

Часть 2. Методы увеличения толщины электроискровых покрытий. Труды ГОСНИТИ том 113. М. 2013 г. 429- 435 с, 150-456 с.

4. Спосіб відновлення зношених поверхонь металевих деталей (варіанти): Пат. 104664. Україна. МПК В23Н 5/00 /Марцинковський В.С., Тарельник В.Б., Павлов О.Г., Іщенко А.О.; Опубл. 25.02.2014, Бюл. № 4.-3 с.

## НОВЫЙ МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНЫХ И ЧУГУННЫХ ДЕТАЛЕЙ (Часть 2)

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

### ***Восстановление изношенных поверхностей деталей тел вращения***

Как известно, основной причиной выхода из строя деталей машин является не поломка, а износ их поверхностного слоя. Иногда возникает необходимость восстановления наружных поверхностей из мягких антифрикционных металлов деталей тел вращения, например, опорных пальцев зубчатых колес после разрушения баббитового слоя (рис. 1, а).



**а**



**б**

Рисунок 1 - Разрушение баббитового слоя опорных пальцев зубчатых колес (а) и вал ротора насоса ЦНС-180 с изношенными поверхностями (б).

В данном случае на изношенную поверхность детали **1** (рис. 2, а) методом ЭЭЛ наносится слой **3** покрытия из любого мягкого антифрикционного металла (медь, олово, серебро, оловянная бронза и др.). При этом между нанесенным металлом и деталью образуется переходной слой **2**, представляющий собой взаимное диффузионное проникновение элементов анода и катода. Покрытия можно наносить, варьируя энергию разряда в диапазоне 0,036 - 6,8 Дж. С ростом энергии разряда увеличивается толщина наносимого покрытия и шероховатость поверхности. При этом

толщина слоя может изменяться, в зависимости от характера взаимодействия анода и катода (установки с ручным вибратором, типа «Элитрон 52-А» и механизированные установки с многоэлектродными головками, типа «Элитрон-347» или «ЭИЛ-9»), в первом случае от 0,01 до 0,25 мм и во втором случае от 0,05 до 2,0 мм, а высота микронеровностей ( $R_z$ ) при этом изменяется, соответственно, от 8,5 до 155,8 мкм и от 20 до 200 мкм и более. После этого на ЭЭЛ поверхность наносится металлополимерный материал 4.

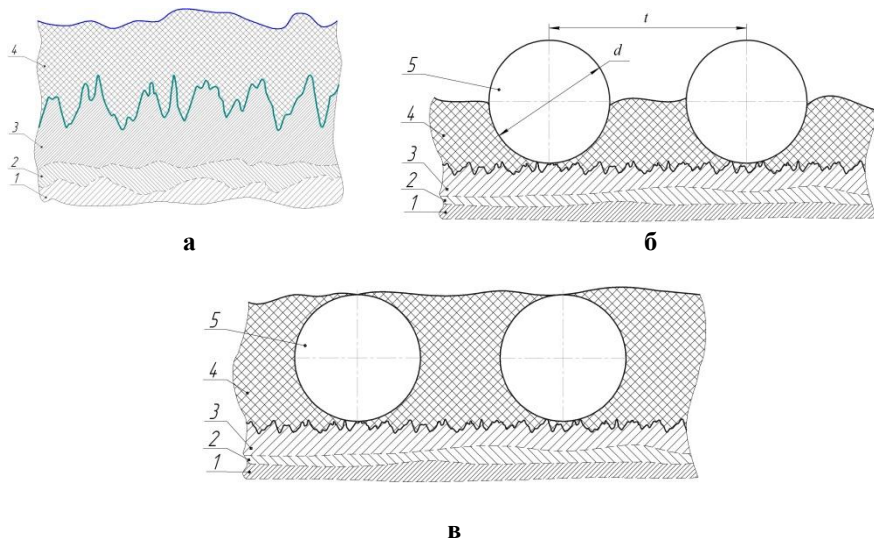


Рисунок 2 - Восстановление изношенных поверхностей тел вращения.

Нанесение материала является одной из операций, определяющих как качество образованных адгезионных связей, так и долговечность восстановленной детали. Слой металлополимера тщательно втирается лопаткой или шпателем в поверхность восстанавливаемой детали. Попадание при таком втирании полимерного материала во впадины и микронеровности восстанавливаемой детали с одной стороны обеспечивает улучшение адгезии, а с другой - исключает вероятность образования очагов коррозии в этих впадинах, не заполненных МПМ.

Руководствуясь основной концепцией применения МПМ, заключающейся в том, что его рабочий слой не должен быть меньше 1-1,5 мм шаг навивки проволоки ( $t$ ) на вал будет составлять:

$$t = d + 1 - 1,5 \text{ мм, где } d \text{ – диаметр проволоки.}$$

После навивки проволоки необходимо продолжить нанесение МПМ до тех пор, пока наносимый слой не покроеет ее полностью (рис. 2, в). В данном случае, для восстановления изношенных поверхностей можно использовать проволоку из: меди, олова, баббита, серебра и др.

На рис. 1,б изображен вал ротора насоса ЦНС-180 с изношенными подшипниковыми и посадочными шейками, которые имеют твердость порядка 35-40 единиц HRC и нуждаются в ремонте. В данном случае, после нанесения на изношенную поверхность методом ЭЭЛ покрытия из твердого износостойкого металла и нанесения слоя из МПМ, на сформированный слой, с натягом, надевают термообработанную пружину. При этом шаг ее навивки должен быть не менее 1,0 – 1,5 мм. После того, как пружина будет одета, необходимо продолжить нанесение МПМ пока он полностью не покроеет ее витки (рис. 2, в). Материалом пружины может служить сталь 65Г, 9ХВ2С, бронза БрБ2 и др.

