УДК 669.27: 669.14.018

ОТКО ЧЫДАМДУУ МЕТАЛЛДЫН ТЕЗ КЕСҮҮЧҮ БОЛОТТУН АУСТЕНИТТИК ДАНЧАЛАРЫНЫН ӨСҮШҮНӨ ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТУГОПЛАВКОГО МЕТАЛЛА НА РОСТ АУСТЕНИТНОГО ЗЕРНА В БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

EFFECT OF REFRACTORY METAL ON THE GROWTH OF AUSTENITIC GRAINS IN HIGH-SPEED STEEL

Б.М. Жолдошов, Б.М. Маматкадырова, С.К. Капаров, А.М. Шайылдаев, А.А.Айдаров

B.M. Zholdoshov, B.M. Mamatkadyrova, S. A. Kaparov, A.M. Shayyldaev A.A. Aydarov

Бул иште отко чыдамдуу металл катары вольфрам металлынын муздатылган тез кесүүчү болотто ысытуу учурунда аустенит дандарынын өсүү процессине тийгизген таасири изилденген. Эксперимент үчүн вольфрамдын ар кандай курамы бар тез кесүүчү болоттор эритилген. Металлографиялык усул натыйжасында ысытуу табынын жогорулашы менен изилденип жаткан болоттордо аустенит данчасынын өсүшүнүн үч баскычын аныкталган. Чек аралардын миграциясына негизделген эксперименттин жүрүшүндө α→γ калыб өзгөрүүсүндө ядролуу данчалардын жай өсүшү байкалды. Бардыгы болуп изилденген тез кесүүчү болоттордун орточо дан өлчөмү бир аз көбөйөт. Вольфрамды тез кесүүчү болоттордо легирлөө дандын өсүшүнө олуттуу таасирин тийгизет. Белгилеп кетсек, катуулануу деңгээли болоттун курамындагы вольфрамдын топтоолуушуна жана катуу эритмеге айланган карбид фазасынын массасына жараша жогорулайт.

В настоящей работе исследовано влияние самого тугоплавкого металла вольфрама на процесс роста аустенитных зерен при нагреве у отожженной быстрорежущей стали. Специально были выплавлены быстрорежущие стали для эксперимента с различным содержанием вольфрама. Металлографическим методом определены три стадии роста зерна аустенита в исследуемых сталях при повышении температуры нагрева. Наблюдено в процессе эксперимента медленный рост зерен, зародившихся при α→γ-превращении, на основании миграции границ. В совокупности у исследуемых быстрорежущих сталях средние размеры зерна возрастает незначительно. Значительное воздействие на рост зерна оказывает легирование вольфрама в быстрорежущую сталь. Необходимо

отметить то, что уровень наклепа повышается пропорционально концентрацию вольфрама в стали и массе карбидной фазы, переходящей в твердый раствор.

In this work, the influence of the most refractory metal, tungsten, on the process of growth of austenite grains during heating in annealed high-speed steel was investigated. High-speed steels were specially smelted for the experiment with different tungsten contents. The metallographic method determined three stages of austenite grain growth in the steels under study with increasing heating temperature. The slow growth of grains nucleated during the α→γ transformation was observed during the experiment, based on the migration of boundaries. In total, the average grain sizes of the studied high-speed steels increase slightly. Alloying tungsten into high-speed steel has a significant effect on grain growth. It should be noted that the level of hardening increases in proportion to the concentration of tungsten in the steel and the mass of the carbide phase turning into a solid solution.

Түйүн сөздөр: *тез кесүүчү болот, аустенит, кайра кристаллдашуу, полигондошуу, баскыч, катуулук, деңгээл, дан чектери, майышуу даражасы.*

Ключевые слова*: быстрорежущая сталь, аустенит, рекристаллизация, полигонизация, стадия, твердость, уровень, границы зерен, степень деформации.*

Key words*: high-speed steel, austenite, recrystallization, polygonization, stage, hardness, level, grain boundaries, degree of deformation.*

Тез кесүүчү болоттордо ысытуу учурунда аустенит данчаларынын өсүү себептери, кинетикасы жана механизми [1, 2] изилдөөлөрүндө каралган. Аустенит данчасынын өсүү шарттарына тез кесүүчү болоттун айрым элементтеринин таасирин аныктоо маанилүү экендигин белгилей кетүү керек.

