

ляются преимущественно кристаллическими. Практически все конструкционные материалы в реакторах являются металлическими, и многие материалы, предложенные для более агрессивных условий в передовых реакторных концепциях, также являются металлами. Типы излучения, которые могут выдерживать конструкционные материалы состоят из нейтронов, ионов, электронов и гамма-лучей. Все эти формы излучения обладают способностью вытеснять атомы из их узлов решетки, что является фундаментальным процессом, который управляет изменениями структурных металлов, описанными ранее. Включение ионов среди облучающих частиц обеспечивает привязку к другим областям и дисциплинам, таким как использование ускорителей для (переработки ядерных отходов) переработки ядерных отходов или к созданию новых материалов путем ионной имплантации, ионно-лучевого смещения, ионной имплантации с плазмой и ионного пучка.

Сегодня для стержней регулирования атомных реакторов применяют материалы, поглощающие нейтроны: изотопы бора, гафния, бористая сталь, графит. Элементы реактора, находящиеся в неактивной зоне изготавливают из специальных нержавеющей сталей перлитного и аустенитного классов. Аустенитные стали хорошо сопротивляются высоким температурам, а также имеют высокую коррозионную стойкость в газах, воде, жидком натрии. Почти все отечественные узлы ядерных реакторов: оболочки твэлов, технологические каналы и т. д. изготавливаются из этих сталей. Но из-за склонности к склонности аустенитных сталей к коррозионному растрескиванию их все чаще заменяют низколегированными перлитными сталями. Также для изготовления оболочек твэлов используется магний, обладающий низким сечением поглощения тепловых нейтронов, малой теплопроводностью и малой плотностью. В Англии магниевые сплавы применяют в реакторах: Колдер-Холла, Беркли, Брадуэлла и т. д.

Основная биологическая защита окружающей среды состоит из тяжелого бетона. А нейтронная защита внутри корпуса состоит, как правило, из борированных листов, болванок и труб, заполненных графитом.

В США в реакторах 4-го поколения применяют сплавы на основе молибдена, вольфрама и рения. Обобщенно можно сказать, что применяются композитные и керамические материалы. Особенно выделяется керамика на основе карбида кремния.

Россия же сегодня развивает проект СВБР-1000 (свинцово-висмутовый быстрый реактор), предельная температура его ограничена 620 градусами по Цельсию.

И как итог хочется отметить, что перспектив для разработки очень много. Нужно повышать, как радиационную, так и тепловую стойкость. Например, если повысить температуру на СВБР-1000 до 650, то его производительность возрастет на 11–12%, говорят эксперты. А ведь температура поднимается всего на 30 градусов!

УДК 669.268.7

Технология хромирования деталей машин гальваническим методом

Студент гр. 10401115 Иванов А. И.
Научный руководитель – Вейник В. А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Обработка изделий методом хромирования может применяться в качестве декоративной обработки, а также для предохранения от коррозии и увеличения твердости поверхности изделия. Слой хрома, нанесенный на деталь, увеличивает его эксплуатационные свойства, продлевает срок службы.

Классификация хромирования осуществляется по способу нанесения хрома на деталь. Самое широкое применение получили электролитическое (гальваническое) и диффузионное хромирование.

Подготовка к процессу нанесения хрома включает в себя несколько этапов, таких как: шлифовка и полировка поверхности хромируемой детали, промывка, изолирование поверхности, на которой не должно выполняться нанесение хрома, монтаж детали на подвеску, обезжиривание, промывка в воде, декапирование.

Электролитическое (гальваническое) хромирование – один из самых известных способов металлизации поверхностей. Схема гальванической установки, используемой в этом методе, представлена на рисунке 1.

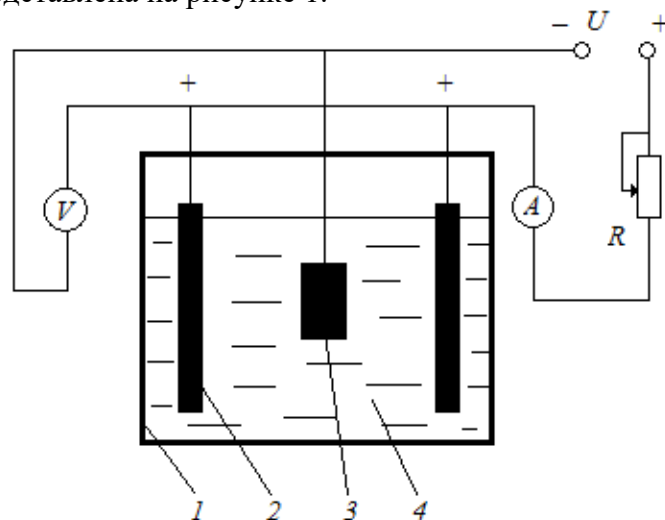


Рисунок 1 – Схема гальванической установки:

1 – емкость из химически нейтрального элемента; 2 – аноды; 3 – обрабатываемая деталь; 4 – электролит

В зависимости от режима обработки, получаемые покрытия различаются по своим качествам – как внешним, так и внутренним. Различают три покрытия:

1. «Молочный хром» – не очень твердое покрытие, обладающее беспористой, эластичной поверхностью. Получается при воздействии электрического тока плотностью $15\text{--}25\text{ А/дм}^2$ на электролит при температуре от 65 до 80°C .