Затвердевший металлополимерный материал можно обрабатывать любым из известных способов, включая шлифование или обработку лезвийным инструментом.

### ***Восстановление изношенных плоских и криволинейных поверхностей деталей***

Нередко возникает необходимость восстановления плоских и криволинейных поверхностей из мягких антифрикционных металлов, например, опорных и упорных подшипников скольжения (рис. 3).



**а**



**б**

Рисунок 3 - Изношенные поверхности упорных (а) и опорных (б) подшипников скольжения.

В данном случае, после нанесения на проточенную изношенную поверхность (1) методом ЭЭЛ покрытия из мягкого антифрикционного металла и нанесения слоя из МПМ, по технологии описанной выше (см. пример 1, фиг. 2а), на сформированный слой накладывают сетку из мягкого антифрикционного металла с размерами ячейки не менее 1,0-1,5 X 1,0-1,5 мм (рис. 4).

Сетка может прикрепляться за пределами восстанавливаемой поверхности любым известным способом, например, привариванием

контактной сваркой (3). После установки сетки необходимо продолжить нанесение МПМ до тех пор, пока он полностью не покрывает ее (фиг. 2, в). В

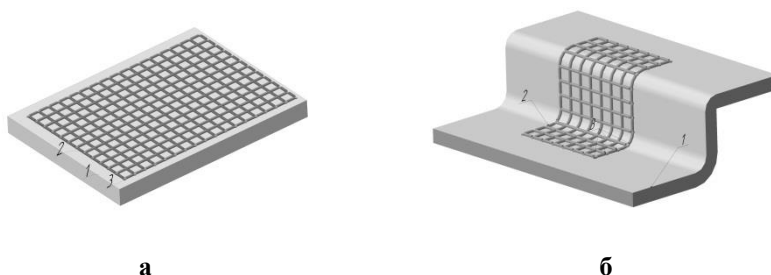


Рисунок 4 - Восстановление изношенных плоских (а) и криволинейных (б) поверхностей.

случае значительного износа накладывание сетки можно повторять необходимое число раз.

Затвердевший МПМ можно обрабатывать любым из известных способов, включая шлифование или обработку лезвийным инструментом.

***Восстановление изношенных плоских и криволинейных поверхностей деталей из твердых износостойких металлов***

На рис. 5 изображена нижняя часть корпуса центробежного компрессора с изношенными плоскими и криволинейными поверхностями.



Рисунок 5 - Нижняя часть корпуса центробежного компрессора после долгих лет эксплуатации.

В данном случае, изношенные плоские и криволинейные поверхности изделий, восстанавливают согласно технологии, описанной в выше, за исключением того, что используемая сетка изготавливается из термообработанной твердой проволоки.

**Выводы:**

1. Предложен новый способ восстановления изношенных поверхностей стальных и чугунных деталей методом ЭЭЛ, отличающийся тем, что покрытие наносят в два этапа, причем на первом этапе наносят слой, используя режимы, которые обеспечивают наибольшую толщину поверхности при наибольшей сплошности, затем на полученную поверхность наносят слой покрытия тем же электродом и способом ЭЭЛ с такой энергией разряда и соответствующей ей производительностью, при которой формируют поверхность с шероховатостью приблизительно в 2-4 раза выше, чем на предыдущем этапе. В результате, при относительно приемлемой толщине восстановленного слоя, формируется наиболее рациональная величина шероховатости и до 100% повышается сплошность поверхности.

2. Резервом увеличения толщины восстановленного слоя могут быть комбинированные технологии например ЭЭЛ и нанесение металлополимерных материалов (МПП). В данном случае отдельно взятые технологии не в коей мере не снижают достоинства друг друга, а дополняют их и устраняют недостатки, присущие каждой технологии в отдельности.

3. Предложен новый способ восстановления металлических деталей машин в соответствии с которым, на сформированную методом ЭЭЛ поверхность наносят слой МПП, который перед полимеризацией армируют, в зависимости от назначения и геометрических особенностей восстанавливаемой поверхности, хотя бы одним слоем проволоки, или проволоки, соединенной в сетку. В результате, формируется поверхностный слой, качество, износостойкость, надежность и долговечность которого выше, чем при использовании для восстановления методов ЭЭЛ и нанесения МПП каждого отдельно.

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ ДОМІШКИ В МОНОКРИСТАЛАХ $PbI_2$ ТА СПОСОБИ ЇХ ВИДАЛЕННЯ**

*Фурс Т.В., к.т.н., Луцький НТУ, м. Луцьк*

В природі відсутні абсолютно чисті матеріали. Не винятком є і напівпровідникові кристали, які у своєму складі завжди містять певну кількість домішок, набутих у процесі одержання матеріалу. Ці домішкові елементи часто називають забруднюючими і неконтрольованими, оскільки наперед спрогнозувати їх кількість, а відповідно і вплив на структуру і властивості буває досить складно. Саме наявність технологічних домішок може суттєво впливати на функціональне призначення напівпровідників. Зокрема, для дийодиду свинцю ( $PbI_2$ ) визначальним фактором у прикладному значенні є задовільні електрофізичні властивості і стабільність їх параметрів, таких як ширина забороненої зони, електропровідність і опір. Домішки, виступаючи донорами та акцепторами, змінюють структуру забороненої зони

Наукове видання

**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)

Відповідальний за випуск К. О. Дядюра  
Комп'ютерне верстання: Ю. Ю. Куцомеля, Х. В. Берладір

Стиль та орфографія авторів збережені.

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 11,39. Обл.-вид. арк. 12,14. Тираж 100 пр. Зам № .

Видавець і виготовлювач  
Сумський державний університет,  
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.