

УДК 643.18

## РАЗРАБОТКА, ИЗУЧЕНИЕ И ИСПЫТАНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

© 2005 С.А. Мамедова

Институт Химических Проблем  
Национальной Академии Наук Азербайджана  
Поступила в редакцию 11.10.04

Разработаны порошковые составы для диффузионного насыщения поверхностей стальных изделий некоторыми переходными металлами (Cr, Mo, W), изучен их фазовый состав, определена толщина диффузионного слоя и микротвердость покрытий, исследованы их защитные свойства и проведены испытания в лабораторных и эксплуатационных условиях.

### ВВЕДЕНИЕ

С целью улучшения физико-химических и физико-механических свойств сталей в эксплуатационных условиях, как правило, используется объемное легирование их дефицитными и дорогостоящими металлами (Ni, Cr, Mo, W, V, Zr и др.).

Однако объемное легирование не всегда обеспечивает надежность работы стальных изделий, в особенности, когда их стойкость определяется защитными свойствами тонких поверхностных слоев, с изнашиванием которых исчерпывается рабочий ресурс.

Наиболее эффективная защита металла от коррозии и коррозионно-механического изнашивания может быть достигнута путем улучшения физико-химических и физико-механических свойств поверхности металла. В этой связи методы химико-термической обработки (ХТО) позволяют создавать на поверхности сталей диффузионные слои боридов, карбидов, нитридов, как в отдельности, так и в различных сочетаниях.

Используя накопленный опыт в области ХТО поверхности стали, разработаны новые порошкообразные составы для диффузионного хромирования, как-то (ПСХ-V, ПСХ-Mo, V, ПСХ-Mo, W, ПСХ-Mo, W, V и др.).

Механизм и кинетика процессов формирования диффузионных слоев при ХТО металлов и сплавов достаточно освещены в работах [1-3].

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Оптимальные компонентные составы порошковых смесей и режимные параметры процесса определены экспериментально.

Микротвердость и глубина диффузионных слоев определялись с помощью микротвердомера ПМТ-3 и металлографического микроскопа НЕОГОТ-32.

Методом рентгеноструктурного анализа установлено, что при комплексном насыщении поверхности углеродистой стали в диффузионном слое формируются собственные и сложные железистые карбиды переходных металлов.

Выявлена параболическая зависимость кинетики роста толщины карбидных покрытий от температуры и продолжительности диффузионного процесса.

Износостойкость диффузионных покрытий в условиях сухого и граничного трения изучали на стандартной машине трения и износа СМТ-1.

Электрохимическое исследование осуществляли на потенциостате П-5848 при скорости развертки потенциала 40 мВ/мин.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 приведены оптимальные условия формирования, некоторые свойства карбидного покрытия, полученного хромированием поверхностных слоев углеродистой Ст.45 хромом и переходными металлами.

Изменение поверхностей микротвердости и глубины слоя, различных марок сталей в зависимости от режима ХТО

N	Условное обозначение составов	Марки стали	$\tau$ , час	$t$ , °C	Кратность использования состава	Глубина слоя, мкм	Микротвердость слоя, мкм
1	ПСХ (3)	08КП Ст. 45	8-10 6	1000 1100	2 2-3	120-150 40-45	12800-13000 16000-17000
2	ПСХ - Мо	Ст.45 36НХТЮ	6 4	1100 1100	3-4	30-35 40-65	18000-18500 17500-18000
3	ПСХ - W	Ст.45 95Х18	6	1100	2-3	20-25	21700-22000 22500-23000
4	ПСХ-Мо, W	Ст.45 4ХВ20С	6	1100	3-4	50-65 30-40	21000-21500 22300-24000

ПСХ - порошок состава хромирования

Как видно из табличных данных, покрытия, полученные на поверхности рассмотренных сталей, обладают достаточно высокой твердостью и глубиной диффузионного слоя.

Установлено, что образование карбидных слоев толщиной всего 20-60 мкм оказывается вполне достаточной для резкого увеличения защитных свойств поверхности углеродистых сталей, как от общей коррозии, так и износа в большей степени, чем собственно хром [4], таблица 2.

