

Лекция 4. Механические методы нанесения покрытий. Плакирование металлов. Строение переходной зоны соединения

В современной технологии материалов важное место занимают методы модификации поверхности, позволяющие изменять эксплуатационные свойства изделий без изменения структуры всего объёма материала. Одним из таких направлений являются механические методы нанесения покрытий, которые основаны на создании прочного соединения между различными металлическими материалами за счёт пластической деформации и физического контакта поверхностей.

Механические методы позволяют формировать многослойные материалы, сочетающие в себе свойства различных металлов. Благодаря этому становится возможным объединить в одном изделии высокую прочность основы и специальные свойства поверхностного слоя, такие как повышенная коррозионная стойкость, износостойкость или жаропрочность.

В основе механических методов нанесения покрытий лежат процессы пластической деформации металлов, в результате которых происходит сближение поверхностей на расстояние межатомных взаимодействий. При этом формируются прочные физические и химические связи между слоями материалов. В результате образуется монолитная структура, состоящая из нескольких металлических слоёв.

К механическим методам нанесения покрытий относятся плакирование, наплавка, сварка взрывом, а также прокатка многослойных материалов. Каждый из этих методов имеет свои технологические особенности и применяется в зависимости от требований к конечному изделию.

Переходя к более детальному рассмотрению методов данной группы, следует отметить, что одним из наиболее распространённых является плакирование. Плакирование представляет собой процесс нанесения слоя одного металла на поверхность другого с образованием многослойного

композиционного материала. Если плакирующий слой выполнен из металла, получаемый материал называют биметаллом.

В зависимости от числа слоев различают несколько типов таких материалов. Наиболее простыми являются двухслойные материалы — биметаллы, состоящие из двух различных металлических слоев. Более сложные конструкции представляют собой трёхслойные материалы, или триметаллы, в которых используется три слоя различных металлов. Кроме того, в современной промышленности широко применяются многослойные металлические композиты, которые могут включать несколько чередующихся слоев различных материалов.

Подобные материалы находят широкое применение в различных отраслях промышленности. В машиностроении они используются для изготовления деталей, работающих в условиях повышенных механических нагрузок и агрессивных сред. В электротехнике биметаллы применяются для производства контактов и токопроводящих элементов. В химической промышленности многослойные материалы используются для изготовления реакторов и аппаратов, которые должны обладать высокой коррозионной стойкостью.

Для получения плакированных материалов используются различные технологические методы. Одним из наиболее распространённых является горячая пакетная прокатка. Этот метод заключается в том, что листы различных металлов укладываются в пакет, который затем нагревается до высокой температуры. После нагрева пакет подвергается прокатке, в результате чего происходит интенсивная пластическая деформация материалов и формируется прочное соединение между слоями.

Другим распространённым методом является холодная прокатка, применяемая для получения двух- и трёхслойных металлических полос. Этот метод позволяет соединять такие комбинации материалов, как алюминий и сталь или медь и сталь. Несмотря на отсутствие нагрева, значительная

пластическая деформация металлов обеспечивает образование прочного соединения между слоями.

Ещё одним способом получения многослойных материалов является комбинированное литьё. В данном случае в изложницу помещается твёрдая металлическая плита, после чего вокруг неё заливается расплав другого металла. В процессе последующей прокатки образуется биметаллический слиток, в котором происходит прочное соединение двух металлов.

Особый интерес представляет метод сварки взрывом, который применяется для соединения металлов, обладающих существенно различными физико-механическими свойствами. Этот метод особенно эффективен для соединения металлов, которые плохо растворяются друг в друге или образуют хрупкие интерметаллические соединения.

При сварке взрывом одна металлическая пластина располагается над другой на определённом расстоянии. После детонации взрывчатого вещества верхняя пластина с большой скоростью сталкивается с нижней. В результате такого высокоскоростного удара происходит интенсивная пластическая деформация металлов и образуется прочное соединение между ними.

