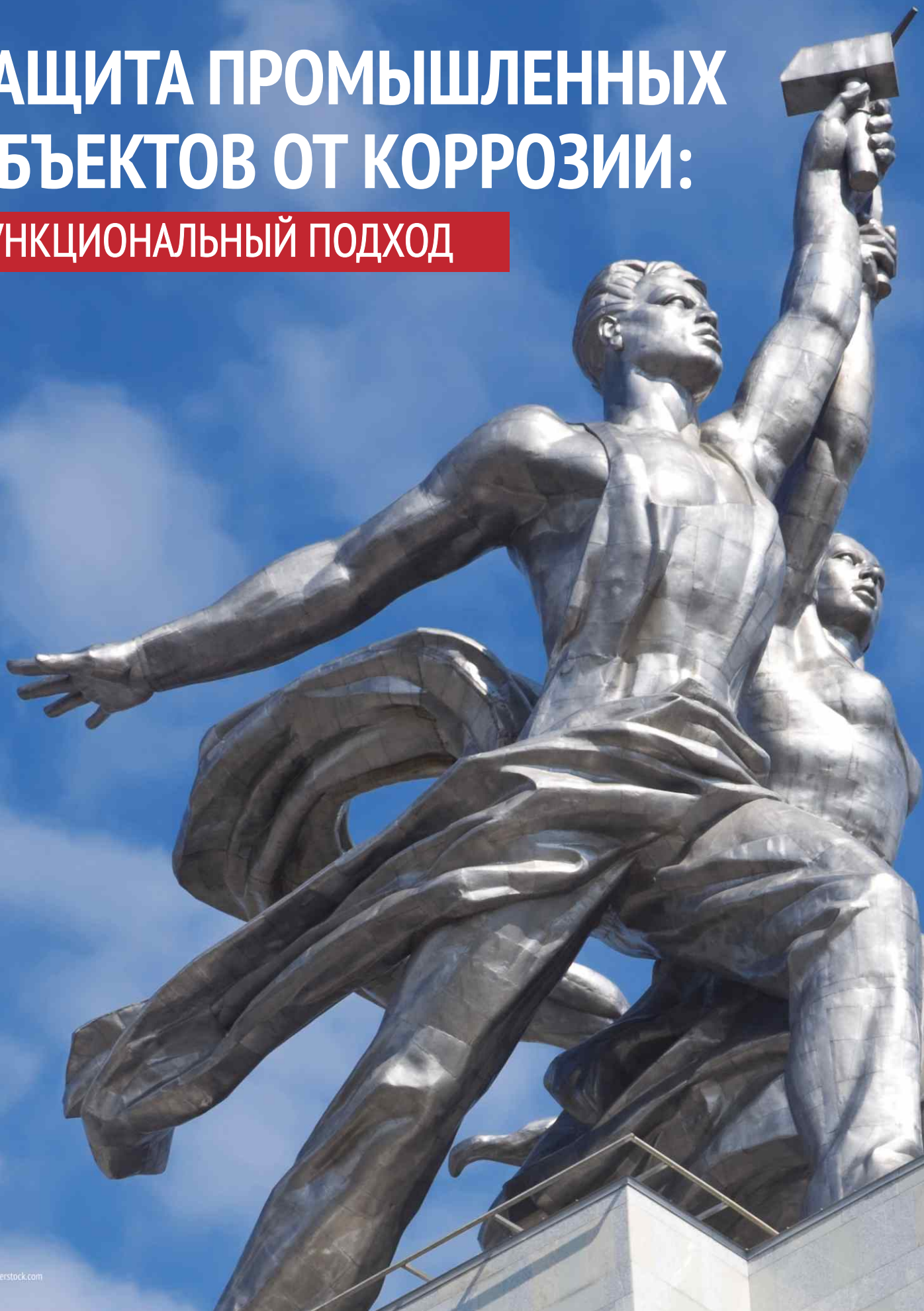


ЗАЩИТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ КОРРОЗИИ:

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД



Светлана Мухаметова,
заместитель генерального директора ООО «ТСЗП»

Динар Ишмухаметов,
начальник ПО НТР ООО «ТСЗП»

