

## Физико-механични и експлоатационни свойства на възстановителни покрития

Пламен Кангалов, Десислава Белева

***A Physico-mechanical and operational properties of restored surfaces.** During the operation of the plant and equipment, details change due to wear of the working surfaces is negligible in most cases and less than 1% of their weight. The power of wear, which leads to rejection of the details of widespread plant etc., is also very small and often located within 0,1 ... 0,5 mm, rarely up to 3 ... 10mm. Now in practice, the removal of almost all defects is possible, with few exceptions, and the restoration of worn parts is one of the most important areas to save spare parts, raw materials, energy, and not least the environment protection.*

**Key words:** *The power of wear plant etc., spare parts, the environment protection*

### ВЪВЕДЕНИЕ

В процеса на експлоатация на машините и съоръженията изменението на детайлите вследствие износването на работните повърхности е незначително и в повечето случаи представлява по-малко от 1% от масата им. Големината на износването, която води до бракуване на детайлите на масово разпространените машини автомобили, трактори, селскостопански, подемно-транспортни, металообработващи и др. машини е също така съвсем малка и най-често се намира в границите на 0,1...0,5 mm и в редки случаи достига до 3...10mm. Днес практически е възможно отстраняването на почти всички дефекти, с малки изключения, като възстановяването на износените детайли е едно от най-важните направления за икономия на резервни части, суровини, материали, енергия и не на последно място на околната среда.

В ремонтната практика съществува широка номенклатура от методи за възстановяване на износени детайли които постоянно се развиват и увеличават.

За избирането на рационален метод за възстановяване е необходимо добро познаване на възможностите на всеки един от тях, техните предимства и недостатъци.

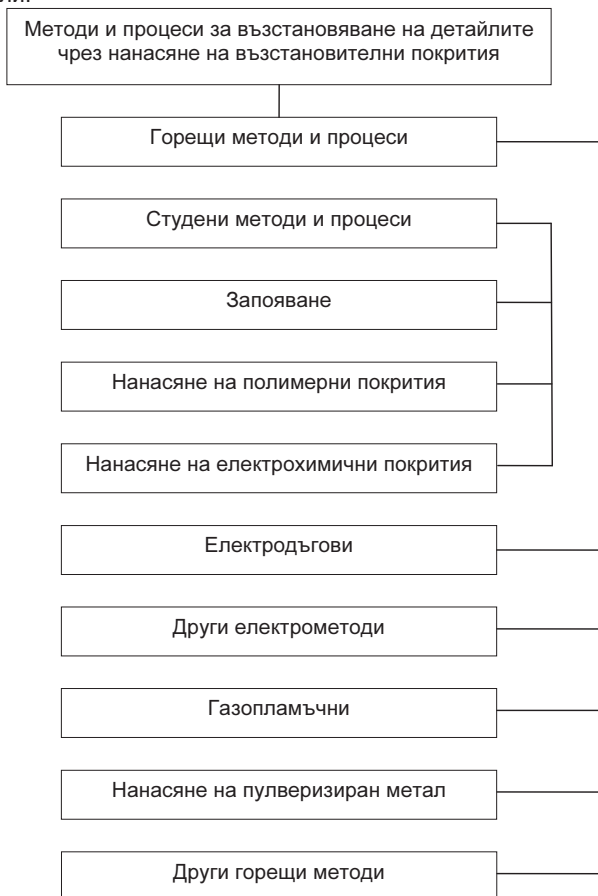
### ИЗЛОЖЕНИЕ

От съвременните технологии за нанасяне на възстановителни покрития най-широко разпространение са получили наваряването под слой от флюс, вибродъгово наваряване, наваряване в среда от CO<sub>2</sub>, електроконтактно наваряване, електрошлаково наваряване, плазмено наваряване, ръчно дъгово наваряване, аргондъгово наваряване, а от галваническите покрития най-широко приложение са получили хромиране, пожелезяване, никелиране, помедняване, поцинковане.

