

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ СТАЛИ X12M В РЕЗУЛЬТАТЕ ЦИКЛИЧЕСКОГО ТЕПЛООВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Ю. П. Хараев<sup>1</sup>, Б. Д. Лыгденов<sup>1, 2</sup>, Мэй Шунчи<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления,  
г. Улан-Удэ, Россия

<sup>2</sup> Уханьский текстильный университет, г. Ухань, Китай

В работе показано влияние термоциклической обработки на изменение карбидной и мартенситной фаз в инструментальной стали. Применение метода термоциклической обработки повышает ударную вязкость инструментальной стали, работающей в условиях динамических нагрузок.

**Ключевые слова:** мартенсит, карбид, инструментальная сталь, температура, ударная вязкость

## FEATURES OF FORMATION OF STRUCTURE OF STEEL X12M DUE TO CYCLIC THERMAL EXPOSURE

Yu. P. Kharaev<sup>1</sup>, B. D. Lygdenov<sup>1, 2</sup>, M. Shunqi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> East Siberia State University of Technology and Management, Ulan-Ude, Russia

<sup>2</sup> Wuhan Textile University, Wuhan, China

The paper shows the influence of thermocyclic treatment on the change of carbide and martensite phases in tool steel. Application of the method of thermocyclic treatment increases the toughness of tool steel, working in conditions of dynamic loads.

**Ключевые слова:** martensite, carbide, tool steel, temperature, and impact strength

Термическую обработку образцов и инструмента (пробивные пуансоны) проводили в двух промышленных соляных ваннах типа СВС: 1-я ванна – высокотемпературная, 2-я – низкотемпературная. Температуру высокотемпературной ванны выбирали несколько ниже общепринятой температуры закалки для этой стали 970 – 990 °С с целью исключения перегрева. Температуру второй ванны определяли исходя из результатов и анализа диаграммы изотермического превращения переохлажденного аустенита: область температуры в зоне минимальной устойчивости аустенита – 690 – 740 °С. Термообработку образцов проводили по следующему режиму: (970 – 990 °С) → (690 – 740 °С) → (970 – 990 °С) → Закалка в масло. Далее проводили низкий отпуск при температуре 200°С в течении 2 часов.

Исследования изменения карбидной и мартенситной фазы показали, что происходит

снижение интенсивности пиков на соответствующих карбидах. При этом происходит сужение пика мартенситной фазы, что свидетельствует об уменьшении содержания углерода в α-фазе. Наряду с измельчением карбидов происходит образование новых мелких карбидов округлой формы. Также следует отметить, что наряду со снижением содержания углерода в α-фазе происходит уменьшение содержания остаточного аустенита.

После термоциклирования происходит измельчение карбидов. Их распределение в объеме металла более равномерное, чем после традиционной термообработки.

Уменьшение содержания углерода в мартенсите делает его более пластичным. Высвободившийся углерод образует новые карбиды. Наряду с этим отмечается снижение интенсивности линий соответствующих карбидов, вероятно, это связано с измель-

чением карбидных фаз.

Таким образом, применение метода ТЦО повышает ударную вязкость стали Х12М до 2-х раз, что исключает хрупкое разрушение (сколы) рабочих кромок пробивного и вырубного инструмента и значительно повышает его стойкость. Стойкость пробивных пуансонов повысилась в 2–3 раза. Отмечено отсутствие сколов на рабочих поверхностях инструмента.

Повышение ударной вязкости стали Х12М после ВТЦО связано с изменением химического состава мартенсита (снижением содержания в нем углерода), измельчением и образованием новых мелкодисперсных карбидов.

#### Список литературы

1. Гурьев, А.М. Циклическое тепловое воздействие при термической и химико-термоциклической обработке инструментальных сталей / А.М. Гурьев, Л.Г. Ворошнин, Ю.П. Хараев, Б.Д. Лыгденов, Е.В. Черных // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. - 2005. - Т. 2. - № 3. - С. 37-45

2. Лыгденов, Б.Д. Термоциклирование. Структура и свойства / Б.Д. Лыгденов, Ю.П. Хараев, А.Д. Грешилов, А.М. Гурьев // Барнаул, - 2014.

3. Гурьев, А.М. Исследование процессов диффузии в стали при циклическом тепловом воздействии / А.М. Гурьев, Ю.П. Хараев, О.А. Гурьева, Б.Д. Лыгденов // *Современные проблемы науки и образования*. - 2006. - № 3. - С. 65-66.

4. Лыгденов, Б.Д. Фазовые превращения в сталях с градиентными структурами, полученными химико-термической и химико-термоциклической обработкой: дис.... канд. техн. наук. - Новокузнецк, - 2004.

5. Гурьев, А.М. Теория и практика получения литого инструмента / А.М. Гурьев, Ю.П. Хараев // Барнаул, 2005.

6. Гурьев, А.М. Термоциклическое и химико-термоциклическое упрочнение сталей / А.М. Гурьев, Л.Г. Ворошнин, Ю.П. Хараев, Б.Д. Лыгденов, С.А. Земляков, О.А. Гурьева, А.А. Колядин, О.В. Попова // *Ползуновский вестник*. - 2005. - № 2-2. - С. 36-43.

7. Гурьев, А.М. Исследование процессов диффузии в стали при циклическом тепловом воздействии / А.М. Гурьев, Ю.П. Хараев, О.А. Гурьева, Б.Д. Лыгденов // *Современные проблемы науки и образования*. - 2006. - № 3. - С. 65-66.

8. Грешилов, А.Д. Влияние термоциклической обработки на свойства литейных сплавов на основе алюминия, инструментальной стали и на диффузионные процессы при химико-термической обработке / А.Д. Грешилов, Ю.П. Хараев, А.М. Гурьев, Б.Д. Лыгденов, Мэй Шунчи // *Вестник ВСГУТУ*. - 2014. - № 5 (50). - С. 59-66.

9. Kharaev Yu.P., Lygdenov B.D., Mei Sh. Features of formation steel x12m structure at cyclic thermal treatment // В сборнике: Effect of external influences on the strength and plasticity of metals and alloys Book of the International seminar articles. Edition in Chief: Professor Sc. D., Starostenkov M.D.. - 2015. - С. 123.

**Хараев Юрий Петрович**<sup>1</sup> – д. т. н., профессор  
**Лыгденов Бурьял Дондокович**<sup>1,2</sup> – д. т. н., доцент<sup>1</sup>, заведующий кафедрой «Металловедение и технологии обработки материалов»<sup>1</sup>, профессор<sup>2</sup>  
**Мэй Шунчи**<sup>2</sup> – профессор, декан факультета Автоматизации и Механизации

<sup>1</sup> ФГБОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления» (ВСГУТУ), г. Улан-Удэ, Россия

<sup>2</sup> Уханьский текстильный университет, г. Ухань, Китай