Аустениттин кайра кристаллдашуусу диаграммасын түзүү жана аны жогорку табда механикалык иштетүү (НТМТ) критерийлерин оптималдаштыруу максатында Р12М3К5 тез кесүүчү болоттун структурасын түзүүгө ысытуу өлчөм мүнөздөмөлөрү жана пластикалык деформациянын таасири изилденген [3].

Тез кесүүчү болоттордо легирлөөчү элементтердин кайра бөлүштүрүлүшүн активдештирүү, дисперсиянын өзгөрүшү, ошондой эле, балким, ыдырашуу учурундагы фазалардын курамын активдештирүү үчүн үстүнкү критикалык жана субкритикалык

аймактардан көбөйтүүнү колдонуу мүмкүнчүлүктөрү каралат.

Заводдук Р12 жана Р18 эритмелеринин вольфрамдык болоттордун касиеттерине жышытуу шарттарынын таасирлери изилденген [4]. Жышытуу термикалык иштетүүсүнүн шарттамдары келтирилген жана алар төмөнкүдөй: T = 825 жана 900 °C, ошондой эле 8, 24 жана 48 саат аралыкта декарбонизация (көмүртектен ажыратуу) жана кычкылдануу процесстеринен коргоонуну камсыз кылуу максатында эксперименталдык үлгүлөр болоттон жасалган патрондо ысытылган.

Биздин изилдөөбүздө тез кесүүчү болотторго вольфрам негизги легирлөөчү металлынын таасири каралган, б.а. вольфрамдын жышытылган тез кесүүчү болотту ысытуу учурунда аустенит данчасынын өсүү кубулушуна байкоо жүргүзүлгөн. Эксперимент үчүн вольфрамдын ар кандай курамы бар тез кесүүчү болоттор эритилген (жадыбалды караңыз).

