

УДК 621.891

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЕТА НА НАДЕЖНОСТЬ
ВОССТАНОВЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

В.Э.ЗАВИСТОВСКИЙ

Учреждение образования

«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Новополоцк, Беларусь

Отказ материала с покрытием в значительной степени определяется наличием дефектов в металле основы и материале покрытия, а также их взаимодействием с частицами присадочного материала. Механическая обработка таких деталей приводит к изменениям структуры поверхностного слоя, ранее скрытые микродефекты и поры выходят на поверхность, являясь очагами разрушения. Целью настоящей работы является разработка рабочей гипотезы надежности материалов деталей машин, подвергающихся восстановлению путем нанесения покрытий.

Предположим, что материал восстановленной детали, представляет собой систему, состоящую из трех элементов: основной металл - переходная область - покрытие. Каждый из этих элементов может быть оценен через значения физико-механических характеристик. Так как в структуре восстановленного материала эти элементы расположены последовательно друг за другом, то его надежность, представленная в виде вероятности безотказной работы, можно определить как надежность последовательно соединенных элементов.

Вероятность безотказной работы материала детали при заданных эксплуатационных нагрузках может быть принята равной 1, надежность же основного металла восстанавливаемой детали может быть оценена через соответствующие механические характеристики. Надежность переходной области может быть оценена через прочность сцепления материала покрытия с основным материалом. Надежность покрытия можно оценивать через его пористость.

Приведенная модель позволяет оценить надежность материала восстановленной детали и учесть ее при расчетах надежности изделия (машины) в целом.

Взаимодействие пор в приповерхностной области пористой структуры обусловлено объемной диффузией вакансий, концентрация которых повышена из-за наличия большого числа малых пор. При наличии ансамбля пор равновесная концентрация вакансий в матрице материала повышается, что ведет к увеличению коэффициента диффузии и уменьшению энергии активации. В процессе высокотемпературной обработки в приповерхностном слое процесс диффузии вакансий ускоряется. Можно показать, что поры, размеры которых $\approx 0,05$ мкм,

залечиваются полностью за время порядка нескольких минут и, следовательно, из разряда растущих они со временем переходят в разряд залечивающихся. По-видимому, поры с размерами $\approx 1,0$ мкм располагаются по границам зерен и эволюция их размеров связана еще и с диффузией по границам зерен. При кратковременной температурной обработке температура от максимума на поверхности уменьшается вглубь материала. На поверхности поры температура различна и атомы "испаряясь" с "горячей" поверхности, конденсируются на "холодной". В итоге пора перемещается как единое целое. Учитывая, что коэффициент поверхностной диффузии больше чем объемной, вклад в изменение размера поры диффузии по границам зерен может быть существенным. Кроме того, разность температур создает давление, сжимающее пору в направлении градиента температуры.

В результате учета перечисленных факторов можно ожидать, что при кратковременной высокотемпературной обработке в приповерхностной области металла малые поры залечиваются полностью; поры, лежащие близко к поверхности выходят на поверхность, создавая беспористую "корку", что приводит к дополнительному упрочнению материала.