

**ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА ЭЛЕКТРОНАТИРАНИЯ  
НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ  
КЛАССА ПОЛЫЕ ЦИЛИНДРЫ**

**Арсентьев Д. В.**

**Научный руководитель - доцент Ковалев Ю. И.**

***Сибирский федеральный университет***

Введение. Изношенные отверстия в корпусных деталях чаще всего ремонтируют методом постановки втулки. Это довольно трудоемкий процесс, поэтому нередко такие детали заменяют новыми. Иногда для восстановления изношенных отверстий в деталях из чугуна и алюминиевых сплавов целесообразно применять электронатирание. Электронатирание — один из способов нанесения гальванических покрытий. Этот процесс относится к вневанным способам наращивания на поверхность гальванических покрытий. Электронатиранием можно ремонтировать изношенные отверстия под подшипники в тех местах, где во время работы деталь не испытывает большие силовые нагрузки, например, в корпусах водяных насосов, крышках генераторов, картерах коробок передач и т. п.

Постановка задачи. Наиболее изученным видом данного способа восстановления деталей является электронатирание наружных цилиндрических поверхностей. Менее исследовано электронатирание внутренних цилиндрических поверхностей. В литературе описывается применение различных электролитов для данного процесса, но информации по использованию хлористого электролита железнения очень немного. Поэтому целесообразным является изучение производительности электронатирания внутренних цилиндрических поверхностей с применением хлористого электролита железнения на асимметричном токе.

Методика проведения эксперимента. Изучение производительности электронатирания и выхода металла по току производилось на установке (рис.1). Перед нанесением покрытия в образец устанавливались штифты и внутренняя поверхность образца обрабатывалась наждачной шкуркой. После нанесения покрытия штифты демонтировались из образца и взвешивались, что позволяло оценить производительность процесса и выход металла по току. Площадь поверхности штифта, на которую наносилось покрытие -  $S_{\text{шт}} = 0,000967 \text{ дм}^2$ . Технологический процесс электронатирания представлен в табл. 1.

В качестве катода использовался образец из стали 40 ГОСТ 1050-74 со штифтами (рис.2), Внутренний диаметр 78 мм, высота кольца 18 мм, площадь восстанавливаемой поверхности  $S_{\text{к}} = 0,441 \text{ дм}^2$ .

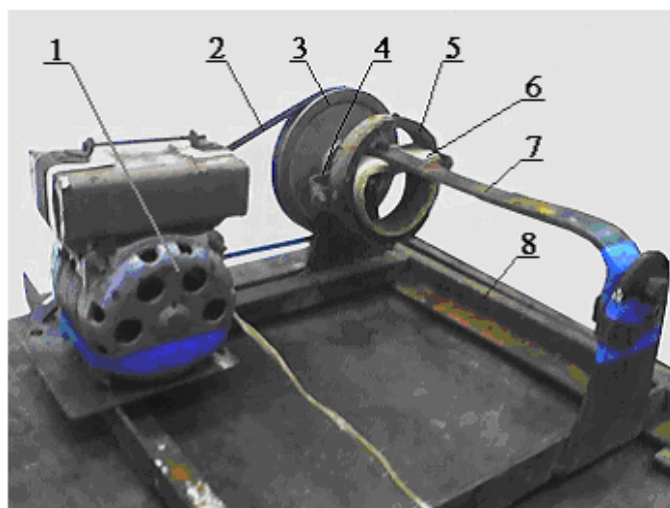


Рис. 1. Экспериментальная установка для электронатирания.

1 – электродвигатель; 2 – ремень; 3 – шкив; 4 – устройство для закрепления образца; 5 – образец (катод); 6 – абсорбирующая ткань; 7 – электрод в сборе (анод); 8 – рама.

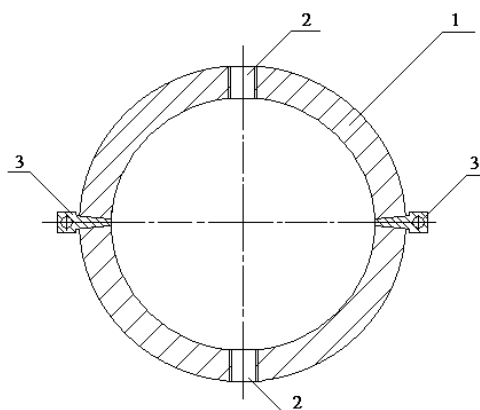


Рис. 2. Образец в сборе.

