

кратной пробивки отверстий в стальных пластинах толщиной 4 мм имеет достаточно неровную поверхность, что говорит о неравномерности её износа. Эти факты могут свидетельствовать о том, что режим закалки и плазменного упрочнения пуансона требуют тщательной оптимизации.

Рисунок 2 – Снимок микроструктуры приповерхностного слоя пуансона (x500)

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сорокин, В.Г. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин [и др.]; под общ. ред. В.Г. Сорокина. – М.: Машиностроение. – 1989. – 640 с.
2. Геллер, Ю.А. Материаловедение: методы анализа, лабораторные работы и задачи / Ю.А. Геллер, А.Г. Рахштагт. – М.: Металлургия. – 1975. – 447 с.
3. Костиков, В.И. Плазменные покрытия / В. И. Костиков, Ю.А. Шестерин. – М.: Металлургия. – 1978. – 159 с.

УДК 621.785

ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И МИКРОТВЕРДОСТЬ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ ВК8, Т15К6 И Т5К10

Галилеев А.Г., Веремей П.В., Лапковский А.С.

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

1. Введение

В настоящее время инструменты из твердых сплавов получили широкое распространение в промышленности. Применение многогранных неперетачиваемых быстросменных пластин из твердых сплавов при механической обработке материалов позволяет в несколько раз повысить производительность процесса за счет увеличения скоростей резания. Высокие режущие свойства твердого сплава обусловлены наличием в нём вольфрама. Однако обратной стороной высоких характеристик твердосплавного инструмента является дороговизна его составляющих, в частности того же вольфрама. Кроме того, недостатком твердых сплавов является их неудовлетворительная прочность и ударная вязкость в сравнении с быстрорежущими сталями [1].

Дальнейшее повышение скоростей резания и производительности обработки связано в первую очередь с совершенствованием свойств инструментальных материалов, подразумевающим в том числе и получение границ раздела «кар-

бид металла – связующее» с необходимыми прочностными и упругими характеристиками. Лазерная закалка импульсным и непрерывным излучением позволяет повысить уровень свойств материалов и создать сплавы с новым комплексом физико-механических свойств. Происходящие в процессе лазерной закалки структурно-фазовые превращения поверхностного слоя позволяют добиться повышения размерной стойкости инструмента в 2-3 раза. Особый интерес в данном вопросе представляет использование сканирующих систем управления лазером, с помощью которых возможно достижение более равномерного распределения свойств по сечению поверхностного слоя и, как следствие, повышение итоговой стойкости твердосплавного инструмента.

В данном исследовании проводилось изучение влияния лазерного упрочнения сканирующим излучением на структурно-фазовые превращения твердых сплавов, происходящие в поверхностном слое обрабатываемых пластин, а также исследовалось влияние режимов лазерной обработки на микротвердость поверхности.

2. Экспериментальная часть

2.1 Упрочняемые материалы и режимы обработки

Упрочняющей обработке подвергались пластины из твердых сплавов марок ВК8, Т15К6 и Т5К10. Данные марки сплавов содержат 6..10% Со-связки, 5 и 15% карбида титана TiC (для сплавов Т5К10 и Т15К6 соответственно), а также карбид вольфрама WC. Обработка велась при мощности лазерного пучка 800 Вт, частоте сканирования 220 двойных ходов в секунду и при скорости перемещения лазера, изменявшейся в диапазоне 300..900 мм/мин.

2.2 Исследование структурно-фазового состава

Были проведены исследования фазового и химического состава поверхностного слоя твердосплавных пластин, подвергнутых упрочняющей лазерной обработке, в ходе которых выяснялись следующие вопросы:

- 1) фазовый состав исходного и обработанного лазером материала пластины;
- 2) приблизительное соотношение количеств фаз.

Проведение съемок выполняли в строго идентичных условиях на дифрактометре ДРОН-3,0 при скорости поворота образца 1 град/мин в медном монохроматизированном излучении [2].

2.3 Исследование микротвердости

Основным физико-механическим свойством упрочненного слоя, определяющим его эксплуатационные характеристики, является микротвердость. Испытания ее производились при помощи микротвердомера ПМТ-3 по стандартной методике при величине статической нагрузки $P=1,962 \text{ Н}$ (200 г).

Значение микротвердости определяется по формуле:

$$H_{\mu} = \frac{1854P \times 10^4}{d^2}, \text{ ГПа}, \quad (1)$$

где P – нагрузка, г; d – диагональ отпечатка, делений.

3. Результаты исследований

Результаты рентгенографических исследований пластин ВК8, Т15К6 и Т5К10, подвергнутых закалке сканирующим лазерным излучением, показыва-

ют, что с увеличением мощности лазерного луча количество W_2C и $WC_{куб}$ возрастает, причем большему количеству Co в сплаве соответствует увеличение количества W_2C и уменьшение количества $WC_{куб}$ (рисунки 1 и 2).

