

Сплавы с заданным коэффициентом теплового расширения используют для спаев с различными стеклами, керамикой, слюдой и другими диэлектриками в радиолампах и электроннолучевых приборах, для деталей измерительных приборов с постоянными размерами.

Сплавы с высокими упругими свойствами обладают комплексом упругих свойств и их применяют в качестве пружин и пружинных элементов, упругочувствительных элементов измерительных приборов, мембран расходомеров, резонаторов фильтров для выбора, генерирования и настройки на заданную частоту.

Сверхпроводящие сплавы обладают нулевым значением электросопротивления в определенном диапазоне температур, магнитных полей и плотностей токов и могут быть использованы для изготовления сверхмощных малогабаритных магнитов.

Термобиметаллы представляют собой материал, состоящий из двух и более слоев металлов или сплавов с различными коэффициентами теплового расширения, сваренных между собой по всей поверхности соприкосновения, и применяются для автоматического регулирования заданной нагрузки и температуры в различного рода компенсационных устройствах, терморегуляторах, а также в приборах бытовой техники.

Прецизионные сплавы производятся по государственным стандартам и техническим условиям.

УДК 621.785

Исследование микроструктуры и твёрдости диффузионных слоёв на стали 20X13, полученных из оптимизированных порошковых смесей

Студенты гр. 104219 Бекетова И.Ю., Марышева А.А., Синькевич О.Л., Орда Д.В.
Научные руководители – Стефанович В.А., Борисов С.В.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Цементация сталей содержащих 12 – 13 % хрома применяется для повышения ресурса работы штампового инструмента для вырубки, вытяжки, гибки. Для вырубных штампов небольшого сечения используется сталь 20X13, которая после цементации, закалки и низкого отпуска имеет следующие свойства и структуру: цементованный слой толщиной 0,3 – 0,4 мм представляет собой мартенсит с большим количеством карбидных включений и твердостью 65 – 68 HRC и вязкой сердцевиной, твердость которой составляет 42 – 45 HRC. Такое сочетание свойств поверхности и сердцевины позволяет значительно повысить ресурс работы вырубных штампов. Разработанные порошковые смеси для цементации высокохромистых сталей имеют недостаток - низкую насыщенную способность (для получения цементованного слоя толщиной 0,3 – 0,4 мм требуется выдержка 6 – 8 часов при $t = 1000 - 1050$ °С).

Целью данной работы является разработка порошковых смесей высокой активности для цементации высокохромистых сталей, которые обеспечивают структуру диффузионного слоя, состоящую из твердых включений карбидов, находящихся в мартенситной матрице.

Для получения оптимальных свойств диффузионных слоев был применен последовательный симплекс метод планирования эксперимента с использованием правильного симплекса.

В качестве факторов, входящих в состав смеси, были выбраны следующие компоненты: хромирующая смесь, цементирующая смесь, легкоплавкие добавки. Температура и время насыщения поддерживались постоянными: $t = 1050$ °С, $\tau = 4$ ч. Таким образом, симплекс был составлен для количества факторов $K = 8$.

Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты проведённых опытов

№ точки	Толщина слоя, мкм	Твёрдость после закалки, HRC	Балл твердых частиц
1	1050	64	2
2	700	63	2
3	800	62	1
4	1000	68	3
5	900	67	2
6	100	47	1
7	10	44	0
8	20	45	0
9	200	53	1
10	15	45	0
11	15	45	0
12	15	45	0
13	155	45	1
14	900	69	3
15	1400	70	3
16	1100	69	3
17	250	60	1

Балл твёрдых частиц характеризует наличие карбидов и их дисперсности в структуре и изменяется от 0 до 3. Максимальный балл соответствовал оптимальной структуре цементованного слоя. Оптимизация состава насыщающей смеси позволила получить экстремальные значения параметров цементованного слоя. Так диффузионный слой в точке № 15 имеет наилучшие результаты: толщину цементованного слоя – 1400 мкм; твёрдость после закалки ~ 70 HRC и максимальный балл структуры – 3 (таблица 1). Близкие результаты к данным значениям имеют точки № 14, 16.



Рисунок 1 – Микроструктура цементованного слоя (точка № 15) x500

Микроструктура поверхностного слоя точки № 15 представлена на рисунке 1. Структура состоит из большого количества включений карбидов зернистой и пластинчатой формы находящихся в мартенситной матрице. Толщина данной зоны составляет ~ 600 мкм (первая зона). На глубине 600...1100 мкм (вторая зона) количество карбидов уменьшается. И на глубине более 1100 мкм (третья зона) карбиды в структуре практически отсутствуют и структура состоит из мартенсита игольчатой формы и аустенита остаточного. На рисунке 2 представлено распределение микротвёрдости по толщине цементованных слоёв.

