

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Азадський університет
Каракалтакський державний університет
Київський національний університет технологій та дизайну
Луцький національний технічний університет
Національна металургійна академія України
Національний університет «Львівська політехніка»
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Одеський національний політехнічний університет
Сумський національний аграрний університет
Східно-Казахстанський державний технічний
університет ім. Д. Серікбаєва
Технічний університет Кошице
Українська асоціація якості
Українська інженерно-педагогічна академія
Університет Барода
Університет ім. Й. Гуттенберга
Університет «Politechnika Świętokrzyska»
Харківський національний університет
міського господарства ім. О. М. Бекетова
Херсонський національний технічний університет

СИСТЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПОСТАНОВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ НА ВИРОБНИЦТВО. ІНДУСТРІЯ 4.0. СУЧАСНИЙ НАПРЯМОК АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ОБМІНУ ДАНИМИ У ВИРОБНИЧИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції
(м. Суми, 22–26 травня 2017 року)



Сайт конференції: <http://srpv.sumdu.edu.ua>.

Суми
Сумський державний університет
2017

ОШ, так и АВ, учитывая то, что шероховатость (Ra) исходной поверхности не должна превышать 12 мкм для ОШ и 5 мкм для АВ.

ВЫВОДЫ:

1. Экспериментально установлено, что чем ниже исходная микротвердость упрочняемого участка поверхности, тем больше резервы к ее повышению методами ППД.

2. Для обобщения и упрощения выбора наиболее рационального усилия деформации предлагается все электроэрозионные покрытия, в зависимости от микротвердости упрочняемого участка покрытия, разбить на три группы: мягкие (< 2000 МПа), средние (2000 - 3000 МПа) и твердые (> 3000 МПа). Для мягких покрытий рекомендуются удельные усилия деформации $P_{cp} = 750 - 1250$ МПа, средних - 1300 - 1500 МПа и твердых - 2500 - 3000 МПа.

Список литературы

1. Электроискровое легирование металлических поверхностей / Гитлевич А.Е., Михайлов В.В., Парканский Н.Я., Ревутский В.М. – Кишинев: Штинца, 1985. – 196 с.

2. Эдигаров В.Р., Килунин И.Ю., Дегтярь В.В. Классификация комбинированных методов обработки на основе электромеханического упрочнения // Современные наукоемкие технологии.- 2012.- № 3.- С. 32-35.

3. В.И. Иванов, Ф.Х. Бурумкулов Упрочнение и увеличение ресурса объектов электроискровым методом: классификация, особенности технологии // Электронная обработка материалов, 2010, № 5, С. 27–36.

4. Романенко Д.Н. Оценка качества поверхности электроискрового покрытия после выглаживания минералокерамикой / Д.Н. Романенко // Инновационные технологии и оборудование машиностроительного комплекса: межвуз. сб. науч. тр.- Воронеж, 2007.- Вып. 10.- С.62-65.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ВАЛОВ ИНТЕГРИРОВАННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

Часть 2 (влияние ЭЭЛ+ППД на остаточные напряжения и усталостную прочность)

Тарельник В.Б., д.т.н., Волошин И.Е., Волошко Т.П., СНАУ, г. Сумы

Формирование покрытий методом ЭЭЛ связано с высокотемпературным воздействием источника энергии на наносимый материал и подложку, а также с образованием различных фаз в поверхностных слоях при взаимодействии наносимого и обрабатываемого материалов. Процессы нагрева и охлаждения материала электродов в зоне импульсного разряда обуславливают появление в слоях, полученных ЭЭЛ, значительных напряжений. Фазовые превращения в металлах и сплавах,

сопутствующие ЭЭЛ, также приводят к образованию в них напряженного состояния. Измерение остаточных напряжений в поверхностном слое, сформированном методом ЭЭЛ, показывает, в большинстве случаев, наличие значительных растягивающих напряжений.

Наиболее опасными для усталостной прочности легированных валов являются осевые остаточные напряжения растяжения, которые увеличивают амплитуду действующих напряжений и способствуют снижению выносливости деталей. Расширение области применения ЭЭЛ для более широкого круга деталей машин за счет применения КЭП обуславливает необходимость дальнейшего изучения остаточных напряжений, возникающих в покрытиях, сформированных как за счет мягких антифрикционных, так и твердых износостойких материалов. Снижение удельного усилия деформации не обеспечивает необходимой шероховатости поверхности, а увеличение - приводит к снижению качества сформированного слоя (возникновению микро и макро трещин, шелушению, «закатам» и другим дефектам).

