

Насыщение бором и цирконием

Бороцирконирование – диффузионное насыщение стали при электролизе легирующих элементов из расплавов, содержащих, например, буру, криолит, глинозем, двуоксид циркония. Однако такой состав пригоден только для электролизного бороцирконирования, требует применения дорогостоящего оборудования, использования источников постоянного тока, сложен в эксплуатации и затрудняет проведение термической обработки непосредственно после процесса химико-термической обработки.

На практике часто используют состав, содержащий, % (мас. доля): диборида циркония (ZrB_2) 47; инертной добавки (оксида алюминия Al_2O_3) 50; активатора (фтористого алюминия AlF_3) 3. Процесс диффузионного насыщения проводят в герметичных жаростойких контейнерах. Недостатки этого состава: довольно низкая скорость формирования бороцирконированных диффузионных слоев, необходимость использования дорогостоящей оснастки, невозможность проведения закалки после химико-термической обработки.

Можно увеличить насыщающую способность состава и обеспечить возможность проведения процесса в окислительной среде без защитной обмазки [а. с. 685717 (СССР)]. Для этого в состав, содержащий порошкообразный диборид циркония, дополнительно вводят карбид бора, в качестве инертной добавки – железную окалину и в качестве активатора – фтористый натрий при следующем содержании компонентов, % (мас. доля): карбида бора 45-60; диборида циркония 5-10; фтористого натрия 5-10; железной окалины 25-40. Для приготовления обмазки применяют следующие компоненты: технический карбид бора, железную окалину (отходы кузнечно-термического производства), фтористый натрий марки Ч, диборид циркония порошкообразный.

Смесь компонентов в виде обмазки наносят на упрочняемые поверхности. Обмазку готовят смешиванием порошкообразных компонентов (размер фракции 0,1-0,2 мм) с гидролизированным этилсиликатом, используемым в качестве связующего. Слой обмазки толщиной 4-5 мм наносят на образцы окунанием. После сушки в течение 10-20 мин при нормальной температуре на воздухе детали помещают в электропечь, нагретую до температуры процесса химико-термической обработки 900 °С, и выдерживают в ней 4-6 ч. Процесс совмещают с нагревом для термической обработки, т. е. закалку, которую проводят с температуры диффузионного насыщения. При закалке обмазка теряет прочность и отделяется от поверхности образца.

Состав позволяет проводить процесс в обычной печной среде при длительных выдержках и высоких температурах (1-20 ч при 900-1100 °С). Глубина диффузионного слоя в сталях типа 40Х, 45 достигает 95-145 мкм.

Насыщение хромом

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 °С, 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 табл. 39.

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

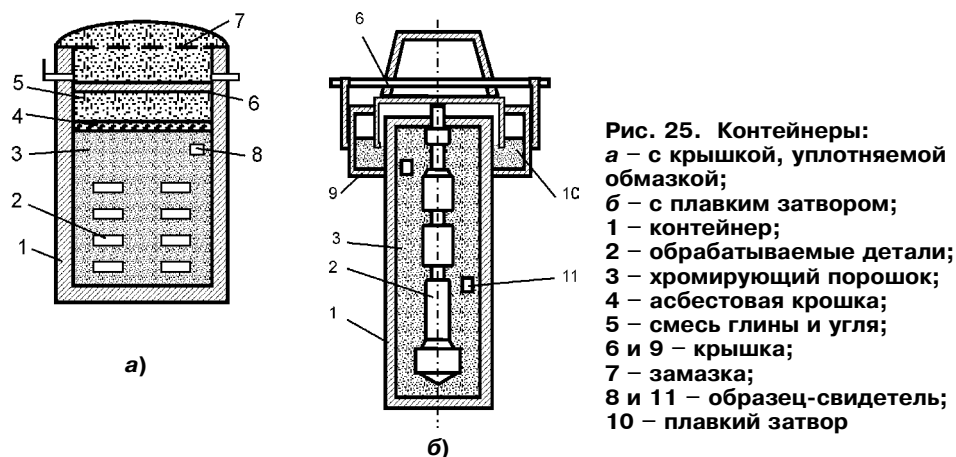
При последовательном карбохромировании и хромотридизации в качестве источника хрома применяют 70%-ный феррохром ФХО10. Из феррохрома можно отливать плиты, стержни, втулки и другие детали для неконтактного диффузионного хромирования в вакууме деталей сложной конфигурации или отдельных частей деталей. Для увеличения сублимирующей поверхности феррохром измельчают или гранулируют. Хорошие результаты получают при использовании металлического хрома марки ХО в качестве источника комплексного насыщения.

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 °С в течение 1-2 ч. Затем все компоненты тщательно смешивают (металлический хром, получаемый в кустах, 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 (рис. 25).