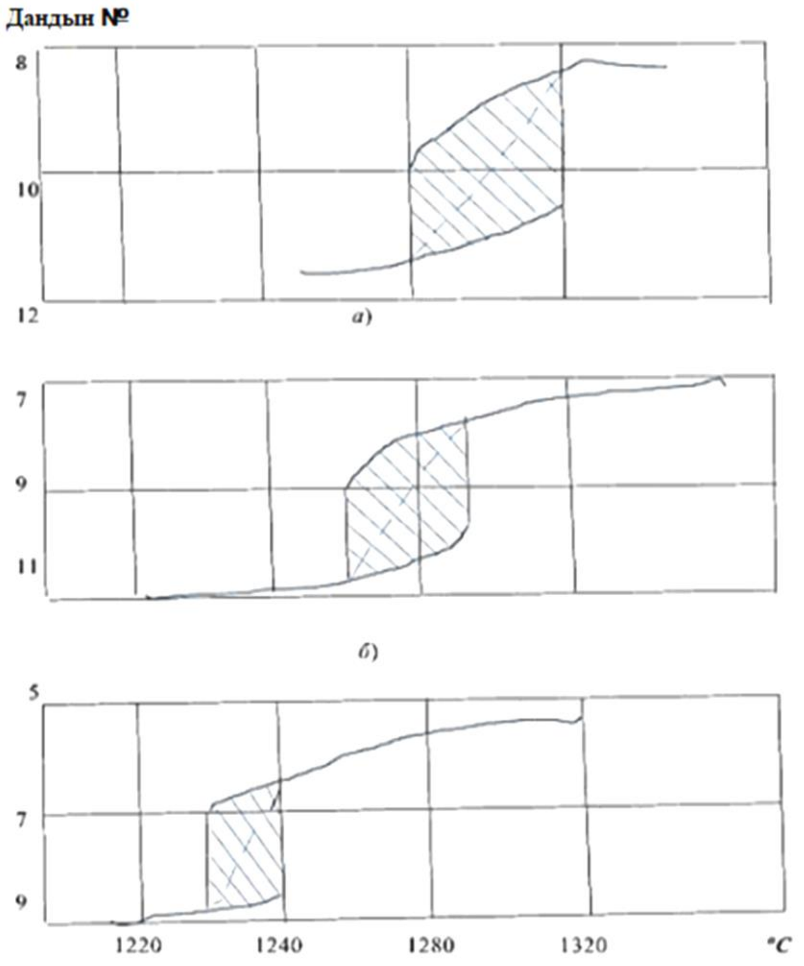
1-жадыбал –Болоттун химиялык курамы

Эритмелердин катары	Элементтердин курамы, %			
	C	W	V	Cr
1	0,81	7,5	1,5	1,3
2	0,78	11,6	1,6	1,4
3	0,80	17,4	1,7	1,6

Изилденип жаткан эритмелер кабыкча калыптарга куюлуп, кесилиши 14х14 мм болгон таякчаларга согулган жана тез кесүүчү болоттун стандарттуу шарттамы боюнча жышытылган. Демек, вольфрам топтолуусунун көбөйүшү менен, тез кесүүчү болоттордогу катуулугу жогорулайт жана Бринель ыкмасы боюнча НВ 182ден НВ 249га чейин жетет.

6х6х14 жана 14х14х14 мм өлчөмүндөгү изилденген үлгүлөр [5] ыкмасы боюнча белгилүү кармоо убактысы менен туздуу ваннада 1050 -1320 °C (ар бир 20 °C) чейин ысытылып, андан кийин үлгүлөр майда муздатылган.

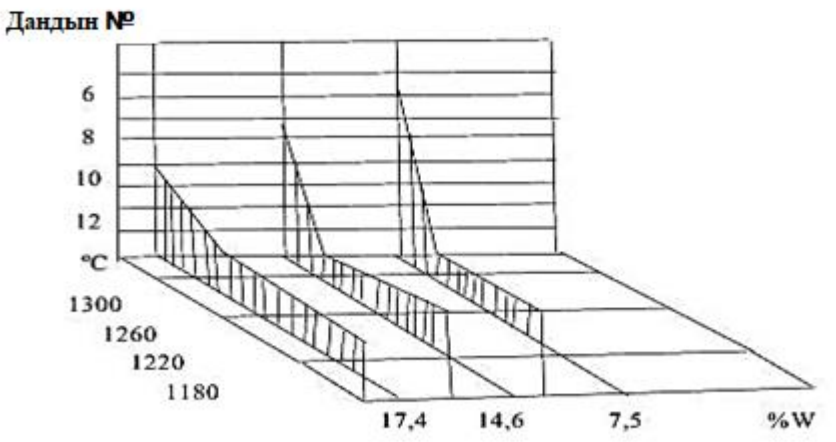
Металлографиянын жардамы менен изилденген болоттордо ысытуу табы жогорулаган сайын аустенит данчасынын өсүү процессинин үч баскычы аныкталган (1-сүрөт).



1 -сүрөт -Кичинекей (төмөнкү ийри) жана чоң (жогорку ийри) айстентит данчаларынын өсүшүнө ысытуу табынын таасири:
***а)* 17,4%W; *б)* 11,6%W; *в)* 7,5%W**

Чек ара миграциясынын натыйжасында α→γ калып өзгөрүүсүндө ядролуу данчалардын жай өсүшү байкалат. Бардык изилденген тез кесүүчү болоттордо бул этапта дандын орточо өлчөмү бир аз көбөйөт. Негизги легирлөөчү металл болгон вольфрамды болотко кошуу дандын өсүшүнө эң сонун таасирин тийгизет. Биринчи этаптын болушунун ар бир табтык аралыгында дан тез кесүүчү болотто вольфрам топтоолуушун 7,5 % тен 17,4 % ке чейин

көбөйүшү менен 2-3-кө азаят, муну мейкиндик диаграммасынан көрүүгө болот (2-сүрөттү караңыз).