Електрохимичните процеси за нанасяне на покрития са едни от алтернативите на възстановителния процес. По своите технически възможности те се припокриват с останалите методи и процеси при значителна, а може би и преобладаваща част на детайлите. Има и една област от специфични случаи, при която те нямат алтернатива, но тази област не е голяма и при нея галванотехниката се е наложила. Подобни области има и при другите методи. По-важно е да се изяснят взаимоотношенията на електрохимичните покрития в широката област на приложение на всички или по-голяма част от възстановителните методи. Необходимо е да се направи сравнение по най-важните критерии, характеризиращи икономическата и качествената страна на технологиите. В това отношение и до днес се използва въведеният от проф. Казарцев технико-икономически критерий, който съпоставя във вид на съотношение разходите по възстановяването и ресурса на възстановявания детайл. Това е един от най-съвършените комплексни критерии.

Твърдостта и макрогравовостта на наваръчните възстановителни покрития е критерий за определяне стабилността на протичане на процеса на наваряване и ос-

вен това определя загубите на метал при процесите на механична обработка на наварените детайли.



Фиг. 1. Класификация на методите за възстановяване на детайлите

Неравномерното сформирание на наваръчното покритие оказва влияние върху количеството метал, което се отнема при механична обработка до зачистване на повърхността. Диаметърът на механично обработената повърхнина в най-добрият случай трябва да бъде равен на минимално зададения размер. В този случай при механичната обработка се отнема само металът от макронеравностите на шева. При възстановяване на детайлите се използват различни методи. В някои случаи се използват класическите методи на заваряване и техните разновидности свързани с наваряването. В други случаи се използват методи и средства предназначени само за ремонтно възстановителни работи, каквото е вибродъговото наваряване, електроконтактното наваряване, индукционното наваряване и др. За възстановяването на едни и същи повърхнини е възможно прилагането на различни методи. При наличието на определена алтернативност възниква и проблемът свързан с целесъобразността от изборът на един или друг метод и критериите предопределящи неговата приложимост. Това налага разработването на обективни критерии въз основа на,

който е възможно от множеството методи да бъде избран онзи от тях, който да осигури определени технико-икономически показатели на възстановените детайли съобразно структурните им характеристики. В зависимост от структурните характеристики на детайлите в много случаи поради редица технически и технологични ограничения е невъзможно прилагането на един или друг метод или крайните резултати след възстановяването не отговарят на съответните изисквания.

Таблица 1.

Физико-механични свойства и показатели на възстановителните покрития					
№	Видове покрития	Твърдост HRC	Микротвърдост Н <sub>д</sub> , МПа	Грапавост Rz, μm	Коефициент на триене
1.	Хромиране	35...72	3500...8200	0,5...1,5	0,02
2.	Пожелявяване	21...62	2100...7800	0,5...3,5	0,065
3.	Никелиране	24...72	2400...8200	0,5...2,5	-
4.	Помедняване		-	-	-
5.	Поцинковане		-	0,5...2,0	-
6.	Метализация електродъгова	20...42	2000...4100		
7.	Метализация плазмено-дъгова	18...61	1800...7800		
8.	Метализация високочестотна	20	2420		
9.	Метализация газова	43...48	4300...5100		
10.	Наваряване електродъгово	14...63	1400...7800		
11.	Наваряване автоматично под слой от флюс	17...62	1700...7800		
12.	Вибродъгово наваряване	14...63	1400...6300		
13.	Плазмено наваряване	32...70	3200...8200		
14.	Наваряване в среда от CO <sub>2</sub>		3000	0,2...0,4	

Отложено хромово покритие има значително голяма твърдост и се използва освен за възстановяване на размери на износени детайли, но и за повишаване на твърдостта и износоустойчивостта на повърхностният слой след нанесени други възстановителни покрития [2, 6].

Твърдостта на желязото, никела и цинка е съпоставима с тази на нисковъглеродната стомана.

Медното покритие е със сравнително ниска твърдост и се използва основно за възстановяване на неподвижни съединения или като под слой за някои от другите методи поради голямата хомогенност и еластичност на покритието [2, 6].

