12 болатты дискілер оңтайлы тәртіп бойынша емес термиялық өңделді: жеткіліксіз ұстаумен 950°C шыңдау, дискілердің бір бөлігі 250-300°C орнына 450°C кезінде жасытылды. Бірақта бұл жағдайда, хромды дискілер бекемдігі, шойынды дискілер бекемділігінен 3 есе артық болды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. <http://www.mining-enc.ru/k/kolosnikovyj-groxot>
2. А.П. Гуляев. *Металловедение*. – М.: *Металлургия*, Альянс, 2011 г. 644 с.
3. П.В. Парасюк. *Металлургическая и горная промышленность*, - М.: *Металургиздат*, 1968. – 261 с.
4. Ю.А. Геллер. *Инструментальные стали*. – М.: *Металлургия*, 1983-526с.