Ещё одним методом является наплавка, при которой на поверхность основного металла наносится слой другого материала с использованием сварочных технологий. Толщина такого слоя может достигать 5–8 мм. После охлаждения образуется прочное биметаллическое изделие, обладающее высокими эксплуатационными характеристиками.

Рассматривая технологию плакирования более подробно, можно выделить несколько основных этапов процесса. На первом этапе осуществляется подготовка материалов и формирование пакета. На этом этапе поверхности металлов тщательно очищаются от загрязнений и оксидных плёнок. Затем листы металлов укладываются в пакет, который подготавливается к дальнейшей обработке.

Следующим этапом является прессование или прокатка, в процессе которых происходит интенсивная пластическая деформация металлов. В результате сближения поверхностей на атомные расстояния между слоями формируются прочные межатомные связи.

Завершающим этапом является окончательное формирование многослойного материала, в котором происходит окончательное закрепление соединения между слоями. Таким образом, в результате выполнения всех этапов процесса образуется прочное соединение металлов на атомном уровне.

Качество соединения при плакировании зависит от ряда факторов. Одним из наиболее важных факторов является состояние поверхности соединяемых материалов. Наличие загрязнений или оксидных пленок значительно ухудшает условия образования межатомных связей, поэтому поверхности должны быть тщательно очищены.

Важным фактором является также площадь контакта между соединяемыми поверхностями. Чем больше площадь контакта, тем выше прочность образующегося соединения. В связи с этим большое значение имеет микрорельеф поверхности и степень её подготовки.

Существенное влияние оказывает температура процесса. Повышение температуры увеличивает пластичность металлов и способствует развитию диффузионных процессов. В результате этого усиливается взаимное проникновение атомов металлов и повышается прочность соединения.

Не менее важным фактором является напряжённое состояние материалов в процессе обработки. Для образования прочного соединения необходимо создание высоких сжимающих напряжений, которые обеспечивают плотный контакт между поверхностями. В то же время возникновение растягивающих напряжений может привести к образованию дефектов соединения.

Особую роль в формировании прочного соединения играет строение переходной зоны между металлами. В этой зоне происходит взаимная диффузия атомов различных металлов, что приводит к формированию особой структуры, обеспечивающей прочную связь между слоями. Толщина переходной зоны зависит от температуры процесса, времени обработки и свойств соединяемых материалов.

Плакированные материалы могут выпускаться в различных формах. Наиболее распространённой продукцией являются листы и полосы, которые широко используются в машиностроении и строительстве. Кроме того, промышленность производит многослойные трубы и плакированную проволоку. Также возможно получение различных сортов профилей, применяемых в машиностроительных конструкциях.

Области применения плакированных материалов весьма разнообразны. В химической промышленности они используются для изготовления аппаратов и реакторов, работающих в агрессивных средах. В нефтехимической промышленности такие материалы применяются для производства оборудования, обладающего высокой коррозионной стойкостью. В инструментальном производстве биметаллы используются для изготовления режущего инструмента, где твёрдый износостойкий слой соединяется с более прочной и вязкой основой.

Плакирование обладает рядом значительных преимуществ. Одним из главных достоинств является высокая прочность соединения слоёв, достигаемая за счёт образования межатомных связей. Кроме того, метод отличается высокой производительностью и позволяет получать крупногабаритные изделия. Ещё одним преимуществом является возможность формирования достаточно толстых плакирующих слоёв, особенно при использовании метода наплавки.

Однако данный метод имеет и определённые ограничения. Основным недостатком является сложность получения изделий сложной геометрической

формы. Большинство технологий плакирования предназначено для изготовления плоских или относительно простых по форме изделий.

Подводя итог рассмотренному материалу, следует отметить, что плакирование является одним из наиболее эффективных методов получения многослойных металлических материалов. Оно позволяет объединить в одном изделии свойства различных металлов, обеспечивая высокую прочность соединения и рациональное использование дорогостоящих материалов. Благодаря этим преимуществам плакированные материалы находят широкое применение в различных отраслях промышленности и продолжают играть важную роль в развитии современной технологии материалов.