

ко серноокислый аммоний, при исследованных напряжениях полирования увеличивает возможную минимально достижимую при ЭИП шероховатость поверхности.

Анализ рентгенограмм образцов №5, 6, 7 позволил сделать вывод о том, что при напряжениях полирования 250 и 300 В введение в электролит ОКО выравнило скорости растворения феррита и мартенсита по всем кристаллографическим плоскостям и обеспечило снижение шероховатости полированной поверхности.

Изучение дифракционных линий эталонного образца №8 показало наличие в стали 12Х18Н10Т двух фаз – твердого раствора углерода в γ -железе (аустенита) и феррита.

После ЭИП образцов № 9 и 11 на рентгенограммах исчезают дифракционные линии феррита, а интенсивность линий аустенита возрастает, что свидетельствует о преимущественном растворении феррита. При напряжении 450 В интенсивность линий аустенита снижается – начинается растворение зерен аустенита, причем оно происходит с разной скоростью по разным кристаллографическим плоскостям. "Рябь" на полированной поверхности (см. рис. 2) обусловлена избирательным растворением феррита, карбидов и неравномерным растворением аустенита по разным кристаллографическим плоскостям. Топография поверхности соответствует рельефу растворенных зерен феррита и аустенита.

Таким образом, ЭИП стали 12Х18Н10Т в электролитах как с добавкой, так и без добавки ОКО имеет одинаковый характер, однако равномерность растворения структурных составляющих стали выше в электролите с добавкой ОКО при напряжении 250 В, что способствует получению меньшей шероховатости и отсутствию "ряби" на полированной поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Метод электроимпульсного полирования металлов / Е.Я. Головкина, С.Н. Терехов, Ю.В. Синькевич, О.И. Авсеевич // *Машиностроение*. – Мн., 1988. – Вып.13. – С. 40–43.

УДК 674.05:539.53

А. М. Буглаев, Т. И. Шуленина

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРНОГО УПРОЧНЕНИЯ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВ

*Брянская государственная инженерно-технологическая академия
Брянск, Россия*

Анализ возможностей повышения срока службы твердосплавных деталей штампов показывает, что существенный эффект может быть достигнут за счет использования поверхностной лазерной упрочняющей обработки, позволяющей концент-

ривать энергию в требуемой зоне и локально изменять характеристики качества поверхностных слоев для достижения благоприятной совокупности свойств и оптимальной структуры, что обеспечивает повышенную стойкость инструмента, в частности разделительных штампов.

Увеличение стойкости твердосплавных деталей штампов при воздействии на них лазерным излучением может быть достигнуто за счет: минимизации процесса изнашивания путем микровыкрашивания; увеличения микротвердости рабочих зон пуансонов и матриц. Однако, учитывая конструктивные особенности штампового инструмента, достижение этих целей возможно только за счет разности степени упрочнения прикромочных зон и прилегающих к ним рабочих поверхностей деталей штампа (матриц и пуансонов) с сохранением запаса ударной вязкости микрообъемов инструментального материала, непосредственно прилегающих к режущим кромкам, а также за счет создания геометрически однородных поверхностей прикромочных зон. Но, учитывая механизм изнашивания твердосплавных деталей штампов, лазерное упрочнение следует осуществлять исходя из конкретных условий трения взаимодействия локальных участков рабочей части пуансонов и матриц с обрабатываемым материалом, что является весьма затруднительным при существующих схемах лазерного воздействия.

Исходя из вышесказанного, нами была разработана схема лазерного воздействия на наиболее подверженные изнашиванию участки деталей штампов с целью обеспечения благоприятного уровня физико-механических и микрогеометрических характеристик по зонам с различными механизмами изнашивания в области режущих кромок и на поверхностях, прилегающих к ним. Упрочняющая обработка по предлагаемой схеме заключалась в создании в прикромочных зонах участков с переменным уровнем отражательной способности, что позволяет обеспечить различную степень лазерного воздействия. С целью меньшего энергетического воздействия на режущие кромки пуансона и матрицы и поверхности, их образующие, на прикромочном участке, 0,5–1,0 мм от кромок, формировались поверхности с высокой отражательной способностью. Далее, с целью увеличения сопротивляемости изнашиванию истиранием, в прикромочных зонах на удалении от кромок 0,5–1,0 мм предлагалось формирование поверхностей с увеличенной способностью поглощать световую энергию при воздействии луча лазера, обеспечивая тем самым за счет этого подвод большей плотности энергии в зону обработки, что способствовало бы увеличению микротвердости поверхностного слоя и глубины упрочнения. На удалении от кромки на 2,0–2,5 мм, согласно предложенной схеме лазерного воздействия предлагалась возможность формирования поверхностей с регулярными микрорельефами с целью снижения абразивного воздействия, минимизации протекания химических и электрохимических процессов в зоне контакта матрица - обрабатываемый материал - пуансон. Учитывая то, что отражательная способность металлических поверхностей в значительной степени определяется микрогеометрическими параметрами, нами были выполнены исследования влияния

параметров шероховатости твердосплавных поверхностей на коэффициент отражения R . Исследованиям подвергались образцы из твердых сплавов вольфрамокобальтовой группы с различным содержанием в них кобальта (ВК6, ВК10, ВК15). Для этого на исследуемых образцах создавались поверхности с различными параметрами шероховатости ($R_a=1,55; 0,81; 0,16$ мкм) и оценивалась их отражательная способность (результаты исследований представлены в таблице 1).

Так, на основании проведенных исследований можно заключить, что по отражательной способности можно судить о значениях параметров шероховатости исследуемых поверхностей.

