

Маматкадырова Б.М., Жолдошов Б.М., Капаров С.Н.

Р6М5 ТЕЗ КЕСУҮЧҮ БОЛОТТОГУ ФАЗАЛЫК АЙЛАНУУЛАР

Маматкадырова Б.М., Жолдошов Б.М., Капаров С.Н.

ФАЗОВОЕ ПРЕВРАЩЕНИЕ В БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ Р6М5

В.М. Mamatkadyrova, В.М. Zholdoshev, S.N. Kaparov

PHASE TRANSFORMATION IN HIGH-SPEED STEEL R6M5

УДК: 669.017.3-138; 669.14.

Жумушта тез кесүүчү Р6М5 болотундагы фазалык айлануулардын өзгөчөлүктөрү белгиленген. Ошондуктан жогорку температурадагы кармоо процессинде пластикалык эвтектикалык карбид М6С жана VC карбиддерине айланып өтөт. Айлануу карбид-аустенит чек арасында баиталат, бирок кандайдыр бир убакта бир нече карбиддер пайда болуп жашап турушат: пластикалык перифериялар карбиддик айлануулардын азыктарынан болушат, ал эми ички бөлүкчөлөрү баитапкы карбиден болот, мындайча караганда карбиддик айлануу процессинде химиялык состав өзгөрөт, жана жылуулук тагын тазалоодо боектуу болуусу аны айгинелет. Тез кесүүчү болоттогу карбиддик айлануунун баитапкы этабы 960°Сдагы жыштыгунан кийин белгиленген, ал жумуш куюндундагы кесүүдө алдын ала жүргүзүлөт. Айлануулардын тез ылдам өсүшү жогорку температурада болуучу байкалат, ошол убакта легирленген элементтердин диффузия процессинин орун алуусу ыктымал. Ысытуу 1110-1150°Сда жүргүзүлдү жана аралыгы 20°Сда 2 саат кармоо менен лаборатордук сизит камералык мешинде аткарылды. Температураны текшерүү платина-платинораций термометр менен жүргүзүлдү, ошону менен бирге ±2 °Сны так кармап турдук. Белгиленген температураларда беш үлгүлөрдү ар бир куюндундан жыштып турдук: горизонттун төмөнкү тарабынан, горизонттун төмөнкү борборунан, горизонттун жогорку тарабынан, горизонттун жогорку борборунан.

Негизги сөздөр: режим, термикалык, иштетүү, ысытуу, карбид, фаза, болот, температура.

В работе проведены экспериментальные опыты исследования режимов термообработки для деталей арматуры из литой стали 1X25N14T-L а также даны обоснования и рекомендации режимов термообработки. В научной работе рассмотрены особенности фазовых превращений. Поэтому в процессе высокотемпературной выдержки происходит превращение карбида пластинчатой эвтектики в карбиды М6С и VC. Начинается превращение на границе карбид-аустенит, но некоторое время сосуществует несколько карбидные фазы: пластинчатой периферии состоит из продуктов карбидного превращения, а внутренняя часть из исходного карбида, по-видимому, химический состав которых изменяется в процессе карбидного превращения, и окраска при тепловом травлении оно свидетельствует. Начальный этап карбидного превращения фиксируется в быстрорежущей стали после отжига 960°С, который

проводился перед началом разрезки слитков. Интенсивно развивается превращение лишь при высоких температурах, при которых становится возможной процесс диффузии легирующих элементов. Нагрев проводили при температурах 1110- 1250°С через каждые 20°С, с выдержкой 2 ч. в лабораторной камерной силитовой печи. Контроль температуры проводили платино-платинорадиевой термометром, а также строго поддерживали ±2°С. При указанных температурах отжигали по пять образцов от каждого слитка: край нижнего горизонта, центр нижнего горизонта, край верхнего горизонта, центр верхнего горизонта.

Ключевые слова: режим, термическая, обработка, нагрев, карбид, фаза, сталь, температура.

In this work, experimental experiments were carried out to study the modes of heat treatment for reinforcement parts made of cast steel 1X25N14T-L, and also justification and recommendations for the modes of heat treatment were given. In scientific work, the features of phase transformations are considered. Therefore, in the process of high-temperature holding, the transformation of the carbide of the lamellar eutectic into carbides M6C and VC occurs. The transformation begins at the carbide-austenite interface, but for some time several carbide phases coexist: the plate periphery consists of carbide transformation products, and the inner part of the initial carbide, apparently, the chemical composition of which changes during the carbide transformation, and color upon thermal etching testifies. The initial stage of carbide transformation is recorded in high speed steel after annealing at 960 ° C, which was carried out before the start of cutting ingots. The transformation develops intensively only at high temperatures, at which the process of diffusion of alloying elements becomes possible. Heating was carried out at temperatures of 1110-1250 ° C every 20 ° C, with exposure for 2 hours in a laboratory chamber silite furnace. Temperature control was carried out with a platinum-platinum-radium thermocouple, and was also strictly maintained at ± 2 ° C. At the indicated temperatures, five samples were annealed from each ingot: the edge of the lower horizon, the center of the lower horizon, the edge of the upper horizon, and the center of the upper horizon.