Но легирование хромированного слоя карбидами этих металлов снижает скорость коррозии, соответственно в 10 % HCl (50°C) в 18-24 раза, в 3 % -ном NaCl (60°C) в 10 раз, а в водопроводной воде в 20 раз. Причем, как в растворе хлористого натрия, так и пресной

воде в течении 284 ч. образование питтингов не наблюдалось. Легирование карбидного слоя металлами Cr, Mo и W придает покрытию на поверхности стали весьма высокую коррозионную стойкость.

Как видно из анодных потенциодинамических кривых (рис.1), потенциал коррозии гальванического хромового покрытия, полученного на поверхности стали в режиме двухслойного износостойкого и коррозионностойкого гальванического хромирования (5), в 5 %-ном  $H_2SO_4$  значительно отрицателен ( $E_{кор.} = -0,35 В$ ), нежели карбидного покрытия полученного на поверхности Ст.45 (-0,065 В), что практически соответствует потенциалу активно-пассивного перехода металлического хрома.

Таблица 2

Коррозионная стойкость хромированной и комплексно-насыщенной Ст.45 в агрессивных средах

N	Покрyтия, полученные при насыщении Ст45 металлами	10% HCl, 50 °C, 72 час	10 % NaOH, 40 °C, 72 час	3% NaCl, 60 °C, 127 час	Водопроводная вода, 60 °C, 284 час.
1	ПСХ	1,6	0,0025	0,063*	0,004*
2	ПСХ - Мо	0,091	0,41	0,007	0,0008
3	ПСХ - W	0,032	1,44	0,0032	0,0006
4	ПСХ - W, Мо	0,016	1,63	0,0025	0,00031