Таблица 1

Зависимость коэффициента отражения твердосплавных поверхностей от параметров шероховатости

Шероховатость поверхностного слоя, R_a , мкм	Коеф. отражения поверхностей R , %		
	ВК6	ВК10	ВК15
1,55	19	21	23
0,81	59	60	62
0,16	83	85	88

Кроме того, в процессе исследований было установлено, что на исследуемых поверхностях в результате лазерного воздействия формируется особый характер микрорельефа, отличающийся образованием микровозвышений в зоне действия луча. Причем высота этих возвышений определяется как параметрами шероховатости обрабатываемых поверхностей, так и плотностью подводимой энергии. В результате проведенных исследований были установлены зависимости изменения высоты следа лазерного воздействия на поверхности образцов с различным содержанием в них кобальта от режимов обработки (рис. 1).

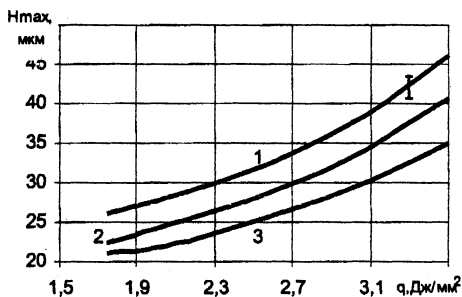


Рис. 1. График зависимости изменения высоты следа лазерного воздействия от плотности подводимой энергии при обработке сплавов: 1- ВК15, 2-ВК10, 3-ВК6, (коэффициент отражения $R = 20\%$).

На рис. 2 представлены графики зависимости изменения геометрических параметров поверхности твердого сплава ВК6 от плотности энергии при упрочняющей обработке.

Анализируя полученные зависимости, можно заключить, что максимальное увеличение высоты следа лазерного воздействия луча на поверхность с плотностью энергии 1,8 Дж/мм² наблюдается при коэффициенте отражения поверхности 19 %. Увеличение коэффициента отражения до 59 % вызывает снижение высоты следа лазерного воздействия до 15,0 мкм. Дальнейшее увеличение коэффициента отражения поверхности до 83 % приводит к снижению высоты следа до 9,5 мкм.

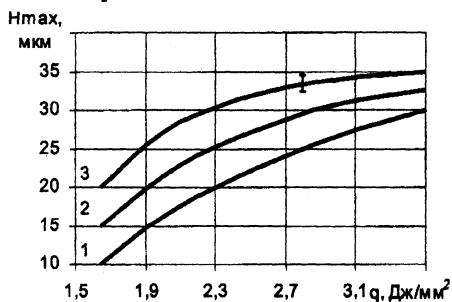


Рис. 2. Зависимость изменения геометрических параметров поверхностного слоя твердого сплава ВК6 от плотности энергии лазерного излучения: 1 - $R=83\%$; 2 - $R=59\%$; 3 - $R=19\%$.

При увеличении плотности энергии до 2,4 Дж/мм² наблюдается некоторое возрастание высоты следа лазерного воздействия. В частности, при упрочнении поверхности с коэффициентом отражения 19 % H_{max} увеличивается, но в то же время это вызывает трещинообразование в поверхностном слое.

Таким образом, можно заключить, что для формирования на исследуемых твердосплавных поверхностях благоприятного уровня физико-механических и микрогеометрических характеристик в наибольшей степени отвечает требованиям поверхность с коэффициентом отражения R 19 % (в частности для сплава ВК6).

Кроме того, исследованиями установлено, что при воздействии лазерного излучения на поверхности с переменным уровнем отражательной способности согласно предложенной схеме обработки наблюдается увеличение микротвердости обрабатываемых поверхностей.

На рис. 3 представлены графики зависимости микротвердости поверхностного слоя твердого сплава ВК6 от режимов лазерного воздействия при различных коэффициентах отражения. Из представленных графиков видно, что с увеличением коэффициента отражения поверхности микротвердость исследуемых образцов из сплава ВК6 снижается. Это можно, по-видимому, объяснить тем, что с увеличением степени отражения снижается глубина упрочненного слоя,

температура в зоне воздействия лазерного луча при одинаковой его плотности и, как следствие, микротвердость поверхности в месте действия луча по сравнению с участком с меньшей отражательной способностью.

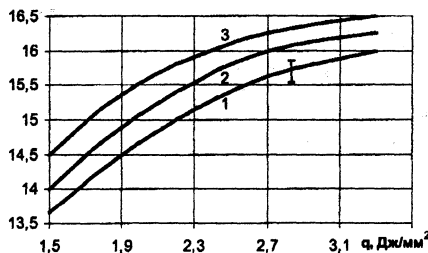


Рис. 3. Зависимость микротвердости поверхности образца из сплава ВК6 от плотности энергии лазерного излучения при коэффициенте отражения R: 1 – 83 %; 2 – 59 %; 3 – 19 %

На основании выполненных исследований установлено, что, варьируя режимами лазерной обработки, можно, наряду с улучшением эксплуатационных показателей работоспособности поверхностей с переменным уровнем отражательной способности, добиться улучшения характеристик качества рабочих поверхностей твердосплавных деталей штампов.

УДК 621.9.048.7

О. Г. Девойно, А. Л. Кочеров, А. П. Пилипчук

МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОМОДОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЛАЗЕРА КАК ЭТАП СИНТЕЗА ТЕХНОЛОГИИ ОПЛАВЛЕНИЯ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

Белорусская государственная политехническая академия
Минск, Беларусь

Комбинированная технология формирования износостойких покрытий, включающая газотермическое напыление порошковых материалов и последующее их оплавление лучом лазера, в настоящее время является одним из перспективных способов поверхностного упрочнения металлических деталей, позволяющим получить материалы с заранее заданными свойствами [1, 2]. На эффективность процесса лазерного оплавления существенное влияние оказывают параметры лазерного излучения (ЛИ) и, в частности, характер распределения энергии по сечению