Алсу Ахметгареева,
младший научный сотрудник ООО «ТСЗП»

На протяжении многих десятилетий проблема борьбы с коррозией металлов привлекает пристальное внимание специалистов в области технологий, руководителей промышленности. Ее затрагивают и на правительственном уровне, ведь последствия коррозии влияют на положение многих отраслей промышленности, в том числе обороноспособности страны. Например, установлено, что общемировые расходы нефтяной промышленности на борьбу с коррозией составляют \$3,7 млрд в год [1]. Для того чтобы снизить негативное воздействие коррозионных процессов, в мире проводят разработку соответствующих мероприятий с привлечением научных организаций.

Согласно современной методологии науки, поиск пути решения заключается в том, чтобы вложить наблюдаемые явления в определенную теоретическую систему с выявлением структурных черт, как некой целостности. Воздействие среды в этой системе выступает в наборе факторов, определяющих характер коррозионных повреждений, а начальные данные о самом объекте (геометрия, химический состав и др.) служат базой для подбора способа воздействия на него (определяют возможность какого-либо внешнего способа придания свойств для защиты от влияния среды). Пошаговый анализ проблемы в заданном контексте лежит в основе методологии функционального подхода.

Этап первый. Общая картина

На этом этапе нужно рассматривать взаимодействие объекта с внешней средой, т.е. общую картину, не касающуюся внутреннего строения объекта. При этом, наблюдая поведение объекта, исследователь может установить закономерности в появлении тех или иных реакций (действий) на воздействие среды. На этом этапе получаемые параметры носят общий характер, не дающий полного представления о процессе взаимодействия «объект-среда», но уже позволяющие

выбрать область технологий защиты, а в случае несложных задач – сразу найти решение.

Этап второй. Детализация

Объект рассматривается как система, имеющая структуру, взаимодействие ее составляющих, их действий, в результате которых объект приобретает те или иные свойства. Рассмотрение структуры объекта отмечается особо, когда его функционирование прекращается или отклоняется от предъявляемых к нему требований. Следует отметить, что, хотя среда определенным образом влияет на структуру объекта, структура изучается в условиях заданного отношения «объект-среда», как и на первом этапе. Формально среда присутствует в этом отношении как набор параметров, определяемых независимо от структурных характеристик системы [2]. Итогом данного этапа является выявление ключевых (частных) параметров, обуславливающих общее поведение объекта в процессе взаимодействия со средой (дополнение первого этапа).

Этап третий. Синтез

После выявления основных закономерностей (или ключевых параметров), обуславливающих поведение объекта при взаимодействии со средой, происходит построение новой структуры объекта, обладающей функциями в зависимости от требуемой задачи.

Таким образом, применение функционального подхода дает исследователю возможность получить информацию, позволяющую выявить основные закономерности взаимодействия «объект (как система) – внешняя среда» и тем самым спрогнозировать будущее поведение объекта, т.е. изменения свойств.

Функциональный подход применительно к защите промышленных объектов от коррозии

Переноса методологию функционального подхода на решение задач коррозионных разрушений промышленных объектов, »

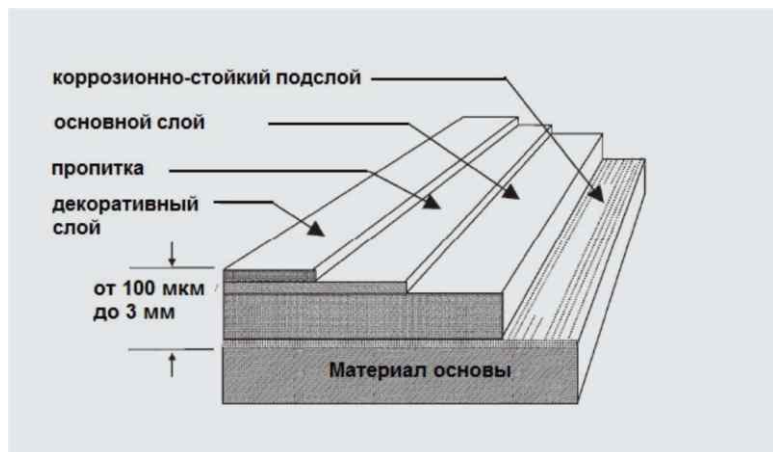


Рис. 1
Общая структура функционального покрытия

исследователь получает возможность выделить те или иные ключевые закономерности или критерии и тем самым синтезировать структуру будущего материала (покрытия), наиболее стойкого в условиях конкретной среды, а также спрогнозировать ее будущее поведение.