Използването на хромиране за възстановяване на износени детайли се ограничава от степента на износването им. Хромирането не е рационално, когато износването достига до 0,7-1,0 mm. При големи дебелини на хромовите покрития процеса е продължителен, натрупват се големи вътрешни напрежения и покритието има стремеж да се отслои. Хромирането се използва и за защитно-декоративни цели. Голямо предимство на хромирането и пожелявяването е възможността върху износените повърхности на детайлите да се нанасят утайки с висока твърдост и износоустойчивост без нарушаване структурата на основния метал. Значителната сложност на технологичния процес с голям брой подготвителни и заключителни операции, намаляването на уморната якост на детайлите, работещи при знакопроменливи натоварвания, ниският токов добив на хрома са недостатъци на посочените методи. Независимо от тези недостатъци чрез хромиране и пожелявяване се възстановяват голям брой различни, особено дребногабаритни детайли с малко износване: стемелата на клапаните и повдигачите, шийките на валове за търкалящите лагери, шенкелните

болтове и др. Процеса на отлагане на желязо е с голяма производителност, то позволява нанасяне на покрития с дебелина до 3,0 mm. Възможни са няколко метода за отлагане на покритието, като в зависимост от това могат да се получат покрития с дребнозърнеста структура и голяма еластичност.

Таблица 2.

Технико-икономически показатели на възстановителните покрития					
№	Видове покрития	Производителност kg/h	Дебелина на нанесеното покритие в mm	Коефициент на използване на мощността	Относителна енергопроизводителност на процеса, g/kW/ h
1	Хромиране	0,007...0,0248	0,05...1,0		
2	Пожелявяване	0,011...0,085	0,05...5,0	0,52	73
3	Никелиране	0,018...0,036	0,05...1,5		
4	Помедняване		0,05...2,0		-
5	Поцинковане		0,02...2,0	0,95	-
6.	Метализация електродъгова	2,5...38,0	0,10...3,0		
7.	Метализация плазмено-дъгова	0,8...12,0	0,1...10,0		
8.	Метализация високочестотна	4,0...12,0	0,1...12,0		
9.	Метализация газова	0,8...20,0	0,1...12,0		
10.	Наваряване електродъгово	1,8...60,0	0,1...20,0		
11.	Наваряване под слой от флюс	1,8...60,0	0,5...20,0	0,48	181
12.	Вибродъгово наваряване	0,6...4,4	0,5...5,0	0,41	172
13.	Плазмено наваряване	2,0...18,0	0,1...12,0	0,75	231
14.	Наваряване в среда от CO <sub>2</sub>		0,5...5,0	0,61	453

Останалите процеси са с приблизително същата производителност като пожелезаването но както и при хромовото покритие са с малка дебелина и сравнително добър токов добив.

Таблица 3.

Експлоатационни свойства и показатели на възстановителните покрития					
№	Видове покрития	Коефициент на износоустойчивост	Корозионна устойчивост	Коефициент на сцепление	Коефициент на намаляване уморната якост
1.	Хромиране	1,67	много добра	0,82	0,75...0,80
2.	Пожелявяване	0,91	лоша	0,65	0,71...0,75
3.	Никелиране	1,5	средна		-
4.	Помедняване	-		-	-
5.	Поцинковане	-		-	-
6.	Метализация електродъгова	0,70	лоша		
7.	Метализация плазмено-дъгова				
8.	Метализация високочестотна				
9.	Метализация газова	0,70	лоша		
10.	Наваряване	0,70	лоша	1,0	

	електродъгово				
11.	Наваряване под слой от флюс	0,91	средна	1,0	
12.	Вибродъгово наваряване	1,0	много добра	1,0	
13.	Плазмено-дъгово наваряване				
14.	Наваряване в среда от CO <sub>2</sub>	0,72	лоша	1,0	

Покритията от металите и металните окисления имат голяма тежест в общата система от мероприятия по защита на металите от корозия. Около половината от добивания цинк се използва за защита на черните метали от корозия по пътя на поцинковането. Медните, никеловите и хромовите покрития се използват широко за защитно-декоративно довършване на различни детайли на машини, прибори, медицински инструменти, предмети за домакинския бит.

Най-добра корозионна устойчивост имат хромовите покрития, които освен за повишаване износоустойчивостта на възстановените детайли се използват и като антикорозионни защитно декоративни покрития. Пожелезаването въпреки добрата си износоустойчивост се отличава с лоша корозионна устойчивост, която е по-добра от тази на нисковъглеродната стомана поради това, че на повърхността на детайла се отлага чисто желязо. Железните покрития се отличават и с това, че могат да се нанасят върху голям брой метали, включително и върху чугун. Също така позволяват и да се нанасят други покрития върху тях било то чрез химичен или електрохимичен метод, заваряване, напластяване с пулверизиран метал и др.

Медните покрития имат много лоша корозионна устойчивост [2, 3, 6] особено при по-високи температури, но с голям успех се прилагат като междинен или основен слой за другите електролитни покрития.

