

Исследование коррозионной стойкости сталей с защитными покрытиями в агрессивных средах, содержащих хлор-ионы

Басалай И.А.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Атмосферная коррозия – разрушение металлов и сплавов в воздушных средах с физико-химическими параметрами, присущими реальной атмосфере. Этому виду коррозионного разрушения подвержены практически все металлические конструкции, эксплуатируемые в природных средах: наземные и гидротехнические сооружения, горно-шахтное и обогащительное оборудование, детали машин, технологическая оснастка, различные промышленные изделия.

На разрабатываемых соляных месторождениях проблема защиты оборудования от коррозии, в частности атмосферной коррозии, стоит достаточно остро.

Представления о механизме и кинетики атмосферной коррозии основываются на современных знаниях в области поверхностных явлений на металлах (адсорбции, окисления), а также технической климатологии. Содержание агрессивных веществ в воздухе рабочей зоны действующих рудников приведено в таблице 1. Наиболее распространённой примесью в атмосфере являются хлор-ионы, входящие в состав твердых частиц пыли.

Таблица 1. Концентрации агрессивных веществ в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	Концентрация, мг/м ³
Сильвинит	5
Полиминеральная калийная руда	5
Натрия хлорид	5
Пыль гранита	2
Пыль цемента, глин, минералов, их примеси	6

На скорость атмосферной коррозии оказывает влияние большое количество факторов - степень загрязнения воздуха, влажность, условия эксплуатации изделий.

Более 90% конструкционных материалов, используемых в

отрасли, составляют углеродистые стали. Скорость их коррозии в этих условиях в отдельных случаях составляет 3-5 мм/год, поэтому повышение их коррозионной стойкости при воздействии хлорсодержащих сред является острой необходимостью. Повышение надежности машин калийного производства решается за счет применения легированных сталей с соответствующей термической обработкой, применения специальных коррозионностойких материалов, но в условиях всемирных тенденций к ресурсо- и энергосбережению использование дорогостоящих импортруемых легированных сталей или периодическая замена пришедших в негодность элементов конструкций и механизмов не рациональны.

Коррозионное разрушение деталей оборудования, конструкций и инструмента начинается с поверхности, поэтому именно к поверхностным слоям относятся вышеперечисленные требования. В связи с этим все большее внимание уделяется методам поверхностного упрочнения. Одним из основных методов поверхностного легирования является термодиффузионная обработка в порошковых насыщающих средах.

В данной работе рассматривается коррозионная стойкость углеродистых сталей с термодиффузионными покрытиями на основе хрома. Известно [1], что хромирование стали позволяет повысить коррозионную стойкость в большинстве промышленных атмосфер, но солевые растворы, а также морская вода вызывают коррозию хромированных изделий. Коррозионную стойкость хромовых покрытий можно повысить их легированием некоторыми металлами. Покрытия на углеродистых сталях 20 и 45 получали с применением алюмотермических порошковых сред при 1000°C в течение 4 ч.

Образцы с полученными покрытиями испытывали на коррозионную стойкость в камере солевого тумана. Этот метод ускоренных испытаний широко применяется для оценки работоспособности металлов и покрытий в условиях атмосферной коррозии. Испытания проводили при температуре 20°C, относительной влажности 95% в течение 500 ч. Трехпроцентный раствор NaCl впрыскивали в камеру один раз в сутки в течение 5 мин. Относительную влажность 95% создавали с помощью 22%-го водного раствора глицерина [2]. После извлечения из камеры

солевого тумана образцы очищали от продуктов коррозии, промывали проточной водой, сушили в сушильном шкафу и взвешивали через каждые 100 ч испытаний. Оценивали коррозионную стойкость по изменению массы за время испытания, отнесенное к единице площади поверхности образца. Результаты испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Коррозионная стойкость сталей с диффузионными покрытиями на основе хрома

Вид покрытия	Толщина слоя, мкм		Потеря массы, г/м ²	
	Сталь 45	Сталь 20	Сталь 45	Сталь 20
Cr	200	220	2,2	3,4
Cr-Al	180	210	1,8	2,4
Cr-Si	180	230	10,0	15,3
Cr-Ni	110	140	2,6	2,7
Cr-Al-Si	120	130	4,4	5,7
Cr-Al-Ni	110	90	1,7	1,9
Без покрытия			21,0	39,2

Проведенные исследования показали, что максимальной коррозионной стойкостью в атмосферных условиях имеют образцы, полученные после диффузионного насыщения в порошковых смесях на основе систем хром-алюминий и хром-алюминий-никель.