Сегодня существует множество способов реализации функционального подхода. Наибольшее распространение, как более простого и дешевого с точки зрения способа и применяемого оборудования, получили лакокрасочные материалы (ЛКМ). Однако ресурс таких материалов незначителен. В первую очередь это обусловлено изменением свойств пленкообразующего слоя и деструкции входящих веществ под действием внешней среды (атмосферы, солнечной радиации и др.), несоблюдением технологии нанесения ЛКМ. Как известно, именно свойства пленкообразующего вещества определяют свойства лакокрасочного покрытия [3].

Другим способом является нанесение различных полимерных покрытий, стойкость которых выше, чем у ЛКМ. Однако, обладая множеством положительных специфических свойств (высокая пластичность, хладостойкость и др.), полимеры подвержены процессам старения, а взаимодействуя с гидратами, способны к набуханию и потере устойчивости. При этом их повреждение, как и ЛКМ, при нанесении на металлические поверхности может дополнительно способствовать процессу подпленочной коррозии.

Наиболее полно функциональный подход с отсутствием недостатков, имеющих как у ЛКМ, так и у полимерных покрытий, можно реализовать с помощью технологий газотермического напыления, которые все чаще применяются для защиты различного оборудования и

конструкций от износа, кавитации, коррозии, термоциклирования и др. Таким способом можно нанести несколько слоев, причем каждый из них будет выполнять свою функцию.

Так как характер коррозии и причина ее образования на объектах промышленности различны, наличие того или иного слоя, его толщины и последовательности при создании защитного функционального покрытия методом газотермического напыления зависит от конкретных условий среды (температура, давление и др.).

В качестве основных материалов для защиты от коррозии используются:

- проволока (газопламенное напыление или электродуговая металлизация), нанесение протекторных покрытий;
- порошковые материалы (на металлической основе) или их смеси (газопламенное высокоскоростное напыление);
- полимерные материалы (газопламенное, плазменное напыление).

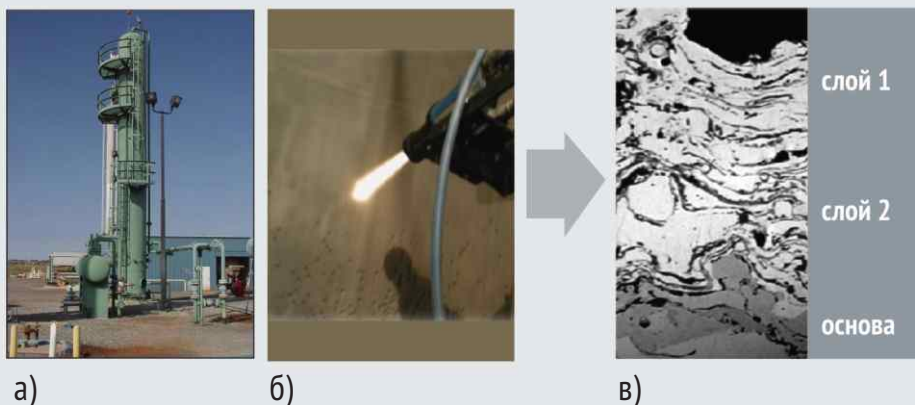
Адгезия таких покрытий довольно высока и зависит от метода нанесения. Например, адгезия покрытий к основному материалу, нанесенного методом высокоскоростного напыления, достигает более 80 МПа при пористости порядка 1%.