39. Составы рабочих смесей для хромирования в порошках на основе феррохрома

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



При упаковке изделий в ящики расстояние между стенками ящика и изделиями должно быть не менее 25 мм. Перед укладкой изделий на дно ящика насыпают хромирующую смесь слоем 20-30 мм. После укладки изделий и образцов-свидетелей вновь засыпают хромирующую смесь слоем 30-40 мм. Поверхность слоя закрывают листовым асбестом, затем надевают крышку. Герметизацию контейнера обеспечивают заполнением герметизирующего желоба сухим песком или шамотным порошком.

Ящики загружают в печь при температуре печи не выше 400 °С. До температуры 600 °С нагрев осуществляется со скоростью 100 °С/ч. Рабочая температура процесса 950-1100 °С, время выдержки 6-12 ч, скорость хромирования 0,02-0,04 мм/ч. Твердость обработанной поверхности достигает 1200 HV при глубине слоя 0,3 мм.

Хромированные детали подвергают внешнему осмотру. Контроль качества, твердости и глубины слоя проводят по образцам-свидетелям. Качество слоя определяют травлением, глубину слоя – по микрошлифам, твердость измеряют прибором Виккерса при нагрузке 6-10 Н.

Недостатки хромирующих составов: малая скорость формирования покрытий, необходимость применения герметичных контейнеров из жаростойкой стали и повторного нагрева при последующей термообработке хромированных деталей.

Интенсифицировать процесс насыщения, отказаться от использования тиглей из жаростойкой стали, совместить процесс хромирования с нагревом под термическую обработку и повысить технологическую и экономическую эффективность процесса можно, используя способ по а. с. 585235 (СССР). Эффект достигается введением в хромирующий состав, помимо оксида хрома, порошка алюминия и оксида алюминия, дополнительно хлористого аммония и смеси ацетона с клеем на основе фенолоформальдегидных смол, модифицированных поливинилбутиралем, при следующем соотношении компонентов, % (мас. доля): оксид хрома 30-45; порошок алюминия 10-20; оксид алюминия 14-24; хлористый аммоний 3-6; смесь ацетона с клеем на основе фенолоформальдегидных смол, модифицированных поливинилбутиралем, 19-23. В смесь ацетона с клеем компоненты вводят в следующем соотношении, % (мас. доля): клей на основе фенолоформальдегидных смол, модифицированных поливинилбутиралем, 10-40; ацетон 60-90.

Хромирующий состав наносят на упрочняемую поверхность слоем 1-3 мм. Насыщение ведут при температуре 900-1200 °С в течение 0,5-6 ч. Нагрев может осуществляться как в воздушной атмосфере, так и в соляных ваннах.

Данные о насыщающей способности состава (нагрев в воздушной атмосфере) приведены в табл. 40.

При необходимости увеличить толщину хромированного слоя используют активированный состав для диффузионного насыщения по а. с. 703601 (СССР). В состав для хромирования, содержащий оксид хрома и активатор, вводят двуоксид кремния и силикомишметалл, а в качестве активатора берут фтористый натрий и хлористый аммоний. При этом содержание указанных компонентов должно быть следующим, % (мас. доля): оксид хрома 38-42; силикомишметалл 23-25; фтористый натрий 2-3; хлористый аммоний 1-2; двуоксид кремния – остальное. Все материалы используют в виде порошков. Размеры частиц силикомишметалла не должны превышать 0,05 мм. Обрабатываемые заготовки помещают в контейнер и засыпают составом, предварительно восстановленным при температуре 850-950 °С. Перед засыпкой в восстановленную смесь вновь вводят активатор согласно процентному содержанию компонентов. Диффузионное насыщение проводят в герметизированном с помощью плавкого затвора контейнер. В качестве плавкого затвора используют борный ангидрид. При проведении хромирования в указанном составе образцов из стали У8 при 1050 °С в течение 4 ч образуется хромированный слой толщиной 35-40 мкм.

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 °С в течение 1 ч и нагревают с помощью ТВЧ до 1050-1200 °С. 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 °С 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 °С происходит испарение хрома, который заполняет рабочее пространство тигля. Контактируя с поверхностью деталей, хром диффундирует в глубь упрочняемого металла. При температуре процесса 1050 °С за 6 ч в низкоуглеродистой стали глубина хромированного слоя достигает 0,15 мм.

40. Глубина слоя (мкм) при различных режимах диффузионного хромирования инструментальных сталей

Насыщающая смесь, % (мас. доля)	Режим насыщения		Глубина слоя в сталях			
	Температура, °С	Продолжительность, ч	45	У8	ХВГ	Х12Ф1
Cr ₂ O ₃ ; Al 15; Al ₂ O ₃ ; NH ₄ Cl ₄ ; (ацетон+клей 25)	1050	4	20	20	25	40
	1050	6	25	25	28	40
	1100	4	25	25	28	60
	1100	6	35	30	35	70