

В.Б. ТАРЕЛЬНИК, А.В. БЕЛОУС

ТЕХНОЛОГИЯ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ

В работе рассмотрена возможность упрочнения деталей машин методом электроэрозионной цементации (ЭЦ). К промышленному применению предложены комбинированные технологии ЭЦ, с последующей ультразвуковой обработкой (УО) и шлифовкой (ШЛ).

У роботі розглянута можливість зміцнення деталей машин методом електроерозійної цементації (ЕЦ). До промислового застосування запропоновані комбіновані технології ЕЦ, з наступною ультразвуковою обробкою (УО) і шліфуванням (ШЛ).

In work the opportunity of hardening of details of machines is considered by a method of electroerosive cementation (EC). To industrial application the combined technologies EC, with the subsequent ultrasonic processing (UP) and polishing (P) are offered.

Исследования многих ученых, занимающихся изучением закономерностей формирования поверхностного упрочненного слоя деталей машин, методом электроэрозионного легирования (ЭЭЛ) связаны с изучением и симбиозом различных технологических факторов и процессов.

На качество формируемого поверхностного слоя влияют различные параметры: технологические режимы оборудования, материалы основы и электродов, наличие защитной среды, время обработки и т.п. Методом ЭЭЛ возможно в широких пределах изменять качество формируемого слоя [1-3].

Метод ЭЭЛ заключается в перенесении материала электрода на обрабатываемую поверхность в газовой среде под действием электрического разряда.

Метод ЭЭЛ имеет ряд технологических особенностей:

- локальную обработку поверхности;
- высокую прочность сцепления нанесенного материала с основой;
- отсутствие нагрева детали в процессе обработки;
- возможность использования в качестве электродов, как чистые металлы, так и их сплавы;
- отсутствие необходимости специальной подготовки поверхности;
- необходимое оборудование малогабаритно, надежно и транспортабельно.

Несмотря на очевидные достоинства рассматриваемого метода, он имеет ряд недостатков, к которым можно отнести: повышение шероховатости поверхности, низкую сплошность поверхности покрытия, снижение усталостной прочности, возникновение в поверхностном слое растягивающих остаточных напряжений и др. [4]. Применение в качестве материала электрода неметаллического токопроводящего материала, такого как графит, позволяет снизить влияние отрицательных параметров, описанных выше, на эксплуата-

ционные свойства деталей.

При ЭЛ графитовым электродом происходит насыщение поверхности детали углеродом, причем процесс легирования протекает при достаточно высоких температурах (до 10000°C) [1], поэтому такой процесс легирования подобен цементации. Учитывая то, что насыщение поверхности изделия углеродом происходит под действием электрических разрядов, создаваемых установкой для электроэрозионного легирования, то такой процесс можно назвать электроэрозионной цементацией. При ЭЦ шероховатость формируемой поверхности, по сравнению с поверхностью, легированной металлическим электродом, изменяется незначительно, что при механической обработке, например, шлифовании позволяет использовать эти поверхности в парах трения. При этом сплошность покрытия составляет 100%. Глубина слоя повышенной твердости при ЭЦ возрастает с увеличением энергии электрического разряда и времени легирования. Зависимости влияния энергетических режимов и времени легирования на поверхностный упрочненный слой деталей представлены в работах [6], [7].

Для отработки технологии ЭЦ изготавливались образцы согласно рис. 1.

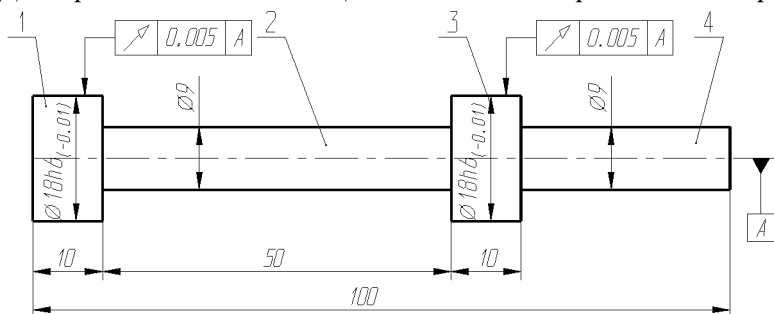


Рис. 1 Эскиз образца для отработки технологии ЭЦ;

- 1, 3 – рабочие поверхности образца;
- 2, 4 – технологические поверхности.