2-сүрот. Вольфрамдын тез кесүүчү болотту ысытууда аустенит данчаларынын орточо олчомүно (санына) тийгизген таасиринин диаграммасы

Бул этаптын акыркы табы жана узактыгы вольфрамдын тез кесүүчү болоттун курамына пропорционалдуу. Дал ушул аймакта болотту катуулантуу үчүн ысытуу үчүн оптималдуу табы жайгашкан.

Биринчи этаптын анализинин негизинде данча туруксуз, табынын андан ары жогорулашы менен кайра кристаллдашуу кубулушу жүрүп, ал аустенит данчасынын кескин өсүшү менен мүнөздөлөт. Бул жогорку ылдамдыктагы болоттун структурасын түзүүнүн экинчи этабы, жана түпкү матрицанын данчаларынын эсебинен пайда болгон данчалар жана алардын удаалаш өсүшү. Дандын кескин өсүш деңгээлинде 17,4 % W тез кесүүчү болоттордо № 9-10 данчалар №7-8ге чейин жана ал эми №11-12 данчалар № 9-10го чейин жогорулайт.

Белгиленген чектерде вольфрам топтоолуушунун өзгөрүшү кайра кристаллдашуунун башталышынын табын 1150 дөн 1250 °Сге жылдырат, ал эми бул учурда анын пайда болуусунун таптык диапазону 20°С дан 40°С ге чейин кеңейет.

Тез кесүүчү болоттун ысып кетиши экинчи этапка өтүүдө катуулануу үчүн ысытылганда башталат.

17,4% W тез кесүүчү болотторунда кескин өсүү деңгээли кайра кристаллдашкан данчалар алардагы карбиддердин ургалдуу эрүү натыйжасында матрицанын калган дандарына караганда бир топ жеңил болот. Ысытууда жарык (светлые) данчалар баштапкы данчаларды өзүнө сиңирип алат, ошондой эле ушул учурда, кайра кристаллдашуу кубулшунда чек аралардын кыймылдуу чөлмөгүндө майда карбиддерди эритип тургандай сезилет [6].

7,5% W камтыган тез кесүүчү болоттор, майда жана ири данчалар, кайра кристаллдашуу учурунда стихиялуулугу жана карбиддик курамы боюнча айырмаланбайт, муну бул болоттордогу карбиддердин азыраак саны, бир калыпта эрүү жана катуу эритмеде бөлүштүрүү менен 17,4 % W камтыган тез кесүүчү болотторго карата салыштырмалуу түшүндүрүүгө болот.

Мында коллективдуу кайра кристаллдашуу механизми боюнча баштапкы данча башкалардын эсебинен өсүп чыгат. Бул 7,5% W камтыган тез кесүүчү болот ачык чектери менен эбегейсиз көп саны бар экенин белгилей кетүү керек. Жаңы данчалар ири дандардын өзүнчө аймактарында бир нече майда дандардын биригүүсүнөн жаралып, майда дандардын чек аралары адегенде араа тиштүү түзүлүшкө ээ болот.

11,6 % W камтыган тез кесүүчү болотто карбиддердин эң көп топтолушу байкалган жерлерде жарык данчалар байкалат; ал эми карбиддер менен бириккен жерлерде жыйноочу (собирательная) рекристаллизация өнүгөт.

Аустенит данчаларынын кескин өсүү деңгээлинде жүрүп жаткан кайра кристаллдашуу кубулуштарынын негизги шарты катары карбиддердин жогорку табында ысытууда ургалдуу эриши жана бул эрүү менен шартталган аустениттин катуулануусу каралышы мүмкүн, ал диффузиялык катуулануу деп аталат [7]. Белгилеп кетсек, катуулануу деңгээли болоттун курамындагы вольфрамдын топтолуушуна жана катуу эритмеге айланган карбид фазасынын массасына жараша жогорулайт. Мунун негизинде данчанын өсүшүнүн ар кандай механизмдерин тез кесүүчү болотто вольфрамдын топтолуушунун өзгөрүшү жана алардын

структурасында карбиддин гетерогендүүлүгүнүн бирдей эмес бөлүштүрүлүшү менен түшүндүрүүгө болот.

