

странственных форм, в которых размещает среду существования процессов; с другой стороны, деятельностью, обеспечивающей движение элементов, участвующих в процессах. При этом он придает среде соответствующую форму, которая обеспечивает защиту процесса от воздействия среды, и задает направление движению элементов процесса, формируя его внутреннюю энергетическую среду.

В таком аспекте энергия начинает приобретать разные качества и разные определения. Например, Бабинцева Н.С., считает, что энергетическую базу мировой экономики составляет коммерческая и некоммерческая энергия. Некоммерческая включает источники энергии биологического происхождения, а коммерческая – означает преобладание минерального сырья (уголь, нефть, газ) и гидроэнергии. Все энергопотребление мировой экономики есть потребление коммерческой энергии². По нашему мнению, энергетическую базу современной социально - экономической системы составляет совокупность природной и человеческой энергии. Природная энергия предполагает существование биологических, минеральных и космических источников, а человеческая энергия включает физическую (мускульную) и умственную (интеллектуальную). Одновременно, так как человек есть неотъемлемая часть природы следует рассматривать эти энергетические ресурсы не в отрыве, а в единстве. Современная парадигма устойчивого экономического развития означает гармонию человека и природы и достижение эколого-экономического равновесия во всей мировой экономике.

В границах структуры социально-экономической модели какой-либо территории имеются вещественно-материальные ресурсы и их энергетическое начало, необходимые для производства продукции, потребляемой в социальной и производственной сферах, расположенных на этой территории. Эти ресурсы отнесены к природным и составляют первый тип ресурсов. Второй тип ресурсов, обеспечивающий деятельность и развитие модели, есть ресурс технологический, ресурс среды, созданной человеком для преобразования вещественно-материальных компонентов, необходимых для производства продукции потребления, то есть ресурс той части рукотворной модели, которая предназначена для выпуска продукции, целенаправленного преобразования набора качеств вещества природы в организованное, системное качество, нужное цивилизации.

Одновременно философия современной жизни и современной денежной цивилизации направлена на достижение максимального уровня потребления и действия закона “демонстративного расточительства.”³ Гипретрофирование роли потребления и провозглашение ее как цели общественного производства в том числе и в современных трансформационных экономиках ведет к скрытому конфликту миропорядка начала третьего тысячелетия, проявляющееся в терроризме, движении антиглобалистов, национальных конфликтах, демографических проблемах, кризис энергообеспечения (бедных и богатых стран). Вторые

действуют по закону “демонстративного расточительства,” пользуясь энергетическими ресурсами бедных стран. Конфликт строится на противостоянии экономик, сознания, религии, культуры, этических норм, то есть на противостоянии экономического развития и его целей основными цивилизациями мира.

Интересен опыт Китая, частично повторяющий модель экономического роста Японии и других “Тигров” юго-восточной Азии, состоящий из следующих основных элементов: экспортная ориентация, импортозамещение и наукоемкость, сопровождаемая активной помощью государства⁴. Одна из приоритетных целей реформирования в Китае - достижение уровня средней зажиточности (средний класс по-китайски) и социальной стабильности в точности совпадает с целью денежной цивилизации – потребления. Но отметим, что эта цель не формирование слоя богатых людей, социальная стабильность, которая достигается за счет максимального расширения рамок среднего класса, что очень важно для самой населенной страны мира - Китая, с преобладанием некоммерческой энергии (физической энергией ручного труда).

Таким образом, на данном этапе социально-экономическая модель цивилизации развивается, а это значит, что ресурсы, необходимые для создания ее пространственно-энергетической решетки, пока не исчерпаны.

Работа представлена на заочную электронную конференцию 15-20 июля 2005 г. «Новые технологии, инновации, изобретения». Поступила в редакцию 04.07.2006 г.

ИСПЫТАНИЕ ОБРАЗЦОВ С ИОННО-ПЛАЗМЕННЫМ ПОКРЫТИЕМ НА ОБЩУЮ КОРРОЗИЮ В СЕРОВОДОРОДОСОДЕРЖАЩИХ СРЕДАХ

Насыров Ш.Г., Ильичев Л.Л.,
Клевцов Г.В., Рудаков В.И., Клевцова Н.А.
*Оренбургский государственный университет,
Оренбург*

Общие представления о коррозионном поведении в сероводородосодержащих средах (СВСС) получены после обобщения и анализа результатов испытаний на общую коррозию однослойных ионно-плазменных покрытий (ИПП).

