

ISSN 2079-004X



ВІСНИК
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ
«ХПІ»

42'2014

Харків

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

ВІСНИК
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
«ХПІ»

Серія: Технології в машинобудуванні

№ 42 (1085) 2014

Збірник наукових праць

Видання засноване у 1961 р.

Харків
НТУ «ХПІ», 2014

УДК 621.9.048

Н.В. ТАРЕЛЬНИК, к.э.н., доц. Сумского НАУ

НОВЫЙ СПОСОБ НИТРОЦЕМЕНТАЦИИ СТАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Предложен новый способ нитроцементации стальных деталей, включающий электроэрозионное легирование (ЭЭЛ) углеродом в сочетании с ионным азотированием (ИА), при этом ионное азотирование осуществляют до или после операции электроэрозионного легирования в течение времени, достаточного для насыщения металла азотом на глубину зоны термического влияния. Приведен анализ микроструктур исследуемых образцов стали 40Х после различных методов упрочнения.

Ключевые слова: нитроцементация, электроэрозионное легирование, ионное азотирование, поверхностный слой, упрочнение.

Введение. Одним из основных показателей качества машин является их надежность. Наиболее распространенной причиной отказов машин является не поломка, а износ и повреждение рабочих поверхностей их деталей и рабочих органов. Как правило, все разрушения деталей начинаются с поверхности.

Использование упрочняющих и защитных покрытий существенно повышает качество продукции в машиностроении, обеспечивает надежную работу узлов и деталей в тяжелых условиях эксплуатации оборудования, позволяет снизить материальные и энергетические затраты на эксплуатацию машин, уменьшить расход дорогостоящих конструкционных материалов. Поэтому исследования в направлении создания новых защитных покрытий и повышение качества существующих актуальны и своевременны.

Анализ основных достижений и публикаций

Одним из наиболее простых с технологической точки зрения методов поверхностного легирования является электроэрозионное. Его достоинствами являются локальность воздействия, малый расход энергии, отсутствие объемного нагрева материала, простота автоматизации и «встраиваемости» в технологический процесс изготовления деталей, возможность совмещения операций.

При помощи электроэрозионного легирования (ЭЭЛ) можно повысить твердость металлической поверхности, нанесением на нее материала более высокой твердости или диффузионным введением в поверхностный слой необходимых химических элементов из окружающей среды, или из материала анода; или понизить твердость, нанося на поверхность более

© Н.В. Тарельник, 2014

мягкие материалы [1].

Однако ЭЭЛ термообработанных деталей, подвергаемых в условиях эксплуатации высоким удельным нагрузкам (детали штампов, валы прокатных станов и др.) не всегда приводит к желаемому результату. Причиной выхода из строя некоторых из них является то, что под слоем повышенной твердости после ЭЭЛ появляется зона отпуска – зона сниженной твердости. Это приводит к продавливанию упрочненного слоя и, как следствие, к быстрому износу детали. ЭЭЛ в данном случае принесет вред, особенно если допустимый износ легированной поверхности превышает толщину слоя повышенной твердости [1].

Согласно [2] «провал» твердости в зоне термического влияния можно устранить путем применения после ЭЭЛ дополнительной обработки для создания наклепа методом поверхностного пластического деформирования. Однако, следует отметить, что в данном случае общего повышения твердости в переходной зоне не наблюдается.

Согласно [3] проведение ионного азотирования (ИА) до или после ЭЭЛ позволяет устранить зоны пониженной твердости при использовании электродов из чистых твердых износостойких металлов. Кроме того, наблюдается более плавное изменение твердости упрочненного слоя и увеличение общей глубины зоны повышенной твердости.

Известен способ цементации стальных деталей электроэрозионным легированием (ЦЭЭЛ) [4], который имеет ряд достоинств, основными из которых являются:

- достижение 100% сплошности упрочнения поверхностного слоя;
- повышение твердости поверхностного слоя детали за счет диффузионно-закалочных процессов;
- легирование можно осуществлять в строго указанных местах, не защищая при этом остальную поверхность детали;
- отсутствие объемного нагрева детали, а следовательно поводок и короблений.

С целью снижения шероховатости поверхности деталей машин, с сохранением качества поверхностного слоя (отсутствие микротрещин, наличие слоя повышенной твердости, 100%-я сплошность и др.) и таким образом расширения области их применения, предложено после ЭЭЛ углеродом (графитовым электродом) производить легирование этим же электродом, но поэтапно [5].