Структураны түзүүнүн акыркы этабында данчанын өлчөмүнүн жай өсүүсүн, данчанын өсүү темпи жана тез кесүүчү болотто вольфрамдын топтолуушунун төмөндөшү менен данча өлчөмүнүн өсүшүн байкоого болот;

Мисалы, 7,5 % W камтыган тез кесүүчү болотто данча өлчөмү №9-10дон №8-8,5ке чейин көбөйөт, ал эми концентрациясы 17,4% W болгон болотто карбид катмары чек аралар боюнча данчанын өсүшүн кармап турат.

Үчүнчү этапта данчалардын чек аралары түздөлүп, данчалар бир топ тең салмакташып, кристаллографиялык тең салмактуу үчтүк түйүндөрү пайда болот.

Бул деңгээлдеги данчанын өсүшү экинчи этапта карбиддердин негизги өлчөмү эригенден кийин аустениттин катууланууcунун төмөндөшүнүн натыйжасында басаңдайт, ал эми аустениттик данчалардын бир кыйла тең салмактуу конфигурациясы менен орой данчалуу тез кесүүчү болотто данчалардын чек ара энергиясы азаят.

Жыйынтык:

- вольфрамдын ар кандай концентрациялары менен жышытылган тез кесүүчү болотту ысытуу шарттарында аустенит данчаларынын өлчөмү карбиддердин эрүү натыйжасында аустениттин диффузиялык өз алдынча катууланууcунан келип чыккан кайра кристаллдашуу кубулушунун өнүгүшү менен аныкталат;
- отко чыдамдуу вольфрам металлынын болоттогу топтолуушунун жогорулашы карбид фазасынын өзгөрүшүнүн жана санынын көбөйүшүнө түрткү болот, натыйжада ысытуу учурунда аустенит торчолорунун статикалык бурмалануу даражасынын жогорулашына, кайра кристаллдашуу башталган табынын жогорулашы байкалат, ошону менен бирге анын пайда болуу аралыгын кеңейтет.

Адабияттар

1. Попандопуло А.Н. Жылдырылган тез кесүүчү болотту ысытуу учурунда аустениттин кайра кристаллдашуусу. -

Университеттердин жаңылыктары. Кара металлургия, 1970, № 7, 26-бет.

2. Попандопуло А.Н. Тез кесүүчү болоттордогу аустенит данчасынын өсүшүнүн кинетикасы жана активдешүү энергиясы. -Университеттердин жаңылыктары. Кара металлургия, 1984, № 7, 71-бет.
3. Жолдошов Б.М., Муратов В.С., Кенис М.С. Р18 тез кесүүчү болотун термоциклдик иштетүү. Машина куруудагы даярдоо өндүрүшү, №4, 2010. -М.: 45-48 бет.
4. Жолдошов Б.М. Р12 жана Р18 тез кесүүчү болотторунун касиеттеринин комплексине жышытуу режиминин таасири. Ош технологиялык университетинин кабарлары, №2, 2023. – Ош.: 179-184 бет.
5. Смольников Е.А. Катуу учурунда жылытуу убактысын кантип эсептөө керек. – «МиТОМ», 1980, №12, 53-б.
6. Горелик С.С. Металлдарды жана эритмелерди кайра кристаллдаштыруу. –М.: «Металлургия», 1977, №7, 154-б.
7. Архаров В.И. Катуу абалдагы заттын диффузия кубулуштары жөнүндө заманбап идеялар, - В: Д.К. Чернов, Темир полиморфизми. М., «Илим», 1971, 43-б.