\*Отмечено питтинообразование

## РАЗРАБОТКА, ИЗУЧЕНИЕ И ИСПЫТАНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

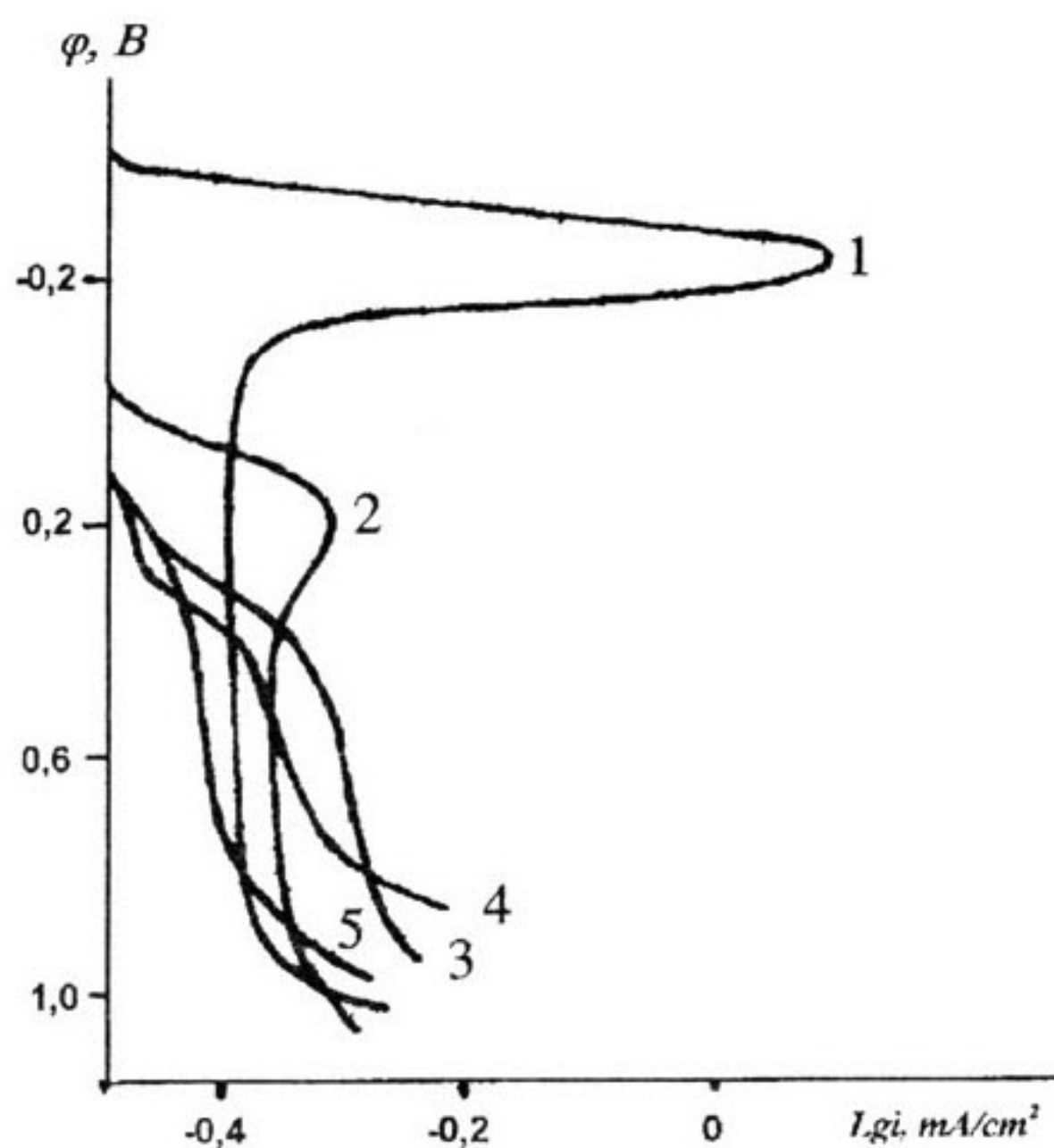


Рис. 1. Анодные потенциодинамические кривые гальванического хромового покрытия (1) и диффузионных карбидных покрытий, полученных в составах; 2-ПСХ; 3-ПСХ-Мо; 4-ПСХ-W; 5-ПСХ-Мо, W (среда; 5%  $H_2SO_4$ ).