Исследования кинетики коррозионного разрушения показали, что легирующие добавки характера разрушения практически не изменяют, а скорость коррозии по сравнению с нелегированным покрытием несколько снижается во времени за счет образования на поверхности защитной пленки из продуктов коррозии.

Условия получения покрытия на основе системы хром-алюминий-никель были оптимизированы с помощью метода математического планирования. В качестве факторов, влияющих на коррозионную стойкость, выбраны: температура насыщения, °С; содержание в смеси оксида хрома, оксида алюминия, оксида никеля и активатора, %; время насыщения, ч. Параметром оптимизации являлась потеря массы образца (г/м²) после 500 ч испытаний в камере солевого тумана. В результате оптимизации установлено, что к повышению коррозионной стойкости приводит увеличение температуры и времени насыщения, а также увеличение содержания в

насыщающей смеси оксида хрома, что в свою очередь приводит к возрастанию толщины формируемых диффузионных слоев.

Результаты фазового анализа полученных слоев на стали 45 показывают, что в результате оптимизации условий насыщения для достижения максимальной коррозионной стойкости структура слоя претерпевает изменения. Полностью исчезает карбид Me_3C_2 , увеличивается интенсивность линий карбида Me_6C .

В результате насыщения поверхности исследуемых сталей 45 и 20 в смесях оптимизированных составов формируются качественные, практически без дефектов диффузионные слои, обладающие высокой коррозионной стойкостью в агрессивных средах, содержащих хлор-ионы. Кинетика их коррозионного разрушения показана на рисунке 1.

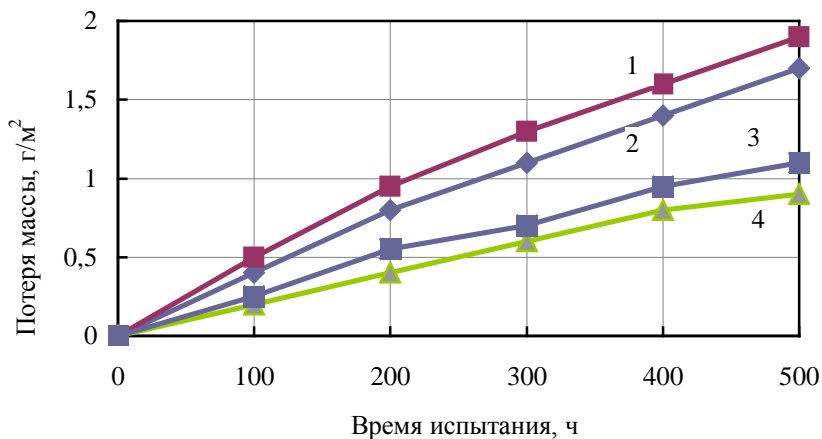


Рис. 1. Кинетика коррозионного разрушения диффузионных слоев на стали 20 (1,3) и стали 45 (2,4) до оптимизации (1,2) и после (3,4)

Внешний осмотр покрытий после 500 часов коррозионных испытаний показал, что на традиционных покрытиях продукты коррозии наблюдаются на 50% поверхности, а на покрытиях, полученных из смесей оптимизированных составов и режимов насыщения – на 10-15%, что также хорошо согласуется с гравиметрическими исследованиями кинетики коррозионного разрушения.

Литература

1. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов. М.:Металлургия.-1976. 472 с.
2. Розенфельд И.Л., Жигалова К.А. Ускоренные методы коррозионных испытаний металлов. М.:Металлургия.-1999.-347 с.