На рис. 1 и в табл. 1 отображены результаты измерения осевых остаточных напряжений в поверхностных слоях стали 45 с электроэрозионным покрытием из меди и КЭП медь + хром, а также влияния ППД на величину и знак этих напряжений. ЭЭЛ стали 45 медью приводит к формированию в поверхностном слое растягивающих напряжений с глубиной залегания до 0,1 мм и максимальной величиной на поверхности до 170 МПа. Нанесение на сталь 45 КЭП медь + хром, приводит к возрастанию как величины напряжения, так и глубины залегания, соответственно до 210 МПа и 0,15 мм.

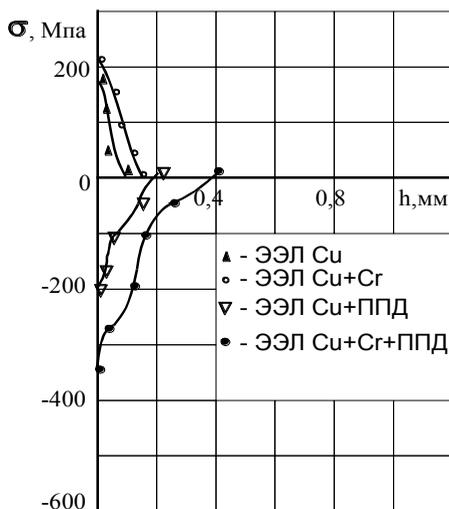


Рисунок 1 - Влияние ППД на распределение остаточных напряжений по глубине поверхностного слоя стали 45 с покрытием из меди и медь + хром.

В результате упрочнения ОШ образцов после ЭЭЛ Cu и Cu + Cr деформационные кривые значительно изменяются, так как деформации имеют отрицательный знак, что определяет наличие в поверхностном слое благоприятных напряжений сжатия.

Таблица 1 - Результаты измерения величины, знака и глубины залегания остаточных напряжений в поверхностном слое стали 45 после ЭЭЛ и ППД

Упрочнение	Остаточное напряжение, σ , МПа	Глубина залегания, h, мм	Шероховатость, Ra, мкм
ЭЭЛ			
ЭЭЛ Cr	250	0,2	3,5 - 4,6
ЭЭЛ Cu	170	0,1	0,6 - 1,0
ЭЭЛ Cu + Cr	210	0,15	0,6 - 0,7
ЭЭЛ + ППД			
ЭЭЛ Cr + ППД	- 520	0,9	0,5
ППД + ЭЭЛ Cr + ППД	- 550	0,8	0,5
ЭЭЛ Cu + ППД	- 200	0,2	0,1
ЭЭЛ Cu + Cr + ППД	-350	0,4	0,1

Остаточные напряжения, возникающие в поверхностных слоях деталей, неразрывно связаны с такой эксплуатационной характеристикой, как усталостная прочность. Снижение уровня остаточных напряжений при применении КЭП, состоящих из мягкого антифрикционного металла и твердого износостойкого материала, по сравнению с покрытиями, состоящими только из твердого износостойкого материала, например, Cu + Cr и Cr, обуславливает проведение испытаний этих покрытий на усталостную прочность (рис. 2).

При испытании натуральных валов с КЭП Cu + Cr установлено, что в результате ЭЭЛ усталостная прочность снизилась по сравнению с образцами без покрытия в 1,5 раза (с 395 до 255 МПа), но зато она в 1,5 раза выше, чем у образцов, легированных только хромом. Обкатка шариком КЭП Cu + Cr увеличивает их усталостную прочность на 16-20 % выше базового варианта - образцов без покрытия (рис. 2, табл. 2).

Увеличение предела выносливости натуральных валов за счет применения КЭП и последующей ППД объясняется прежде всего снижением у них уровня остаточных напряжений. Кроме того, увеличению предела выносливости способствует структура КЭП покрытий. Так, зарождающаяся на поверхности вала микротрещина, развиваясь вглубь и «натываясь» на мягкую составляющую КЭП, временно «затухает» (релаксируется), увеличивая тем самым усталостную прочность вала.

