

**ОСОБЕННОСТИ СОСТАВОВ РАБОЧИХ СМЕСЕЙ,  
ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССА ДИФФУЗИОННОГО  
ХРОМИРОВАНИЯ И ЕГО РАЗНОВИДНОСТЕЙ**

*БНТУ, Минск*

*Научный руководитель Федорцев В.А.*

Диффузионное хромирование – процесс насыщения поверхности металла хромом и его соединениями.

Процесс диффузионного хромирования может использоваться для повышения жаро- и износостойкости, а также кавитационной и коррозионной стойкости деталей машин и инструмента в машиностроительной, химической, приборостроительной и других отраслях промышленности. Диффузионно хромированные изделия обладают повышенной окалиностойкостью до температуры 800°C, а при содержании хрома в поверхностном слое 0,3-0,4% – повышенной твердостью и износостойкостью. Хромированию можно подвергать изделия, изготовленные из любых марок стали. Его проводят в высокотемпературных печах.

Составы рабочих смесей на основе феррохрома, рекомендуемые для выполнения процесса хромирования, приведены в таблице, представленной в источнике.

Состав на основе оксида хрома содержит, % (мас. доля): оксида хрома 55-60; алюминия 10-15; фтористого алюминия 3-5; оксида алюминия – остальное.

При последовательном карбохромировании и хромотридизации в качестве источника хрома применяют 70%-феррохром ФХО10. Из феррохрома можно отливать плиты, стержни, втулки и другие детали для неконтактного диффузионного хромирования в вакууме, деталей сложной конфигурации или отдельных частей деталей. Для увеличения

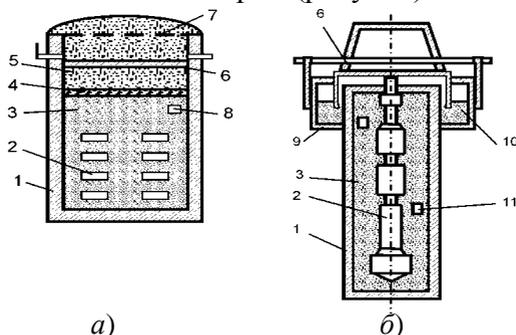
сублимирующей поверхности феррохром измельчают или гранулируют. Хорошие результаты получают при использовании металлического хрома марки ХО в качестве источника комплексного насыщения.

**Составы рабочих смесей для хромирования  
в порошках на основе феррохрома**

Номер состава	Содержание компонентов, % (мас. доля)				
	Феррохрома	Оксида алюминия	Фтористого алюминия	Других	Область применения
1	25	72	3	-	Для деталей из углеродистых сталей
2	-	70	5	Cr 25	
3	75	20	5	-	
4	-	26	2	Al 12; Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 60	
5	50	47	3	-	Для деталей из легированных сталей
6	-	45	5	Cr 50	
7	50	-	5	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 45	Для деталей, которым требуется повышенная твердость
8	45	8	2	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 45	

В процессе хромоалитирования источником хрома и алюминия служит специально выплавленный сплав (80% Cr + 20% Al), обеспечивающий равномерное испарение хрома и алюминия при неконтактном вакуумном способе. Хромоборирование проводят последовательным и непрерывно-последовательным способом. Источником для выделения активного бора служит смесь порошков карбида бора и металлического бора. Приготовление хромирующей смеси осуществляется следующим образом. Взвешивают отдельные составляющие смеси. Отвешенное количество хрома и оксида алюминия (глинозема) смешивают и просушивают при температуре 60-100°C в течение 1-2 ч. Затем все компоненты тщательно смешивают (металлический хром

размельчают в шаровой мельнице до порошка). Хромирующая смесь может быть использована многократно при условии добавления в нее 10% свежей смеси. Хранят смесь в сухом месте в ящиках с крышками. Для хромирования детали, очищенные от коррозии и загрязнений, загружают в нагревательную печь в контейнерах с обычной крышкой, уплотняемой обмазкой, или в контейнерах с плавким затвором (рисунок).



Контейнеры: *a* – с крышкой, уплотняемой обмазкой; *б* – с плавким затвором; 1 – контейнер; 2 – обрабатываемые детали; 3 – хромирующий порошок; 4 – асбестовая крошка; 5 – смесь глины и угля; 6 и 9 – крышка; 7 – замазка; 8 и 11 – образец-свидетель; 10 – плавкий затвор

В случае реализации разновидностей диффузионного хромирования различают хромирование пастой и вакуумное хромирование.

*Хромирование пастой.* Детали покрывают слоем пасты толщиной 0,5-1 мм, состоящей из 75% порошкового хрома (феррохрома) и 25% криолита, разведенных в гидролизованном этилсиликате. Затем покрытие сушат при температуре 100°C в течение 1 ч и нагревают с помощью ТВЧ до 1050-1200°C. На деталях из низкоуглеродистой стали за 3 мин образуется слой глубиной до 0,1 мм. При обычном хромировании для получения такого слоя при температуре 1050°C требуется 8-10 ч.

Недостаток способа – ухудшение качества поверхности из-за приваривания к ней частиц обмазки.

*Вакуумное хромирование* основано на том, что твердый хром обладает высокой испаряемостью. Детали и измельченный хром укладывают в металлический тигель, установленный в электровакуумной печи, и создается вакуум 1-0,1 Па. При температуре 1000-1100°C происходит испарение хрома, который заполняет рабочее пространство тигля. Контактная с поверхностью деталей, хром диффундирует в глубь упрочняемого металла. При температуре процесса 1050°C за 6 ч в низкоуглеродистой стали глубина хромированного слоя достигает 0,15 мм.

Вывод: Все вышесказанное позволяет сделать правильный выбор состава порошков для реализации процессов диффузионного хромирования и его разновидностей.

УДК 621.51

Газарян А.Г.

**ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО  
КОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО  
КОМПРИМИРОВАНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ  
ПРИРОДНОГО ГАЗА**

*БНТУ, Минск*

*Научный руководитель Бабук В.В.*

В данной работе рассматриваются и сравниваются компрессорные установки винтового, поршневого и центробежного типа.

Доклад содержит основные сведения о данных установках, их структуре и принципы работы.

Данные установки относятся к оборудованию для сжатия и транспортировки природного газа и могут быть использованы в таких отраслях как: энергетика (ГЭС, ТЭЦ, АЭС),