Постановка задачи. По сравнению с цементацией и закалкой процесс азотирования протекает при более низкой температуре; азотированная поверхность имеет более высокую твердость, износостойкость и коррозионную стойкость, лучшую полируемость; свойства азотированной поверхности сохраняются практически неизменными при повторных нагревах вплоть до 500 - 600 °С, в то время как при нагревах цементированной и закаленной поверхности до 225 - 275 °С твердость ее снижается.

Учитывая это свойство в предварительно азотированной поверхности не следует ожидать снижения твердости в зоне термического влияния после ЭЭЛ углеродом.

При ЭЭЛ углеродом (графитовым электродом) стальной азотированной поверхности происходит процесс аналогичный цианированию, только при обычном цианировании происходит одновременное насыщение поверхности азотом и углеродом, а в данном случае поочередное.

Следует отметить, что метод ИА имеет значительные преимущества перед обычным азотированием (минимальные поводки, снижение энергозатрат и длительности процесса и др.) и широко применяется при упрочнении поверхностей деталей компрессорного и насосного оборудования, работающих в тяжелых условиях. Это штоки, серьги, поршни, защитные втулки и др.

Учитывая, то что при ЭЭЛ наименьшая шероховатость поверхности формируется при использовании графитовых электродов (легирование углеродом) представляет научный и практический интерес проведение металлографических и дюрOMETрических исследований стальных поверхностей после ЦЭЭЛ и ИА проводимых в различных последовательностях.

Таким образом, целью работы является повышение качества поверхностей стальных деталей после ЦЭЭЛ проводимой до, или после ИА.

Методика исследований

Ниже приведена методика и результаты проведенных исследований.

Для ИА и ЦЭЭЛ использовали специальные образцы, изготовленные из стали 40Х в виде катушки, состоящей из двух дисков, диаметром 50 мм и шириной 10 мм, соединенных между собой проставкой диаметром 15 мм и имеющей два технологических участка такого же диаметра (рис. 1,а). Поверхности дисков шлифовались до $Ra = 0,5$ мкм.

Процесс ЦЭЭЛ производился в автоматическом режиме с помощью установки модели «ЭИЛ – 8А». Образцы закреплялись в патроне токарного станка, после чего производилась поэтапная ЦЭЭЛ, путем последующего легирования графитовым электродом марки ЭГ-4 (ОСТ 229-83) с энергией разряда 0,42 Дж (1-й этап) и 0,1 Дж (2-й этап) с производительностью, соответственно 2 и 5 мин/см² (рис. 2).

Из упрочненных образцов вырезали сегменты из которых изготавливали шлифы (рис. 1, б).

Шлифы исследовали на оптическом микроскопе «Неофот-2», где проводилась оценка качества слоя, его сплошности, толщины и строения зон подслоя – диффузионной зоны и зоны термического влияния. Одновременно проводился дюрOMETрический 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.



а б
Рис. 1 – Образец для ИА и ЦЭЭЛ (а); шлифы (б).



Рис. 2 – ЦЭЭЛ стали 40Х с использованием токарного станка.
Ионное азотирование образцов проводили при температуре 520 °С в течение 12 ч на установке НГВ-6,6/6-И1

На всех этапах обработки измеряли шероховатость поверхности на приборе профилографе - профилометре мод. 201 завода «Калибр».

Результаты исследований

На рис. 3 изображены микроструктуры образцов стали 40Х после ИА (а), ЭЭЛ углеродом (б) и ИА с предыдущим и последующим ЭЭЛ углеродом, соответственно (в) и (г), а в табл. 1. представлено распределение микротвердости по глубине слоя.

На всех микрофотографиях четко просматривается «белый», не поддающийся травлению обычными реактивами слой. Его микротвердость наиболее высокая и в зависимости от вида упрочнения колеблется от 7010 МПа при ИА и ЭЭЛ углеродом до 8250 и 11190 МПа при ИА, соответственно, с предыдущим и последующим ЭЭЛ углеродом.