2. «Блестящий хром» – твердое и износостойкое покрытие, которому свойственен зеркальный блеск. Появляется при средних значениях температуры и плотностей тока, рекомендуемые диапазоны – $45\text{--}60^\circ\text{C}$ для первого параметра и $30\text{--}100\text{ А/дм}^2$ для второго.

3. «Твердый хром» – получаемый слой хрома будет самым твердым, но и самым хрупким по сравнению с предыдущими видами. Температурный режим устанавливается на низких температурах (до 40°C), плотность тока – свыше 100 А/дм^2 .

Гальваническое покрытие выполняется растворами шести- или трехвалентного хрома: в качестве шестивалентного хрома применяется хромовый ангидрид, в качестве трехвалентного – сульфат хрома или хлорид хрома. В гальваническую ванну, кроме хромосодержащего раствора также добавляется серная кислота. В процессе нанесения гальванического хромового покрытия на поверхности нерастворимого анода происходит интенсивное выделение кислорода, а на катодной поверхности идет выделение водорода, т. к. процесс проводится при низком катодном выходе по току.

При гальваническом хромировании водород, выделяющийся на поверхности катода, частично проникает в структуру стали (материала деталей, на которые наносится покрытие) и создает внутренние напряжения. Это может привести к коррозионному растрескиванию деталей. В некоторых случаях внутренние напряжения, возникшие при гальваническом хромировании, могут суммироваться с напряжениями, которые возникли во время подготовительных операций и детали могут потрескаться (особенно, если у них достаточно тонкие стенки). Для того, чтоб со стальных и термообработанных деталей удалить водород, образованный после процесса гальванического хромирования, их в течение $1\text{--}1,5$ часа при температуре $445\text{--}455\text{ К}$ прогревают на воздухе или в масле.

После помещения обрабатываемой детали, в раствор подается ток определенной плотности. Раствор в ванне должен иметь определенную температуру, устанавливаемую в соответствии с режимом металлизации. Температурный режим должен поддерживаться на одном уровне в течение всего процесса хромирования, нарушения в технологическом процессе могут привести к тому, что гальваническое покрытие будет иметь неоднородную структуру (разводы, наросты в виде сталактитов и т. д.).

Длительность гальванизации зависит от требуемой толщины слоя хрома. В процессе гальванизации из электролитического раствора выделяются вредные пары, поэтому все работы должны выполняться с соблюдением техники безопасности, с использованием средств индивидуальной защиты.

В некоторых случаях покрытие хромом выполняется только после травления или после предварительного нанесения слоя другого металла (меди или никеля) – это способствует упрочнению образующегося слоя. Для заделки пор хрома, деталь дополнительно покрывают маслом или лаком, а для укрепления образовавшейся хромовой пленки проводят термообработку – выдерживают некоторое время при очень высокой температуре (около 200°C).

УДК 669.268.6

Кинетика диффузионного хромирования сталей

Студент гр. 10401115 Иванов А. И.

Научный руководитель – Вейник В. А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Хромированию подвергают изделия после механической обработки, имеющие сухую, чистую, обезжиренную поверхность без следов окисления. Обезжиривание производится любыми методами, например, с использованием растворителей. Диффузионное хромирование может производиться в порошковых смесях, в газовой атмосфере, в расплавах, в парах хрома.

Физическую основу диффузионного хромирования составляет процесс диффузии атомов хрома в кристаллическую решетку металла. Механизм диффузионного насыщения металла хромом можно рассматривать как комплексный процесс, состоящий из отдельных стадий:

- образование активных атомов хрома вблизи поверхности или непосредственно на поверхности металла;
- сорбция атомов поверхностью металла;
- диффузия атомов хрома в металл.

В зависимости от степени насыщения хромом в поверхностных слоях металла происходят соответствующие фазовые превращения, приводящие к образованию на поверхности различных структурных систем, обуславливающих получение определенных физико-химических свойств. Так, для низкоуглеродистых сталей на поверхности образуется твердый раствор хрома в железе, для сталей с повышенным содержанием углерода – различные карбиды хрома ($Cr_{23}C_6$, Cr_7C_3). В зависимости от природы сплава возможно образование более сложных многофазных систем.

Механизм формирования диффузионного слоя во многом определяется величиной начальной концентрации хрома на поверхности металла, которая зависит от многих факторов.

Процесс диффузии хрома на поверхности изделия может идти по двум направлениям – с образованием стабильных фаз, все более обогащаемых хромом, или с формированием стабильных фаз высшего состава и лишь позднее фаз низшего и промежуточного составов.

В первом случае формирование диффузионного слоя подчиняется равновесным условиям, во втором – неравновесным. Физико-химические свойства диффузионных слоев, образующихся в этих случаях, будут существенно отличаться друг от друга.