1 – образец; 2 – отверстие для закрепления образца; 3 – штифт.

Анодом (рис.1) служила металлическая пластина, изготовленная из Ст 3 ГОСТ 1414-75. Площадь контакта анода и катода  $S_a = 0,147 \text{ дм}^2$ .

Электронатирание производилось в электролите следующего состава: хлористое железо  $[\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$  – 300-350 г/л, соляная кислота  $[\text{HCl}]$  – 2 г/л. Кислотность определялась рН-метром – милливольтметром типа рН-673.

Взвешивание проводилось на аналитических весах типа АДВ-200М. При проведении опытов применялся диодный источник асимметричного тока при относительной длительности импульсов  $\alpha = \tau_k / \tau_a = 1,0$ .

Производительность процесса, мм/ч,

$$v = \frac{g_2 - g_1}{10\gamma S_{\text{ш}} \tau}, \quad (1)$$

где  $g_2$  – вес штифта после электронатирания, г;  $g_1$  – вес штифта до электронатирания, г;  $\gamma$  – удельный вес осадка, г/см<sup>3</sup>,  $\gamma=7,8$ ;  $S_{\text{ш}}$  – площадь поверхности штифта, дм<sup>2</sup>;  $\tau$  – длительность электроосаждения, ч.

Эффективный выход металла по току, %,

$$\eta_{\text{эф}} = \frac{g_2 - g_1}{c I_k (1 - 1/\beta) \tau} \cdot 100. \quad (2)$$

где  $c$  – электрохимический эквивалент, г/А·ч,  $c=1,042$ ;  $I_k$  – катодный ток, А;  $\beta$  – коэффициент асимметрии тока;  $\tau$  – длительность электроосаждения, ч.

Из (1) и (2) следует, что эффективный выход металла по току, %,

$$\eta_{\text{эф}} = \frac{7,486 \cdot v \cdot 10^3}{D_k \cdot (1 - 1/\beta)}, \quad (3)$$

где  $D_k$  – катодная плотность тока, А/дм<sup>2</sup>.

Для проведения эксперимента была составлена матрица проведения эксперимента, факторами выступали плотность тока – от 70 до 100 А/дм<sup>2</sup> и коэффициент асимметрии тока – от 2 до 5. Математическая обработка полученных результатов производилась в соответствии с рекомендациями. Опыты (табл. 2) проводились в последовательности, составленной согласно таблицы случайных чисел.

**Результаты эксперимента и их математическая обработка.** По полученным в результате проведенного эксперимента значениям производительности трех параллельных опытов (табл. 1) находили уравнение регрессии

$$v = f(D_k, \beta).$$

Табл. 1. Условия планирования и результаты эксперимента

Значения факторов		Значение параметра оптимизации			
$D_k, \text{А/дм}^2$	$\beta=D_k/D_a$	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_{\text{CP}}$
100	2	0,437	0,357	0,318	0,371
100	5	0,516	0,675	0,476	0,556
70	2	0,199	0,318	0,238	0,251
70	5	0,318	0,357	0,476	0,384

Однородность дисперсий  $S_u^2$  опытов проверяли при помощи G-критерия при  $\alpha=0,05$ .

Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии проводилась с помощью t-критерия в соответствии с условием:

Уравнение регрессии в этом случае будет иметь вид:

$$v = 0,39 + 0,073x_1 + 0,079x_2. \quad (4)$$

Адекватность полученного уравнения регрессии оценивали по F-критерию

Уравнение в натуральных значениях факторов:

$$v = 0,004853 D_k + 0,05293 \beta - 0,1766. \quad (5)$$

**Выводы и рекомендации**

1. Увеличение катодной плотности тока и коэффициента асимметрии приводит к увеличению производительности электронатирирования.

2. Электронатирирование производительнее ваннх способов нанесения покрытия (0,3 мм/ч). Это связано с применением высоких плотностей тока.

3. Изменение катодной плотности тока и коэффициент асимметрии тока незначительно влияют на выход металла по току.

4. Для изучения электронатирирования с применением хлористого электролита железнения необходимо в дальнейшем исследовать твердость наносимого покрытия, а также прочность сцепления покрытия с восстанавливаемой поверхностью.