В качестве испаряемого материала применяли титановый сплав ВТ-1-00, алюминий, молибден, хром, сплав циркония-гафния (ЦГ20). В качестве подложки – конструкционная сталь 20, сталь 40Х, сталь 45 и 30ХМА. При напылении металла в присутствии в камере азота образовывались различные соединения металла катода с азотом – TiN, CrN, MoN, AlN.

Для испытания в СВСС выбирали образцы, имеющие ровный цвет (золотистый, серебристый, молочный), не имевшие видимых (при 10 кратном увеличении) дефектов покрытия. Прочность покрытия проверяли первоначально на истирание с помощью

² См. Бабинцева Н.С. Мировая экономика. -Спб., 2003. с.22-23.

³ Веблен Т. Теория праздного класса. -М., 1984. С. 37.

⁴ Селищев А.С., Селищев Н.А. Китайская экономика в XXI веке. - Спб., 2004. -С 156.

твердой резины. Продолжительность коррозионных испытаний образцов на общую коррозию составляла 24 часа.

После коррозионных испытаний состояние покрытий оценивали визуально: по цвету, наличию видимой пористости. Прочность проверяли твердой резиной на истирание.

Известно, что скорость коррозии существенным образом зависит от толщины ИПП, чистоты поверх-

ности подложки (что обеспечивается видом очистки), материала ИПП, продолжительности испытаний, слоистости покрытия, материала-подложки, технологических факторов (температуры и продолжительности нанесения покрытия). Из таблицы 1 видно, что число питтингов уменьшается с увеличением толщины покрытия.

Таблица 1. Зависимость числа питтингов от толщины ИПП

Толщина покрытия, мкм	K, г/м ² ·ч	Число питтингов на 1 см ²	Толщина покрытия, мкм	K, г/м ² ·ч	Число питтингов на 1 см ²
0	0,5718	265	8	0,1372	24
3	0,2354	220	10	0,0949	нет
5	0,1977	105	15	0,0658	–

В таблице 2 приведены интервалы и значение средних скоростей коррозии для различных технологических условий очистки и вариантов покрытий.

Таблица 2. Статистические данные скорости коррозии ИПП в СВСС

Наименование переменного фактора	Показатели						
	Скорость коррозии (мм/год)				Коэффициент вариации	Стандартное	
	min	max	Средняя	Медиана		Отклонение	Ошибка
Все эксперименты	0,009	2,601	0,407	0,274	0,133	0,366	0,023
в том числе: без покрытия	0,329	1,540	0,905	0,885	0,107	0,327	0,055
очистка в тлеющем разряде	0,350	0,800	0,557	0,530	0,023	0,152	0,057
ионная бомбардировка	0,126	1,377	0,530	0,401	0,132	0,363	0,077

Видно, что скорость коррозии уменьшается при очистке в тлеющем разряде и ионной бомбардировке. Скорость коррозии 0,009 мм/год может служить эталонным значением для ионно-плазменных покрытий в сероводородсодержащих средах.

Анализ данных приведенных в таблице 3 показывают зависимость защитных свойств от используемого металла покрытия. Лучшая защитная способность у хромовых и титановых покрытий. Почти в 3 раза ниже защитная способность алюминиевых и молибденовых ионно-плазменных покрытий.

Таблица 3. Влияние материала ИПП на скорость коррозии в СВСС

Наименование переменного фактора	Показатели						
	Скорость коррозии (мм/год)				Коэффициент вариации	Стандартное	
	min	max	Средняя	Медиана		Отклонение	Ошибка
Ионно-плазменное покрытие	0,009	0,930	0,266	0,200	0,040	0,202	0,015
Титановые ИПП	0,009	0,864	0,257	0,195	0,037	0,193	0,015
Хромовые ИПП	0,029	0,593	0,207	0,174	0,030	0,173	0,043
Алюминиевые ИПП	0,419	0,864	0,636	0,624	0,041	0,204	0,083
Молибденовые ИПП	0,421	0,930	0,625	0,630	0,070	0,265	0,132

Влияние конструктивных параметров на скорость коррозии ИПП показано в таблице 4. Видно, что многослойные покрытия показывают более высокую коррозионную стойкость. Лучшие показатели

скорости коррозии показывают образцы из стали, имеющей более высокое содержание легирующих компонентов. Для формы образца, по-видимому, важным является состояние поверхности подложки.