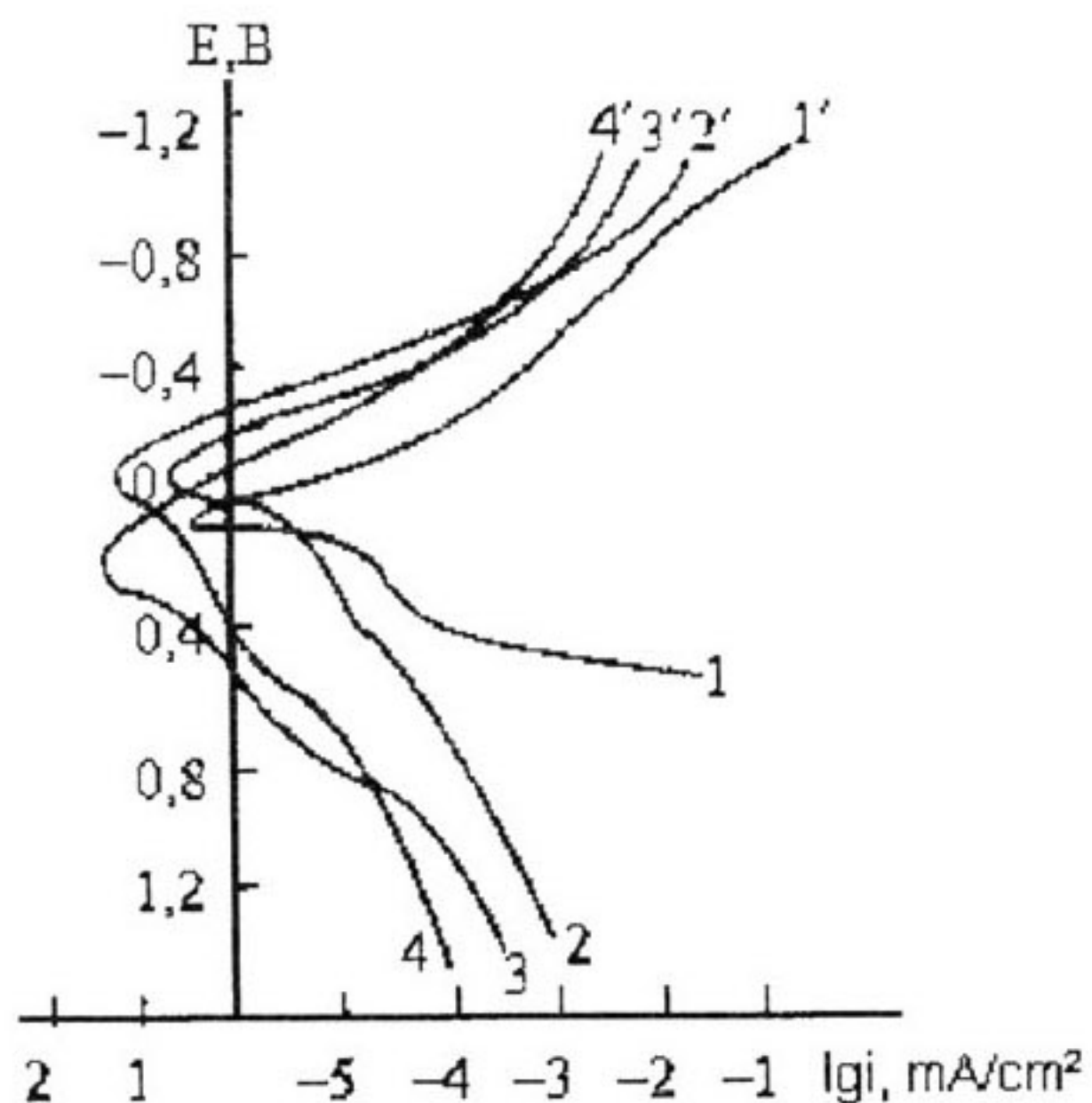


Рис. 2. Потенциодинамические кривые стали 95X18 в водопроводной воде без (1) и с диффузионными покрытиями, полученными в составах: ПСХ-Мо(2); ПСХ-W(3); ПСХ-Мо, W(4).

Легирование хромкарбидного слоя карбидами Мо и W, особенно при комплексном формировании в покрытии карбидов Cr, Мо, W показывает, что потенциал саморастворения покрытия смещается в область полного пассивного состояния металлической компоненты основного легирующего металла-хрома, чем и объясняется отсутствие на поляризационных кривых анодных петель, характеризующих области активного растворения и активно-пассивного перехода.

Закономерность изменения коррозионной стойкости покрытий, наблюдаемая в результатах коррозионных испытаний подтверждается также данными электрохимических исследований и в водопроводной воде (рис. 2).

Как видно из потенциодинамических кривых, снятых в водопроводной воде с предварительным активированием при  $E = -0,8$  В в течении 0,5 час, как на кривой самой стали 95X18, так и на кривых, снятых на диффузионных покрытиях, наблюдается появление катодных петель, величина тока которых может служить критерием степени запассивованности поверхности карбидного слоя и по ним может быть произведена оценка влияния карбидов Мо, W на пассивируемость и, тем самым, на коррозионную стойкость покрытий.

Таким образом, установлено, что легированием поверхности Ст. 45 карбидами металлов, обладающих повышенной пассивируемостью, достигается многократное увеличение защитного свойства покрытия при обоснованном выборе легирующего металла с учетом характера коррозионной среды – ее окислительно-восстановительных свойств.

Испытаниями в эксплуатационных условиях и внедрением в производстве установлено, что карбидные покрытия увеличивают срок службы деталей различного оборудования предприятий микроэлектронной промышленности в 2-2,5 раза, водяных счетчиков в 3-3,5 раза.

При испытаниях обнаружено, что комплексные покрытия на основе карбидов Cr, Мо, W являются довольно стойкими, что позволяет успешно заменить Р6 М5, ХВГ, 95X18, 36НХТЮ на Ст.30 и ст.45.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лахтин Ю.М., Арзамасов Б.Н. Химико-термическая обработка металлов. М.: Машиностроение. 1985.
2. Минкевич А.Н. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. М.: Машиностроение. 1969.
3. Дубинин Г.Н. Диффузионное хромирование сталей и сплавов. М.: Машиностроение. 1964. С. 72.
4. Бабич С.Г., Кияжева В.М., Заец И.И. и др. Коррозионное поведение поверхностно-легированной стали хромом, стали 45 в растворах серной кислоты. Журнал "Защита металлов". 1992. Т. 28. № 1. С. 71-72.
5. Гальванические покрытия в машиностроении (Справочник под ред. М.А.Шлугера). М.: Машиностроение. 1985. Т. 1. С. 222.