Key words: mode, heat, treatment, heating, carbide, phase, steel, temperature.

В процессе обработки инструментальных сталей, именно быстрорежущие стали подвергаются нагревам до уровня высоких температур, что в

результате приводит изменениям структурных фаз и природа изучена недостаточно. Необходимо поэтому для обоснованного выбора параметров термической обработки изучения эти процессы и явления.

Кинетика и механизм фазовых превращений, а именно процесс карбидных превращений в стали Р18 исследован в [1]. В указанной работе были изучены структурные изменения в быстрорежущей стали Р6М5. Эксперименты проведены на образцах, изготовленных на образцах из продольных плит 1125 – килограммовых слитков, выплавленных в 25 тонной электрически дуговой печи обычным методом и модифицированных азотом и цирконием.

В быстрорежущей стали Р6М5 составляющая эвтектическая в сравнении от большинства быстрорежущих вольфрамовых сталей характеризуется множеством большим количеством морфологических типов эвтектических колоний.

В совокупности они не имеют общеназванных понятий, поэтому была принята следующая терминология.

1. Скелетная эвтектика, образованная на основе карбида формулы M_6C ; а ее морфология была изучена в научной статье [2].

2. Перьевидная или веерная пластинчатая эвтектика типична для стали Р6М5, зарождается на основе карбида, природа которого не выявлена. Колония этой эвтектики имеет подобии пластинчатого строения [3], но карбид ее не является цементитом, так как она содержит большое количество элемента молибдена, вольфрама хрома и ванадия и малое количество железа.

3. Эвтектика гексагональная - на базе карбида MC , содержащего большое количество ванадия. В полученных у быстрорежущих сталей слитках карбидная фаза наблюдается в небольшом количестве, чаще всего в структурно-свободном состоянии. Колонии у таких эвтектик встречаются в ликвационных участках.

Структурная составляющая преобладает в исследуемых слитках – это пластинчатая эвтектика, остальные морфологические вроде типов эвтектик встречаются намного реже.

Нагрев проводили при температурах 1110-1250° С, через каждые 20° С, с выдержкой 2 ч. в лабораторной камерной силитовой печи. Контроль температуры проводили платино-платинорадиевой термопарой, а также строго поддерживали $\pm 2^\circ$ С. При указанных температурах отжигали по пять образцов от каждого слитка: край нижнего горизонта, центр нижнего горизонта, край верхнего горизонта, центр верхнего горизонта.

В образцах подготовленных слитков, отожженных перед разрезкой при 960° С, карбиды некоторые пластинчатой эвтектики в отличие от образцов, вырезанных из литников слитков, характеризуются едва различимой под микроскопом неоднородностью строения (после различной травимостью наружных и внутренних участков карбидных пластин, причем наружная часть выглядит двухфазной).

На рисунке 1 представлена микроструктура быстрорежущей стали Р6М5 после процесса высокотемпературной обработки при различных температурных режимах.

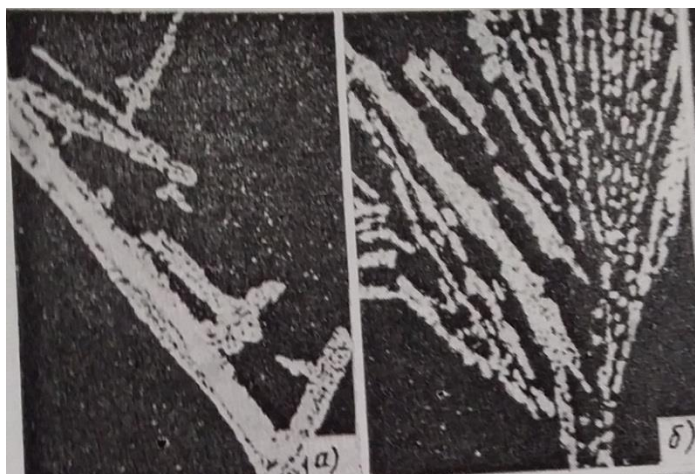


Рис. 1. Пластинчатая эвтектика быстрорежущей стали Р6М5 после отжига 2 ч. при различных температурных режимах.

Карбид пластинчатый эвтектики при температуре отжига 1125°C, приобретает четко выраженную многофазную строению (рис. 1а). Центральная часть пластины после теплового травления приобретает светло-коричневый цвет. Наружная сторона состоит из коричневых дисперсных карбидов и светло кремowego карбида. Часть пластины вышеупомянутой слоистости не имеет и состоит из светлого поля с вкрапленными в него коричневыми частицами другого карбида.

Повышение температуры отжига до 1140°C, приводит к уменьшению количества слоистых карбидов, и вместе с этим становится меньше размеры центральных коричневых участков.

