

ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ ДИФфуЗИОННЫХ СЛОЯХ, СОДЕРЖАЩИХ БОР

Для исследования остаточных напряжений выбраны двухкомпонентные слои, полученные на стали 45 путем борирования с последующей диффузионной металлизацией алюминием, хромом или титаном.

Диффузионное насыщение осуществлялось последовательно в порошковых смесях насыщающих элементов в контейнерах с плавкими затворами. После борирования слой содержал зоны боридов FeB и Fe_2B и имел глубину 70–80 мк.

Результаты исследования микроструктуры двухкомпонентных диффузионных слоев приведены в табл. I.

Для выявления влияния состава и структуры основы изучено распределение напряжений на техническом железе и стали 45 после термической обработки (закалки и отпуска при различной температуре).

Измерение внутренних напряжений проводилось на установке типа "ПИОН" по методике, [I].

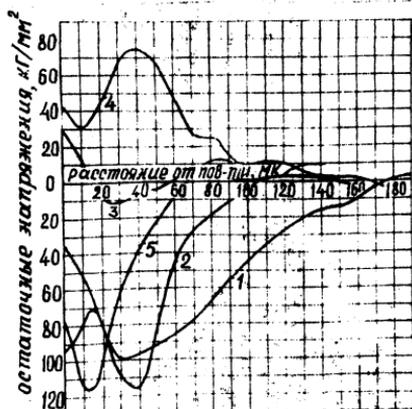


Рис. I. Эпюры распределения остаточных напряжений по глубине борохромированного слоя (кривые 1–4 — сталь 45, кривая 5 — железо):
1 — до термической обработки;
2 — после закалки и высокого отпуска;
3 — после закалки и среднего отпуска;
4 — после закалки и низкого отпуска;
5 — на железе

На рис. I представлены эпюры распределения остаточных напряжений в борохромированных образцах железа, а также стали 45 до и после термообработки; на рис. 2 и 3 — то же в бороалитированных и боротитанированных образцах железа и стали 45.

Неблагоприятная эпюра остаточных напряжений обнаружена в бороалитированном диффузионном слое, в котором на поверхности в зоне аллюминидов железа имеют место высокие остаточные напряжения растяжения.

Борохромированный и особенно боротитанированный диффузионные слои содержат высокие сжимающие напряжения на поверхности, преобладающие остаточные напряжения

Таблица I

Результаты изучения микроструктуры двухкомпонентных диффузионных слоев

Вид поверхностного легирования	Микроструктура, микротвердость (Н , кг/мм ²) и глубина (h , мк) отдельных зон слоя		
	наружная зона	внутренняя зона	переходная зона на границе с основой
Боралитирование	Мелкодисперсная точечная смесь алюминидов железа ($Fe_2Al_5 + FeAl_3$) H = 800 h = 30	Иглы алюминидов Fe_2Al_5 , расположенные перпендикулярно поверхности H = 620 h = 50	Иглы боридов Fe_2B , расположенные перпендикулярно поверхности H = 1800 h = 50
Борохромирование	Иглы сложного боридов (Fe, Cr) ₂ B, расположенные перпендикулярно поверхности H = 2300 h = 40		Иглы боридов Fe_2B H = 1800 h = 110
Боротитанирование	Светлый нетравящийся слой, содержащий диборид TiB_2 и титанид железа $FeTi_2$ H = 3200 h = 10	Светлая двухфазная зона, содержащая титанид $FeTi_2$ и твердый раствор на основе железа, расположенная параллельно поверхности H = 470 h = 10	Иглы боридов Fe_2B H = 1800 h = 130

сжатия борированного слоя равной глубины. В борхромированном слое этому способствует, по-видимому, отсутствие моноборида FeB .

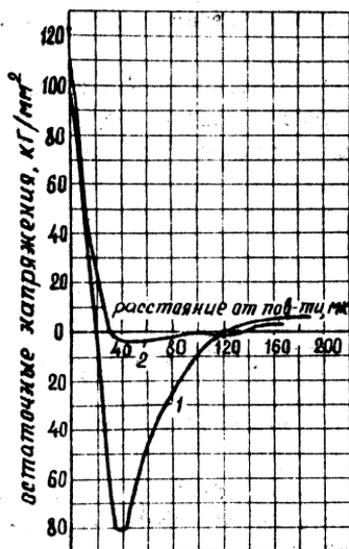


Рис.2. Эпюры распределения остаточных напряжений по глубине борозалитированного слоя: 1 - на железе; 2 - на стали 45

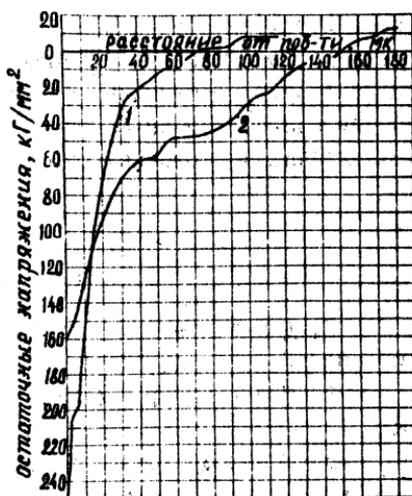


Рис.3. Эпюры распределения остаточных напряжений по глубине боротитанированного слоя: 1 - на железе; 2 - на стали 45

Закалка с последующим низким отпуском на мартенсит, вызывающая увеличение удельного объема стали, изменяет знак остаточных напряжений в борхромированном слое, вызывая значительные растягивающие напряжения на поверхности. Повышение температуры отпуска приводит сначала к уменьшению остаточных растягивающих напряжений на поверхности, а затем и к изменению их знака.

ВЫВОДЫ

I. Поверхностное легирование борированной стали алюминием, хромом или титаном приводит к перераспределению остаточных напряжений в слое, причем хромирование и титанирование повышают сжима-

щие напряжения, а алитирование вызывает в поверхностном слое растягивающие напряжения.

2. Величина остаточных напряжений в диффузионном слое образцов поверхностно легированной стали ниже, чем в аналогичном слое образцов из железа, что объясняется меньшим коэффициентом линейного расширения стали.

3. Термическая обработка поверхностно легированной стали изменяет эпюру остаточных напряжений. Улучшение стали представляет собой благоприятный фактор с точки зрения сохранения сжимающих напряжений на поверхности.

Л и т е р а т у р а

1. Д у б и н и н Г. Н. "Изв. АН СССР", ОТН, Металлургия и топливо, № 4, М., 1962.

2. Б и р г е р И. А. Остаточные напряжения. Машгиз, М., 1963.

3. З е м с к о в Г. В. , К о г а н Р. Л. , Ш е с т а к о в А. И. , Ш е в ч е н к о И. М. В сб. "Защитные покрытия на металлах", 5, "Наукова думка", Киев, 1967.

4. К у л и к А. Я. , П о л я к о в Б. З. , Д я х о в и ч Л. С. , Б а б у ш к и н Б. В. "Изв. АН БССР", № 2, 1969.

5. К о г а н Р. Л. , З е м с к о в Г. В. , Д о р о ф е е в Н. Н. , К и ш и н е в с к и й Э. Л. В сб. "Химико-термическая обработка металлов и сплавов", Минск, 1971.

6. П о л я к о в Б. З. , Б а б у ш к и н Б. В. В сб. "Химико-термическая обработка металлов и сплавов", Минск, 1971.