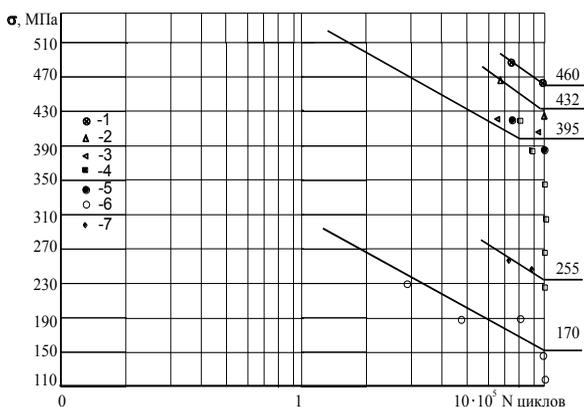


Рисунок 2 - Усталостная прочность натуральных образцов из стали 45 после ЭЭЛ и ППД: 1 - ЭЭЛ Cu + ЭЭЛ Cr + ОШ; 2 - ЭЭЛ Cr + АВ; 3 - ЭЭЛ Cu + ОШ; 4 - без упрочнения; 5 - ЭЭЛ Cr + ОШ; 6 - ЭЭЛ Cr; 7 - ЭЭЛ Cu + ЭЭЛ Cr.

Таблица 2 - Результаты усталостных испытаний натуральных моделей из стали 45 после ЭЭЛ и ППД

Упрочнение	Нагрузка Р, Н	Количество циклов, n	Характер разрушения	Напряжение, σ, МПа
Без упрочнения	10000	База 1×10^6		376
	11000	780000	Разрушение	414
	11000	902000	То же	414
ЭЭЛ Cu + ЭЭЛ Cr	4000	База 1×10^6		150
	5000			187,5
	6000			225
	7000	630000	То же	263
ЭЭЛ Cu + ОШ	8000	База 1×10^6		301
	10000	"		376
	11000	255000	То же	414
ЭЭЛ Cu + ЭЭЛ Cr + ОШ	10000	База 1×10^6		376
	11000	"		414
	12000	"		451
	13000	125000	То же	488

Анализ рисунка и табл. 2 показывает, что предел выносливости натуральных образцов с покрытием из мягкого антифрикционного металла меди и последующей ППД находится на уровне образцов без покрытия, поэтому

при необходимости можно рекомендовать данный комплекс упрочняющих технологий к практическому применению. Так как место разрушения всех упрочненных ППД образцов располагается за пределами покрытия, то увеличение предела выносливости еще больше.

ВЫВОДЫ:

1. Экспериментально установлено, что чем ниже исходная микротвердость упрочняемого участка поверхности, тем больше резервы к ее повышению методами ППД.

2. Для обобщения и упрощения выбора наиболее рационального усилия деформации предлагается все электроэрозионные покрытия, в зависимости от микротвердости упрочняемого участка покрытия, разбить на три группы: мягкие (< 2000 МПа), средние ($2000 - 3000$ МПа) и твердые (> 3000 МПа). Для мягких покрытий рекомендуются удельные усилия деформации $P_{cp} = 750 - 1250$ МПа, средних - $1300 - 1500$ МПа и твердых - $2500 - 3000$ МПа.

3. Применение КЭП, сформированных за счет поочередного нанесения на сталь 45 меди и хрома, снижает величину растягивающих напряжений и глубину их распространения, по сравнению с покрытиями только из хрома, соответственно с 250 до 210 МПа и с $0,2$ до $0,15$ мм. Применение ППД (обкатка шариком) приводит к изменению знака деформаций с положительного на отрицательный, что определяет наличие в поверхностном слое благоприятных напряжений сжатия.

4. Усталостная прочность КЭП, сформированных поочередным нанесением меди и хрома, на 50% выше, чем у покрытий, состоящих только из хрома. ППД увеличивает предел выносливости КЭП $Cu + Cr$ на 20% по сравнению с базовым вариантом - образцом без покрытия.

НОВЫЙ МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНЫХ И ЧУГУННЫХ ДЕТАЛЕЙ (Часть 1)

*Тарельник В.Б., д.т.н., Павлов А. Г., Саржанов Б.А., аспирант,
СНАУ, г.Сумы*

При длительной эксплуатации машин изнашивание деталей сопровождается снижением эксплуатационных показателей. Износ рабочих поверхностей деталей нередко требует их полной замены, что повышает себестоимость производимой продукции. Важнейшими задачами ремонтно-обслуживающего производства являются поддержание работоспособности, восстановление ресурса машин и оборудования, обеспечение их высокой надежности и возможности эффективного использования. Повышение износостойкости отремонтированных деталей машин - одна из актуальных задач технического обслуживания и ремонта.