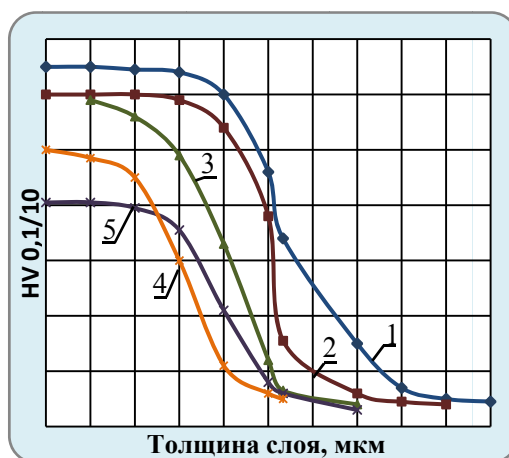


Рисунок 2 – Распределение микротвёрдости по толщине диффузионных слоёв: 1 – образец № 15; 2 – образец № 16; 3 – образец № 14; 4 – образец № 5; 5 – образец № 1

Как видно из рисунка, максимальные значения микротвёрдости 1000 – 1050 HV 0,1/10 получается в первой зоне и данные значения твёрдости сохраняются постоянными по всей толщине данной зоны. Такое значение высокой твердости можно объяснить наличием большого количества мелкодисперсных карбидов в структуре. Отсутствие данной зоны в диффузионных слоях приводит к понижению микротвёрдости из-за уменьшения количества карбидов (точки № 10,11,12). Микротвердость второй зоны плавно уменьшается по толщине из-за снижения в структуре количества карбидов. Микротвердость третьей зоны находится на уровне значений твердости основы.

Таким образом, применение последовательного симплексного метода при оптимизации состава карбюризатора для цементации высокохромистых сталей позволило:

- увеличить скорость формирования диффузионного слоя высокой твердости в 1,8 – 2,2 раза по сравнению с известными карбюризаторам и получать диффузионные слои с включениями карбидов до 700 мкм и общей толщиной 1400 мкм;
- повысить твердость поверхности упрочняемой стали 20X13 до 69 – 70 HRC;
- получить одинаковые значения микротвердости 1000 – 1050 HV 0,1/10 по всей толщине карбидной зоны цементованного слоя.

УДК 621.785

Износостойкость диффузионных слоёв на стали 20X13, полученная оптимизацией по последовательному симплексному методу

Студенты гр. 104219 Бекетова И.Ю., Марышева А.А., Орда Д.В., Синькевич О.Л.

Научные руководители – Стефанович В.А., Борисов С.В.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В данной работе представлены результаты исследования износостойкости диффузионных слоев, обладающих оптимальной структурой и высокими значениями твердости. Сравнительные данные по износостойкости указанных образцов по отношению к износостойкости закаленной стали У8 приведены на рисунке 1.

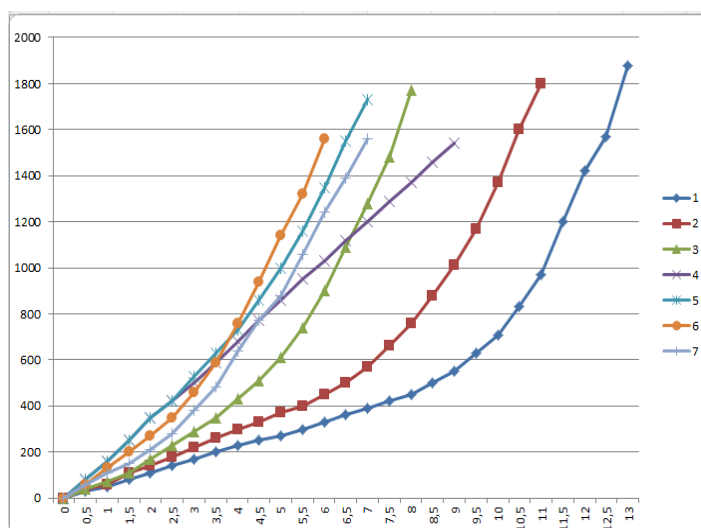


Рисунок 1 – Износостойкость диффузионных слоев:

- 1 – образец с 70 HRC и $h = 1,4$ мм; 2 – образец с 69 HRC и $h = 1,1$ мм; 3 – образец с 69 HRC и $h = 0,9$ мм; 4 – сталь У8 после закалки (64 HRC); 5 – образец с 67 HRC и $h = 0,9$ мм; 6 – образец с 64 HRC и $h = 1,05$ мм; 7 – 20X13 цементованная (85 % угля + 15 % NaHCO_3).