Цинковите покрития също както и никелирането имат добра корозионна устойчивост и се използват предимно за антикорозионна защита.

Поради ниската якост на сцеплението метализационният слой при динамични натоварвания не работи като едно цяло с основния метал, затова при каквато и да е дебелина на метализационния слой якостта и устойчивостта на детайла не се увеличава.

Най-ефективна за ремонтното производство е плазмената метализация. Тя както и другите видове метализация, е целесъобразно да се използва за едрогабаритни детайли ( колянни валове, шенкели и др.)

Електродъговата и газовата метализация могат да се използват за възстановяване на детайли с използване на съвременни методи за подготовка на повърхността (които не намаляват уморната якост), също за антикорозионни и декоративни цели.

Възстановяването на детайлите със степен на износване до 2мм и повече, едрогабаритни детайли от типа вал, гъсенични звена и др. се подлагат на наваряване под слой от флюс, електрошлаково наваряване и др.

При възстановяването на детайли от типа "вал" (колянни валове, оси, разпределителни валове и др.) с износване до 0,6-2 мм се подлагат на наваряване под слой от флюс, вибродъгово, плазмено и др. видове наваряване.

Детайли с износване до 0,6 мм най-вече определените места за цилиндричните детайли, най-добре и целесъобразно се възстановяват чрез електроконтактни спояващи ленти, плазмено наваряване, хромиране и др.

Корпусни стоманени, чугунени детайли с износване до 0,6 мм, се възстановяват чрез плазмено и газоплазмено наваряване.

Корпусните алуминиеви детайли и бутала се възстановяват чрез аргоннодъгово плазмено наваряване.

За избирането на най-рационален метод за приложение при възстановяването на конкретните детайли или група детайли следва да се познават различните възможности за нанасяне на възстановителни покрития.

Якостта на сцепление на покритията като цяло е добра без съществени разлики между отделните видове. При неправилно подбрани режими на напластяване или некачествена предварителна обработка е възможно нарушение на сцеплението на покритието.

Всички разгледани покрития като цяло намаляват границата на умора на детайлите, върху които са нанесени.

### ИЗВОДИ

1. Липсват подробни данни за физико-механични и експлоатационни свойства и технико-икономически показатели на възстановителни покрития.

2. В литературата има противоречива информация за свойствата и показателите на покритията получени чрез различните методи и условия за тяхното нанасяне.

3. При оценката на свойствата и показателите на възстановителните покрития са използвани различни методики, поради което сравняването им е затруднено.

### ЛИТЕРАТУРА

[1] Василев В. С. и др. Технология на възстановяване на детайлите. Русе: РУ "Ангел Кънчев", 1996.

[2] Галванические покрытия в машиностроении. Справочник. М.: Машиностроение, 1985.

[3] Какуевцкий В.А. Восстановление деталей автомобилей на специализированных предприятиях. – М.: Транспорт, 1988.

[4] Лайнер В.И., Кудрячев Н.Т., Основы гальваностегии.-М.: Металургия, 1963.

[5] Колев Ж Д, Изследване на комбинирана технология за възстановяване на чугунени детайли от земеделската и автотракторна техника. Дисертационен труд за придобиване на научно-образователна степен „доктор”. Русе, 2009

[6] Любенов Д А, Изследване технико-икономическите показатели на възстановени детайли от земеделската и автотракторната техника, Дисертационен труд за придобиване на научно-образователна степен „доктор” Русе, 2010

[7] [www.Metalfinishing.com](http://www.Metalfinishing.com)

[8] Сидеров А.И., Восстановление деталей машин напылением и наплавкой. М. Машиностроение. 1987

[9] Шадричев В. А, Основы на технологията на автомобилостроенето и ремонта на автомобилите, София, 1981

### За контакти:

доц. д-р Пламен Кангалов, катедра "Ремонт, надеждност и химични технологии", Русенски университет "А.Кънчев", тел.:082/888 701, e-mail: [kangalov@uni-ruse.bg](mailto:kangalov@uni-ruse.bg)

инж. Десислава Белева, катедра "Ремонт, надеждност и химични технологии", Русенски университет "А. Кънчев", тел.: e-mail: [dbeleva@uni-ruse.bg](mailto:dbeleva@uni-ruse.bg), 082 888 809,

### Докладът е рецензиран