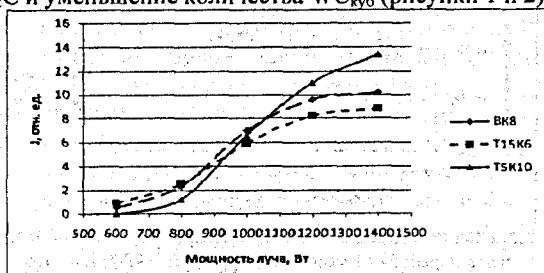


Рисунок 1 - Изменение содержания W_2C в поверхностном слое твердых сплавов в зависимости от мощности луча при $V=800$ мм/мин.

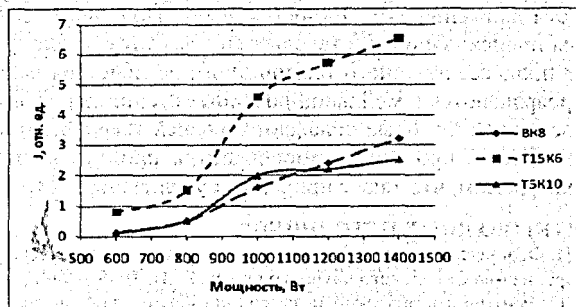


Рисунок 2 - Изменение содержания $WC_{куб}$ в поверхностном слое твердых сплавов в зависимости от мощности луча при $V=800$ мм/мин.

Представленные на графике результаты говорят о следующем. При воздействии лазерного сканирующего излучения с небольшой мощностью температура поверхности оказывается немногим ниже температуры плавления кобальта и значительно ниже температуры плавления карбидов вольфрама и титана. Вследствие того, что тепловое воздействие на поверхность носит кратковременный характер, появление W_2C и $WC_{куб}$ носит эпизодический характер. Увеличение мощности лазерного пучка приводит к увеличению температуры на обрабатываемой поверхности до величин выше температуры плавления карбидов, вследствие чего начинается процесс растворения карбидных зерен в Co в связке. По окончании периода лазерного воздействия происходит быстрое охлаждение поверхности и часть исходного карбида WC выделяется из связки с образованием модификаций W_2C и $WC_{куб}$.

Согласно литературным данным, микротвердость H_v твердых сплавов марки BK8 составляет порядка 15 ГПа, а сплавов T15K6 и T5K10 – 13..14 ГПа. Проведенные исследования показали, что термическая обработка сканирующим лазерным излучением сплава T15K6 приводит в отдельных случаях к повышению микротвердости поверхности твердосплавных пластин в среднем в 1,5..1,8 раза (рисунок 2).

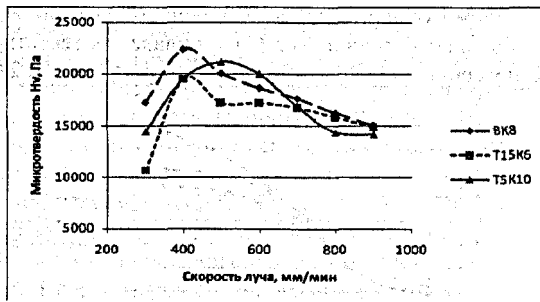


Рисунок 3 - Изменение содержания $WC_{\text{жв}}$ в поверхностном слое твердых сплавов в зависимости от мощности луча при $V=800$ мм/мин.

ДюрOMETрические исследования сплавов, подвергнутых ЛТО с мощностью луча 800 Вт, показали, что имеет место скачок микротвердости на участке изменения скорости движения луча 400-600 мм/мин. Подобные изменения могут быть объяснены происходящими в твердых сплавах структурно-фазовыми превращениями. В процессе лазерного термического воздействия исходные карбиды частично превращаются в модифицированные структуры с измененной кристаллической решеткой, которые обладают большей твердостью по сравнению с α -WC. Кроме того, в процессе термообработки происходит насыщение со связующего вольфрамом, что также приводит к увеличению твердости.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ярьско, С.И. Физические и технологические основы упрочнения твердых сплавов: монография. – Самара: изд-во Самарского научного центра РАН, 2006. – 244с.
2. Горелик, С.С. Рентгенографический и электронно-оптический анализ / С.С. Горелик, Л.Н. Расторгуев, Ю.А. Скаков. – М.: Металлургия, 1970. – 256 с.

УДК 621.81

ОСОБЕННОСТИ ПЛАВЛЕНИЯ ДИФфуЗИОННО-ЛЕГИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ

Дашкевич В.Г.¹, Пивоварчик А.А.², Щербаков В.Г.¹

1) Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь;

2) Гродненский государственный Университет имени Янки Купалы,
Гродно, Республика Беларусь.

Одним из перспективных направлений в разработке наплавочных материалов является использование процесса диффузионного легирования. Диффузионный слой, получаемый на поверхности материала, может влиять или даже регламентировать структуру и свойства наплавленного слоя. Работы по использованию диффузионно-легированного материала для получения наплавочного можно признать вполне успешными [1, 2]. Процессы, происходящие при оплавлении