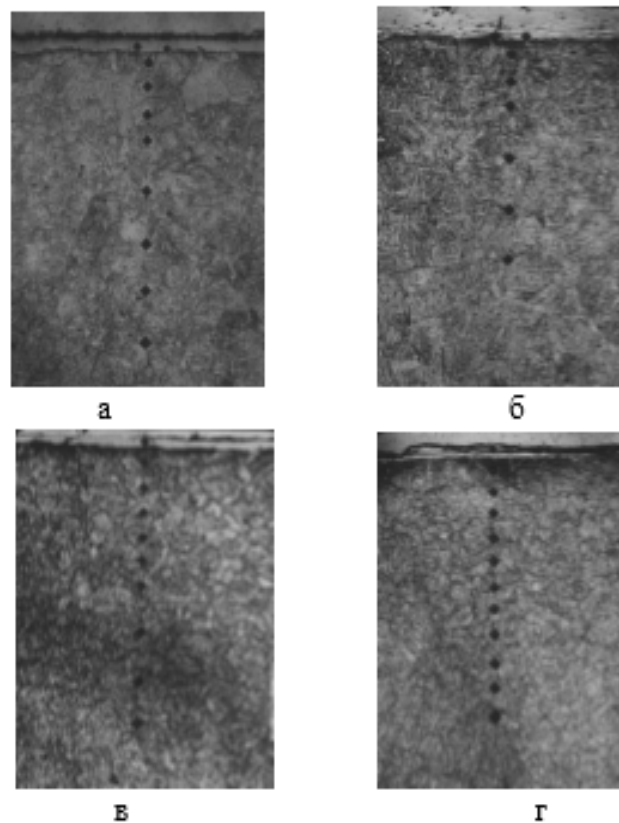


Рис. 3 – Структура образцов стали 40Х после:
а – ИА; б – ЭЭЛ ЭГ-4; в – ЭЭЛ ЭГ-4 + ИА; г – ИА + ЭЭЛ ЭГ-4

Таблица 1 – Шероховатость и распределение микротвердости в поверхностном слое стали 40Х после упрочнения различными способами

Вид упрочнения	Микротвердость, МПа (шаг измерения ~ 30 мкм)										Ra, мкм
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ИА	7010	5010	4800	4800	4800	4010	3700	3000			0,5
ЭЭЛгр	7010	5010	4010	3860	3100						0,8
ЭЭЛгр+ИА	8250	5490	5010	5010	4600	4410	4410	3580	3000		0,8
ИА+ЭЭЛгр	11190	5490	5220	4600	4410	4410	4230	3860	3700	3100	0,8

Ниже располагается переходная, диффузионная зона, с плавно снижающейся микротвердостью, переходящей в микротвердость основы (3000-3100 МПа).

Глубина зоны повышенной твердости при ЭЭЛ углеродом составляет 60-70 мкм при ИА до 190 мкм, а при ИА с предыдущим и последующим ЭЭЛ углеродом, соответственно, 220 и 250 мкм.

Выводы:

1. Предложен новый способ нитроцементации стальных деталей, когда стальную деталь подвергают ЭЭЛ углеродом (графитовым электродом) в сочетании с ИА, при этом ИА осуществляют до или после операции ЭЭЛ в

течение времени, достаточного для насыщения металла азотом на глубину зоны термического влияния.

2. Наибольшая толщина и микротвердость поверхностного слоя формируются при нитроцементации, осуществляемой в последовательности ИА + ЭЭЛ углеродов (графитовым электродом).

Список литературы: 1. Лазаренко Н.И. Электроискровое легирование металлических поверхностей / Н.И. Лазаренко – М.: Машиностроение, 1976. – 45 с. 2. Андреев В.И. Повышение эксплуатационных характеристик рабочих поверхностей деталей / В.И. Андреев // Вестник машиностроения. – М.: Машиностроение, 1978. – №7. – С.71–72. 3. Патент України на винахід № 103701, 23Н 5/00. Спосіб змичнення поверхонь сталевих деталей, підданих термічній обробці. / В.С. Марцинковський, В.Б. Тарельник / Опубл. 11.11.2013, бюл. № 21. 4. Патент України на винахід № 82948, 23С 8/00. Спосіб цементації сталевих деталей електроерозійним легуванням / В.С. Марцинковський, В.Б.Тарельник, А.В. Балоус / Опубл. 25.03.2008, бюл. № 10. 5. Патент України на винахід № 101715, 23Н 9/00. Спосіб цементації сталевих деталей електроерозійним легуванням / В.С. Марцинковський, В.Б. Тарельник, М.П. Братущак / Опубл. 25.01.2013, бюл. № 8.