Образцы подвергались ЭЦ на установке «Элитрон 52А» при энергиях разряда, приведенных в табл. 1. Исследования качественных параметров поверхностного слоя образцов проводились на оптическом микроскопе «Неофот-2». Для оценки качества слоя, его сплошности, глубины упрочненного слоя изготавливались шлифы. Шлиф изготавливался из образца, изображенного на рис. 1, посредством вырезания из всего образца участков $\varnothing 18$ мм x 10 мм. Одновременно проводился дюротметрический анализ на распределение микротвердости в поверхностном слое и по глубине шлифа от поверхности. Замер микротвердости проводили на микротвердомере ПМТ-3 вдавливанием алмазной пирамиды под нагрузкой 0,05 Н.

Шероховатость измеряли на приборе профилограф-профилометр мод. 201 завода «Калибр» путем снятия и обработки профилограмм.

Результаты исследований качественных параметров поверхности и размеров образцов приведены в таблицах 1-3.

Таблица 1 – Качественные параметры образцов после электроэрозионной цементации

№ образца	Энергия разряда, Дж	Время легирования, мин	Общая глубина слоя, мкм	Микротвердость, HV	Шероховатость, Ra, мкм
110*	0,6	4	50	940	0,8-0,9
111**	2,6		105	900	5,0-5,6
112*	4,6		110	840	8,3-8,5
114**	0,6		74	870	1,0-1,6
113*	2,6		85	900	5,5-6,3
115**	4,6		190	880	10,9-11,2

* Материал образца - сталь 12X18H10T; ** материал образца – сталь 40X.

2. Последующая финишная обработка образцов проводилась согласно рис.

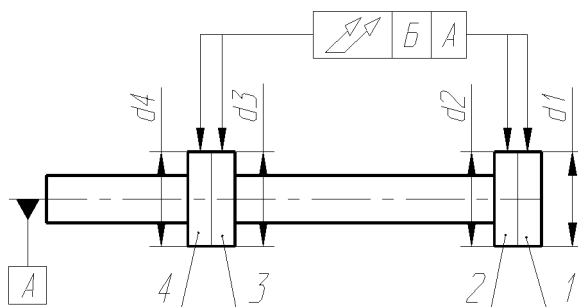


Рис. 1. Схема измерения образцов после финишной обработки:

- 1 – электроэрозионная цементация + ультразвуковая обработка;
- 2 - электроэрозионная цементация+ультразвуковая обработка+шлифовка;
- 3 - электроэрозионная цементация+шлифовка;
- 4 - электроэрозионная цементация.

Таблица 2 – Размеры образцов после финишной обработки

№ обр.	d1	d2	d3	d4	Б1	Б2	Б4
110	17,99	17,98	17,92	18	0,02	0	0,04
113	17,98	17,96	17,91	18	0,04	0,005	0,06
112	17,95	17,94	17,9	18	0,06	0	0,08
114	17,99	17,99	17,93	18	0,02	0	0,03
111	17,97	17,95	17,91	18	0,03	0	0,05
115	17,96	17,94	17,89	18	0,06	0	0,09

Таблица 3 – Качественные параметры поверхностей образцов после финишной обработки

№ образца	Энергия разряда, Дж	Метод обработки образца	Общая глубина слоя после обраб., мкм	Микротвердость, HV	Шероховатость Ra, мкм
110/1*	0,6	ЭЦ+УО	50	980	0,2
110/2		ЭЦ+УО+ШЛ	45	920	0,6
110/3		ЭЦ+ШЛ	40	880	0,6
110/4		ЭЦ	50	940	0,8-0,9
111/1	2,6	ЭЦ+УО	108	910	0,8
111/2		ЭЦ+УО+ШЛ	100	905	0,8
111/3		ЭЦ+ШЛ	90	890	0,8
111/4		ЭЦ	105	900	5,0-5,6
112/1	4,6	ЭЦ+УО	111	854	0,8
112/2		ЭЦ+УО+ШЛ	91	840	0,8
112/3		ЭЦ+ШЛ	80	824	0,8
112/4		ЭЦ	110	840	8,3-8,5
114/1	0,6	ЭЦ+УО	75	880	0,2
114/2		ЭЦ+УО+ШЛ	70	841	0,6
114/3		ЭЦ+ШЛ	65	823	0,6
114/4		ЭЦ	74	870	1,0-1,6
113/1	2,6	ЭЦ+УО	86	920	0,8
113/2		ЭЦ+УО+ШЛ	74	895	0,8
113/3		ЭЦ+ШЛ	70	870	0,8
113/4		ЭЦ	85	900	5,5-6,3
115/1	4,6	ЭЦ+УО	195	905	0,8
115/2		ЭЦ+УО+ШЛ	170	875	0,8
115/3		ЭЦ+ШЛ	150	870	0,8
115/4		ЭЦ	190	880	10,9-11,2