При температуре 1160°C, трехфазное строение обладают лишь грубые карбиды на периферии колоний, а при температуре 1180°C, малое количество крупных карбидов еще сохраняет слоистость, также при температуре 1200°C, все карбиды пластинчатой эвтектики приобретают двухфазное строение

Структурная составляющая	Содержание элементов, в %				
	W	V	Mo	Cr	Fe
Матрица	1,1	0,5	3,4	2,75	74
MC	26,3	2,65	11,5	1,61	26,2
M ₆ C	9,85	43,5	10,1	9,85	0,6

Поэтому в процессе высокотемпературной выдержки происходит превращение карбида пластинчатой эвтектики в карбиды M₆C и VC. Начинается превращение на границе карбид-аустенит, но некоторое время сосуществует несколько карбидные фазы: пластинные периферии состоит из продуктов карбидного превращения, а внутренняя часть из исходного карбида, по-видимому, химический состав которых изменяется в процессе карбидного превращения, и окраска

(рис.1б).

Применяли специальные методы травления для определения типов карбидов образующихся при высокотемпературной обработке.

После электролитического травления в 1,2%-ном хромовом ангидриде карбиды диспергированные карбиды окрашиваются в темный цвет, а вторая карбидная фаза остается светлой. При травлении в щелочных растворах перманганата калия идет обратный эффект. Таким образом, во время обработки шлифов специальными реактивами для разделения карбидов MC и M₆C [4], диспергированные кристаллы выглядят в светлом карбиде, идентифицируется как карбиды MC, а карбид светлый - как M₆C.

Рентгеноспектральный локализованный анализ показал, что карбиды MC содержат большое количество ванадия, поэтому их будем называть карбидами ванадия, карбидная вторая фаза M₆C, содержащий молибден, вольфрам, ванадий, железо и хром (табл.).

при тепловом травлении оно свидетельствует.

Начальный этап карбидного превращения фиксирована в быстрорежущей стали после отжига 960°C, который проводился перед началом резки слитков. Интенсивно развивается превращение лишь при высоких температурах, при которых становится возможной процесс диффузии легирующих элементов.



Рис. 2. Микроструктура быстрорежущей стали Р6М5 после проведения процесса отжига при 1160(а) и 1180 °С (б). [x800].

Из карбида гексагональной эвтектики также выделяется карбид ванадия (рис. 2а). Однако на основе имеющихся приведенных данных нельзя решить, сохраняет ли исходный карбид свою решетку или в результате карбидного превращения образуются два других карбида.

В эвтектике скелетной также можно наблюдать образование карбидов M_6C , которые располагаются чаще всего на границе карбид – аустенит (рис. 2б).

При высокой температуре отжига 1210-1250°C, происходит деление карбидов M_6C , коалесценция и сфероидизация карбидных частиц, но в процессе коалесценции обе карбидные фазы приобретают огранку.

Степень коалесценции и деления карбидов в центральной и краевой зоне слитка отличаются, карбиды краевой зоны при всех температурах остаются мельче, чем центральной. В верхнем горизонте карбиды крупнее, чем в нижнем горизонте. Укрупнение карбидных частиц в гексагональной эвтектике происходит медленнее по сравнению в пластинчатой.

Интенсивный рост карбидов обоих типов наблюдается при повышении температуры до 1260°C, идет параллельно оплавление эвтектических с карбидов с образованием эвтектики различных видов. В центральной части нижнего горизонта сохраняются участки с крупными не оплавившимися карбидами с четкой огранкой.

Происходящие процессы при высокотемпературном отжиге в быстрорежущей стали Р6М5, модифицированной азотом или цирконием, аналогичен описанным для стали обычного способа выплавки. Скорости процессов карбидного превращения, сфероидизация, деления и коалесценции карбидных частиц неодинаковы.

Развитие карбидного превращения наиболее ин-

тенсивно в стали, модифицированной азотом, и наименее интенсивно после обычного способа выплавки.

Процессы сфероидизация, коалесценция и деления происходит быстрее в слитке обычного способа выплавки, чем слитке стали, модифицированной азотом. Слиток быстрорежущей стали Р6М5, занимает промежуточное положение, модифицированной цирконием.

Выводы:

- В быстрорежущей стали Р6М5 в отличие от стали Р18 карбидное превращение осуществляется при коротких выдержках и относительно низких температурах.

- В быстрорежущей стали Р6М5 модифицированной цирконием и азотом, скорость изменения формы карбидных частиц уменьшается, а скорость карбидного превращения увеличивается.

- Различие структурного фазового состояния быстрорежущей стали Р6М5, обычного способа выплавки и модифицированной, при одинаковых режимах тепловой обработки свидетельствует о необходимости корректировки параметров нагрева слитков модифицированной быстрорежущей стали Р6М5 под прокатку.

Литература:

1. Купалова И.К. Структура и свойства стали Р6М5 после ТМО./«Инструментальные стали», 1990. - №3. - С.23-25.
2. Малиночка Н.Я., Таран Ю.Н., Бунин К.П. Основы металлографии чугуна - М.: «Металлургия», 1999.- 415 с.
3. Буркалов Р., Крафт Р., Гольдштейн Ж. П.Ф. Металлургическая трансформация в быстрорежущей стали. - М.: «Металлургия», 1994. - С. 87.
4. Жолдошов Б.М., Муратов В.С., Кенис М.С. Термоциклическая обработка быстрорежущей стали Р18. - М.: «Заготовительные производства в машиностроении», №4. - 2010. - С. 45-47.