Таблица 4. Влияние конструкционных факторов на скорость коррозии ИПШ

Наименование переменного фактора	Показатели						
	Скорость коррозии (мм/год)				Коэффициент вариации	Стандартное	
	min	max	Средняя	Медиана		Отклонение	Ошибка
Титановые ИПШ	0,009	0,864	0,257	0,195	0,037	0,193	0,015
в том числе:							
Однослойные	0,009	0,830	0,272	0,203	0,036	0,191	0,017
Многослойные	0,021	0,864	0,249	0,203	0,044	0,210	0,031
Материал: сталь 20	0,021	0,864	0,269	0,186	0,048	0,219	0,025
сталь 40Х	0,059	0,754	0,273	0,246	0,031	0,177	0,024
сталь 45	0,009	0,726	0,233	0,176	0,050	0,224	0,070
Сталь30ХМА	0,029	0,203	0,099	0,076	0,004	0,069	0,028
Форма образца:							
Полоса	0,009	0,864	0,195	0,149	0,031	0,177	0,019
Диск	0,099	0,801	0,327	0,277	0,036	0,190	0,022

В подавляющем большинстве случаев, изменение скорости коррозии от различных факторов носит нелинейный характер. Это подтверждает предположение о сложном характере влияния различных факторов на скорость коррозии.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 06-08-96906р_офи-а).

Работа представлена на научную конференцию с международным участием «Наука, технологии, инновации», 11-18 августа 2006г., Болгария (Солнечный Берег). Поступила в редакцию 11.08.2006г.

СОПРОТИВЛЕНИЕ КОРРОЗИИ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ В СЕРОВОДОРОДОСОДЕРЖАЩИХ СРЕДАХ

Ильичев Л.Л., Насыров Ш.Г., Клевцов Г.В.
*Оренбургский государственный университет,
Оренбург*

Структура и свойства ионно-плазменных покрытий зависят от температуры нанесения покрытия. Однако в процессе диффузии могут образоваться хрупкие интерметаллические соединения, снижающие прочность сцепления. Снижение коррозионной стойкости образцов связано с появлением дефектов материала различного происхождения. Причины появления дефектов весьма разнообразны. Характер их влияния на коррозионную стойкость и динамика коррозионного процесса, на первом этапе анализа, проводится по экспертным оценкам микрорельефа поверхности образцов после коррозионного воздействия в сероводородсодержащих средах.

Образцы с ионно-плазменными покрытиями нитрида титана (TiN) после коррозии имеют золотисто-коричневый цвет покрытия и бурые продукты коррозии. При микроскопическом исследовании микрошлифа или излома видна слоистость и нарушение соотношения слоев покрытия, наблюдается истончение поверхностных слоев, пористость покрытия, сопровождаемая расслоением покрытия и коррозией структуры металла. В образцах с покрытием поры концентрируются по острым кромкам, где происходит слияние дефектов. Дефекты в структуре металла и

покрытия являются инициаторами коррозии металла в сероводородсодержащей среде. Макроскопически это проявляется в виде мелких точек, брусчатой сетки трещин, осыпания и скалывания покрытия. При микроскопическом исследовании под порами видны раковины, в местах присутствия неметаллических включений – изъязвления. В углах образца происходит слияние отдельных мелких пор в более крупные диаметром до 0.02 мм. Проявляется "капельная фаза", т. е. блоки неионизированных атомов металла попавшие в покрытие в процессе его нанесения. Дефекты покрытия от "капельной фазы" проявляется различно: в виде язв, на месте капельной фазы, а капли, попавшие вглубь покрытия, приводят к кратерообразному разрушению покрытия. Некоторые дефекты покрытий объединяются с дефектами материала подложки. Механическое воздействие приводит к появлению сетки трещин, а затем к осыпанию или скалыванию покрытия. Проявляется межкристаллитная коррозия, при которой образцы после пребывания в сероводородсодержащей среде 500 и более часов внешне имели неизменную поверхность покрытия, с отдельными мелкими порами.

Таким образом, основными причинами коррозии образцов в сероводородсодержащих средах являются дефекты в структуре металла и покрытия, Поры в покрытиях, как правило, являются продолжением дефектов в металле; они концентрируются на вершинах микронеровностей и углах образцов. "Капельная фаза" – также способствует появлению пор при коррозии. Уколы и царапины покрытия приводит к появлению системы пор. Коррозия протекает к истончению покрытия, появлению сетки трещин и расслоению. Покрытия толщиной 10–15 мкм обеспечивают стабильную коррозионную стойкость образцов; покрытия тоньше 0,5 мкм – приводят к выраженной коррозии. Коррозия титанового ионно-плазменного покрытия в "жесткой" сероводородсодержащей среде NACE, протекает в 3 стадии: в первые 24 - 100 часов наблюдается коррозия покрытия; после 100 – 1000 часов, в основном, наблюдается коррозия покрытия и незначительно – подложки; после 1000 часов имеет место коррозия металла покрытия и подложки.