* В числителе указан номер образца, в знаменателе – номер поверхности, согласно рис. 2.

Исходя из анализа полученных результатов (табл. 3) можно сделать следующий вывод:

- при энергиях разряда до 0,6 Дж наиболее целесообразно применять метод ультразвуковой финишной обработки;

- при энергиях разряда более 0,6 Дж целесообразно применять ультразвуковую финишную обработку с последующей шлифовкой.

Список литературы: 1. Электронское легирование металлических поверхностей / Гитлевич А.Е., Михайлов В.В., Парканский Н.Я., Ревутский В.М./ Кишинев: Штинца, 1985.- 196 с. 2. Лазаренко Л.И. Электронское легирование металлических поверхностей. – М.: Машиностроение, 1976. – 46 с. 3. Тарельник В.Б. Управление качеством поверхностных слоев деталей комбинированным электроэрозийным легированием. – 1-е изд. – Сумы: «МакДен», 2002. – 324 с. 4. Тарельник В.Б., Марцинковский В.С. «Модернизация и ремонт роторных машин»: Моно-

графия. – Сумы: «Козацкий вал» 2005. – 364 с. 5. Тарельник В.Б. «Комбинированные технологии электроэрозионного легирования». – К.: Техника, 1997. – 127 с. 6. Тарельник В.Б., Белоус А.В. Исследование качественных параметров поверхностных слоев при электроэрозионной цементации армо-железа и стали 12Х18Н10Т // Вісник СНАУ. – 2005. - №11. – С.115-119. 7. Белоус А.В. Влияние энергетических параметров электроэрозионной цементации на качественные параметры поверхностных слоев конструкционных сталей // Весник СумДУ. – 2006. - №12. – С.158-162.

Поступила в редколлегию 12.09.2007

УДК 614.73.16

Н.П. ЮХИМЕНКО

ЭНТРОПИЙНЫЙ ПОДХОД К ОПИСАНИЮ МЕХАНИЗМА УНОСА ЧАСТИЦ В АППАРАТАХ ВЗВЕШЕННОГО СЛОЯ

By using entropy theory investigated the loss product function for fluidized bed.

Одними из эффективных аппаратов для осуществления процессов сушки, охлаждения, пневмоклассификации и обеспыливания зернистых материалов являются аппараты взвешенного слоя. В аппаратах со взвешенными слоями интенсивность взаимодействия фаз повышается как за счет развития поверхности контакта фаз, так и вследствие повышения относительной скорости движения газодисперсного потока. Неизбежный унос мелких частиц справедливо считается одним из основных недостатков техники псевдооживления и либо должен быть минимальным при проведении тепломассообменных процессов, либо регулируемым по количеству и размеру частиц при пневмоклассификации и обеспыливании зернистых материалов. При уменьшении объемов запыленного отходящего газа снижается нагрузка на пылеочистное оборудование и тем самым улучшается экологическая обстановка на производстве. Поэтому при расчетах и проектировании аппаратов взвешенного слоя важным этапом является определение величины уноса мелких частиц из взвешенного слоя зернистого материала.

Определению величины уноса посвящено достаточное количество научных публикаций и ряд монографий [1, 2]. Анализ приведенных расчетных зависимостей показывает, что они, из-за целого ряда допущений, носят частный характер. Первые попытки обобщить различные уравнения для расчета уноса были предприняты Тодесом и Цитовичем [1]. Авторами рассмотрены наиболее «практичные» уравнения, которые сведены к общеизвестной зависимости для скорости уноса вида

$$\frac{dC}{d\tau} = -kC \quad (1)$$

или

$$G_y = k G_{cr} C, \quad (2)$$