Bibliography (transliterated): 1. Lazarenko N.I. Elektroiskrovoye legirovaniye metallicheskih poverkhnostey – Moscow: Mashinostroyeniye, 1976. – 45 P. 2. Andreev V.I. Povysheniye jekspluatatsionnyh harakteristik rabochih poverkhnostey detalej. Vestnik mashinostroyeniya. – Moscow: Mashinostroyeniye, 1978. – No7. – P.71–72. 3. V.P. Marcinkovskij, V.B. Tarel'nik Patent Ukraini na vinahid No 103701, 23N 5/00. Sposib zmicnennja poverhon' stalevih detalej, piddanih termichnij obrobci. Opubl. 11.11.2013, bjul. No 21. 4. V.P. Marcinkovskij, V.B.Tarel'nik, A.V. Belous Patent Ukraini na vinahid No 82948, 23S 8/00. Sposib cementacii stalevih detalej elektroerozijnim leguvannjam. Opubl. 25.03.2008, bjul. No 10. 5. V.P. Marcinkovskij, V.B. Tarel'nik, M.P. Bratushchak Patent ukraini na vinahid No 101715, 23N 9/00. Sposib cementacii stalevih detalej elektroerozijnim leguvannjam. Opubl. 25.01.2013, bjul. No 8.

Поступила (received) 06.10.2014

УДК 681.518.3

О.Ф. ЄНІКЄЄВ, канд. техн. наук, УкрДАЗТ, Харків;

Ф.М. ЄВСЮКОВА, науч. сотр. НТУ «ХПИ»;

Л.О. ШИШЕНКО, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХПИ»

РОЗПОДІЛЕНА КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ АЛМАЗНОГО ШЛІФУВАННЯ

На основі методів безпосереднього цифрового та покоординатного управління, ієрархічного принципу та непрямих вимірів амплітуди мікронерівностей розроблено концепцію побудови комп'ютерної системи для підвищення ефективності алмазного шліфування в умовах неповної інформації. Запропоновано метод та апаратні засоби для компенсації кінематичної похибки первинних перетворювачів миттєвої швидкості.

Ключові слова: концепція, архітектура, структурно-логічна організація, методи підвищення точності.

Вступ. Впровадження до машинобудівного виробництва України

© О.Ф. Єнікєєв, Ф.М. Євсюкова, Л.О. Шищенко, 2014

ЗМІСТ

Тимофеев Ю.В. 30 років завідувач кафедри технологій машинобудування та металорізальних верстатів в Харківському політехнічному інституті, 65 років трудового стажу. Наш вчитель, науковець, прекрасна людина.....	3
Тимофеев Ю.В., Шелковой А.Н., Мироненко Е.В., Клочко А.А., Кравцов А.Н. Анализ схем резания и технологическое оснащение при интенсивной и высококачественной зубообработке закаленных крупномодульных колес.....	7
Степанов М.С., Іванова М.С. Дослідження силових характеристик при послідовно-паралельній обробці отворів комбінованим осьовим інструментом.....	19
Добровольский С.С., Басова Е.В., Добровольская Л.Г. Мясца А.К. Повышение конкурентоспособности отечественного машиностроительного производства в современных условиях.....	25
Веселовська Н.Р., Пермяков О.А. Розширення функціональних можливостей верстатних комплексів за рахунок моніторингу процесу механічної обробки.....	31
Сизый Ю.А., Сталинский Д.В., Помазан Е.М. Изменения глубины обдирочного шлифования, вызываемые кривизной проката и прерывистой поверхность круга.....	38
Набока Е.В., Колесник М.Э. Дифференциация международных стандартов в процессе подготовки производства.....	49
Приходько О.Ю., Слипченко С.Е. Моделирование технологических процессов обработки корпусных деталей с применением управляющих сетей Петри.....	53
Ушаков А.Н. Разработка модели напряженного-деформированного состояния «абразивное зерно-связка».....	59
Губський С.О. Дослідження напружено-деформованого стану металоконструкцій мостових кранів з різними конструкціями механізму пересування.....	65
Міненко Д.О., Іванов В.О., Гончаренко І.Г. Забезпечення ефективності повітряно-плазмового різання тонколистового металу.....	74
Тарельник Н.В. Новый способ нитроцементации стальных поверхностей....	81
Єнікєєв О.Ф., Євсюкова Ф.М., Шищенко Л.О. Розподілена комп'ютерна система підвищення ефективності процесу алмазного шліфування.....	86