

07; 12

© 1992

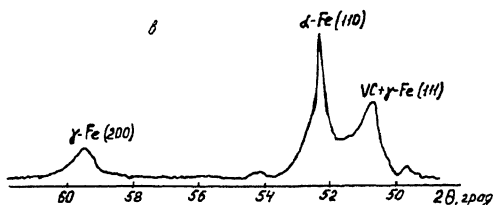
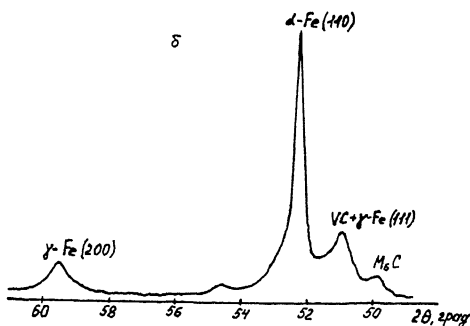
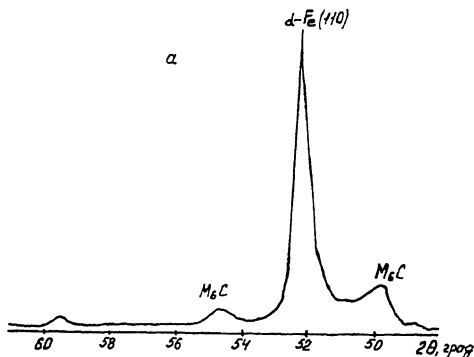
ЛАЗЕРНОЕ УДАРНО-ВОЛНОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАСТВОРЕНИЯ СЛОЖНЫХ КАРБИДОВ

Т.В. Бухтина, Н.Г. Варенова,
П.Ю. Кикин, А.И. Пчелинцев,
Е.Е. Русин

Универсальность и эффективность использования лазерного излучения для поверхностного неразрушающего термоупрочнения быстрорежущих сталей реализуется лишь частично [1-3]. Последнее связано с тем, что в отличие от обычных углеродистых сталей, где целью упрочнения является закалка на максимальную твердость, при термообработке быстрорежущих сталей наряду с отмеченным требуется обеспечить высокую теплостойкость модифицированного слоя [4]. Сочетание этих показателей (высокой твердости и высокой теплостойкости) проблематично реализовать, используя традиционный термический цикл лазерно-теплового воздействия. Это связано с тем, что теплостойкость структуры в значительной мере определяется степенью растворения карбидов в матрице γ -железа, лимитируется диффузией и требует более длительных, по сравнению с термическим циклом лазерного воздействия, интервалов времени. Решить эту проблему позволяет в ряде случаев использование дополнительных технологических операций, направленных на предварительную модификацию структуры сплава с целью увеличения ее диффузионной восприимчивости. К ним, в частности, можно отнести методы предварительного подогрева сплава, электроимпульсную и магнитную обработку. Однако осуществление вышеперечисленных воздействий на материал носит, как правило, объемный характер и может привести к разупрочняющим эффектам.

Данное сообщение посвящено определению возможности применения предварительной лазерной ударно-волновой обработки (ЛУВО) для локально-избирательной интенсификации растворения сложных карбидов в быстрорежущих сталях и, как следствие - определение эффективности использования ЛУВО в комбинации с традиционной лазерной закалкой для поверхностного упрочнения изделий из быстрорежущих сталей.

В проведенных экспериментах лазерную ударно-волновую обработку осуществляли импульсами излучения рубинового лазера, работающего в режиме модулированной добротности. Параметры импульса: энергия - 1.5 Дж, длительность 20 нс, интенсивность облучения - 10^{10} Вт/см². Энергетические характеристики импульса облучения позволили инициировать ударную волну амплитудой до 0.8 ГПа.



Фрагменты дифрактограмм после различных видов обработки: а – ЛУВО, б – лазерная закалка, в – ЛУВО с последующей лазерной закалкой.

Измерения параметров ударной волны проводились по интерференционной методике, описанной, например, в работе [5].

Традиционную лазерную закалку осуществляли импульсами квазистационарного излучения ИАГ лазера. Параметры облучения: энергия – 14 Дж, длительность импульса – 4 мс, интенсивность облучения – $4-4.5 \cdot 10^4$ Вт/см². Для исследований использовали образцы из отожженной стали Р6М5.

Т а б л и ц а

Обработка	Количество карбидов, % (объемн.)		Количество остаточного аустенита, % (объемн.)
	M_6C	MC	
Отжиг	17	1.5	-
ЛУВО	17	1.5	2
Лазерная закалка	7.5	0.8	16.5
ЛУВО с последующей лазерной закалкой	5.0	0.2	30

Исследование фазового состава поверхностного слоя после различных видов обработки и их сочетание осуществляли методами рентгеновской дифрактометрии на установке ДРОН-3. Использовали фильтрованное кобальтовое излучения с методом фокусировки по Бреггу-Брентано. Количественная оценка фазового состава проводилась путем соотношения площади определенного пика данной фазы к площади пика (110) γ -железа.

Сравнение фазового состава для образцов их исходного материала и для образцов, прошедших ЛУВО, говорит о том, что содержание сложных карбидов практически (в пределах погрешности измерений) не изменяется, что говорит об отсутствии заметных фазовых превращений в зоне облучения, вызванных деформационными процессами, стимулированными прохождением лазерно-индуцированных ударных волн.

Традиционная лазерная закалка приводит к частичному растворению M_6C (приблизительно на 50 %) и MC (приблизительно на 45 %) в матрице аустенита. Это в последствии приводит к значительному увеличению количества остаточного аустенита.

Качественно другая картина наблюдается при диагностике фазового состава образцов, прошедших сложную обработку: ЛУВО с последующей лазерной закалкой. Наблюдается почти четырехкратное уменьшение концентрации карбида MC и более чем 40%-ное уменьшение карбида M_6C (по сравнению с традиционной лазерной закалкой).

Статистически усредненные результаты экспериментов представлены в таблице. Фрагменты дифрактограмм представлены на рисунке.

Следует заметить, что несмотря на регистрируемые различия фазового состава, оптическая металлография в диапазоне умеренных увеличений (до 500) не выявила характерных структурных различий для двух последних случаев.

К вышеотмеченным явлениям, вероятно, приводит радикальное изменение морфологии карбидных включений (например, их существен-

ное измельчение), а также повышение плотности дефектов в окрестности границы карбидного включения и матрицы основного металла.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] К о в а л е н к о В.С., Г о л о в к о Л.Ф., М е р к у л о в Г.В. и др. Упрочнение деталей лучом лазера. Киев: Техника, 1981.
- [2] Л е о н т ь е в Г.А., Х а н М.Г., Ч е к а н о в а Т.Н. Лазерная поверхностная обработка металлов и сплавов. М.: Metallurgia, 1986.
- [3] Б а ж е н о в а Л.В., Г у р е е в Д.М., М е д н и к о в С.И., Ф о к и н Б.Б. Особенности фазовых превращений при лазерной закалке быстрорежущих сталей. Препринт. ФИАН. № 39. 1989. 50 с.
- [4] Г е л л е р Ю.А. Инструментальные стали. М.: Metallurgia, 1982.
- [5] Б р а г о в А.М., Р у с и н Е.Е., Л о м у н о в А.К. Применение лазерного интерферометра Майкельсона для измерения параметров ударной нагрузки. Тезисы докладов 3 Всесоюзного семинара „Опτικο-геометрические методы исследования деформаций и напряжений“, Днепропетровск, 1978.

Поступило в Редакцию
4 февраля 1992 г.