

Одним из методов борьбы с эрозионным износом является электроискровое легирование. Данный метод успешно применяется сотрудниками ОАО «ВТИ» в условиях станционного ремонта на ТЭС.

УДК 621.793

## ВЛИЯНИЕ ПОР НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПОКРЫТИЯ

В.Э. Завистовский, канд. техн. наук, доц.  
Полоцкий государственный университет  
(г. Новополоцк, Республика Беларусь)

**Введение.** Характер пористости в значительной степени зависит от температуры процесса создания покрытия. Последующая механическая обработка покрытия приводит к изменению характера распределения пор в приповерхностной области металла.

**Механизм взаимодействия.** Известно [1], что вблизи поры радиуса  $R$  концентрация микропор  $C(R)$  выше, чем концентрация в объеме тела  $C_0$

$$C = C_0 \left( 1 + \frac{2\alpha\Omega}{kTR} \right). \quad (1)$$

В равновесных условиях градиент концентрации обеспечивает поток микропор в веществе и пора залечивается. Под действием сжимающих напряжений процесс залечивания ускоряется, так как действие механического давления понижает равновесное давление вблизи поры. При действии же растягивающих напряжений концентрация пор повышается. Используя обобщенное уравнение Бесселя и заданные граничные условия, можно получить выражение [2], определяющее поток микропор  $f$  на поверхность единицы длины поры:

$$f = \frac{\gamma \cdot n_1}{R} \sqrt{\frac{D_{ef}}{n_2}} \cdot \frac{K_1 \left( R \sqrt{\frac{n_2}{D_{ef}}} \right)}{K_0 \left( R \sqrt{\frac{n_2}{D_{ef}}} \right)}, \quad (2)$$

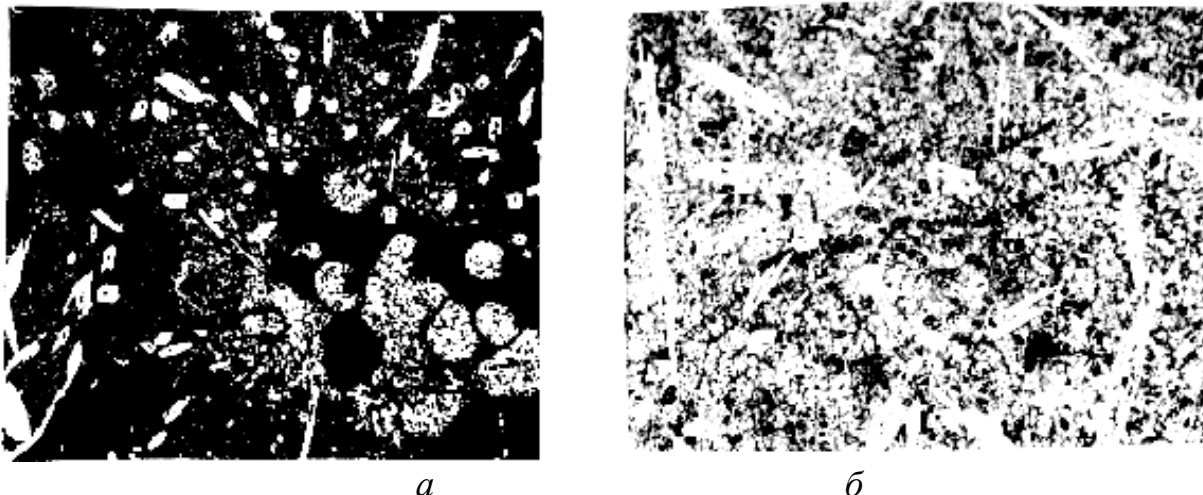
где  $n_1$  и  $n_2$  – константы;  $D_{ef}$  – эффективный коэффициент диффузии;  
 $K_0$  и  $K_1$  – цилиндрическая функция Макдональда соответствующего порядка;

$\gamma = \frac{2\alpha\Omega}{kT}$ ,  $\alpha$  – удельная поверхностная энергия;

$\Omega$  – характерный объем одной микропоры;  $k$  – постоянная Больцмана;  
 $T$  – абсолютная температура.

Полученное распределение пор близко к нормальному, некоторая асимметрия обусловлена тем, что концентрации вакансий вблизи больших пор, а значит, и скорости роста, различны для разных размеров.

Изменение плотности и структуры поверхностного слоя покрытия ПГ–СР4 при нагреве и временной выдержке приведены на рисунок 1.



**Рисунок 1 – Изменение плотности и структуры покрытия при нагреве:**  
*a* –  $T = 1150^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau = 5$  мин; *б* –  $T = 1150^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau = 20$  мин

Размеры пор, радиусом  $\approx 1$  мкм, имеют порядок размеров блоков, поэтому можно считать, что они расположены по границам блоков, где дислокаций существенно больше, чем в объеме, и они краевые. Дальнейшее развитие пористости связано с движением дислокаций. Для пор больших размеров (радиус  $\approx 10$  мкм) роль объемной диффузии вакансий в изменении радиуса невелика и решающее значение имеют поверхностная диффузия по границам зерен и пластическая деформация. Скорость роста поры за счет проскальзывания дислокационных петель прямо пропорциональна объему пор. Поэтому развитие трещин в результате укрупнения и слияния пор наиболее вероятно по границам зерен.

**Заключение.** В равновесных условиях пора залечивается со скоростью, зависящей от ее радиуса, температуры и структурных особенностей материала. Структурная неоднородность и пористость металлов с покрытиями определяют механизмы разрушения, однако, современные исследования в механике разрушения позволяют влиять на характер распространения трещины.

### Литература

1. Гегузин Я.Е. Диффузионная зона. – М.: Наука, 1979. – 344 с.
2. Завистовский В.Э. Механика разрушения и прочность материалов с покрытиями. – Новополоцк : ПГУ, 1999. – 144 с.
3. Бетехгин В.И. Кинетические закономерности разрушения кристаллических тел. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико–математических наук. – Л.: ФТИ, 1984. – 48 с.