Примером применения материалов из проволоки для защиты от коррозии служат металлизационные протекторные покрытия на основе алюминия, цинка, магния или их смесей. За рубежом металлические протекторные покрытия на основе алюминия и цинка стали активно внедряться в различных областях промышленности в 1980–1990-х годах в рамках стандартов ISO 2064 «Metallic and other non-organic coatings-Definitions and conventions», ISO 2178 «Non-magnetic coatings on magnetic substrate's». В основном они использовались для защиты мостов, различных стальных конструкций, дымоходов и других изделий. В России они до сих пор не были широко распространены, однако сейчас ситуация кардинально изменилась.

Особенностью этих покрытий, помимо механической защиты, является образование на поверхности оксидной пленки, устойчивой к воздействию среды. А при электрохимической коррозии смещение процессов "к себе" за счет большей электроотрицательности (роль протектора) обеспечивает защиту основного материала. Другой особенностью является эффект самозалечивания в случае наличия повреждения. Однако излишняя пористость может привести к преждевременному снижению эффективности металлизационных покрытий, поэтому очевидно, что свойства таких покрытий необходимо улучшать.

Дальнейшим развитием протекторных покрытий на рынке коррозионной защиты являются комбинированные протекторные металлизационно-лакокрасочные покрытия для защиты

Рис. 2
Функциональное газотермическое покрытие, нанесенное на внутреннюю стенку колонны адсорбера





После года эксплуатации без защитной композиции

После года эксплуатации с нанесенной защитной композицией



ЖИВОПИСНЫЙ МОСТ В МОСКВЕ И СТАТУЯ «РАБОЧИЙ И КОЛХОЗНИЦА» ЗАЩИЩЕНЫ ОТ КОРРОЗИИ КОМБИНИРОВАННЫМ ПРОТЕКТОРНЫМ МЕТАЛИЗАЦИОННО-ЛАКОКРАСОЧНЫМ ПОКРЫТИЕМ..

стали от коррозии, сочетающие преимущества обоих классов. Согласно проведенным исследованиям Американского общества сварщиков и Комитета по газотермическому напылению (Великобритания), комбинированная протекторная защита (напыленный металл плюс пропитка) обеспечивают наилучшую защиту от коррозии металлоконструкций в высокоагрессивных средах (морская и речная вода, атмосфера с повышенным содержанием сернистых выбросов, подземная прокладка элементов стальных конструкций при наличии блуждающих токов и др.).

В качестве примера таких покрытий можно привести отечественную разработку: семейство покрытий «Спрамет» (производство ЗАО «Плакарт»). Они использовались, в частности, для

защиты конструкции Живописного моста в Москве и статуи «Рабочий и колхозница».

Для обеих конструкций (и статуи, и моста) характер воздействия внешней среды аналогичен: выбросы автотранспорта, воздействие атмосферных осадков, пыли. Была задача обеспечить максимальную защиту с приданием декоративных свойств поверхности. Применение семейства покрытий «Спрамет» позволило сделать это с минимальными затратами и в кратчайшие сроки.

Примером промышленного применения функционального покрытия (из порошкового материала) является защита от коррозионно-эрозионного воздействия сероводорода объектов ООО «Газпром добыча Астрахань» (рис. 4). Основной причиной интенсивной коррозии

Рис. 3

Внутренняя поверхность корпуса абсорбера после воздействия агрессивной среды (доля сероводорода и других соединений серы в добываемом газе составляет 26–28%)

стало воздействие среды: паров воды, сероводорода, природного газа, аминов. Это вызвало появление язв диаметром 4–32 мм с плотностью 1–35 язв/дм² на внутренней поверхности колонны из стали ASTM A350-LF2, причем язвы возникали непосредственно на площади порядка 42 м² в нижней части нагруженной колонны (рис. 2а). Возникла угроза обрушения колонны из-за усиления процессов усталостного разрушения материала под действием коррозии; требовалась полная замена всей колонны. Разработанное ЗАО «Плакарт» функциональное покрытие (рис. 2в), нанесенное методом высокоскоростного напыления (рис. 2б), позволило избежать замены колонны путем локальной защиты наиболее пораженного участка. Первый слой такого покрытия обеспечивал, помимо высокой прочности сцепления с основой (более 50 МПа), высокую коррозионную стойкость, второй – коррозионную и эрозионную стойкость в условиях присутствия сероводорода. Результаты эксплуатации колонны с покрытием и без него приведены на рисунке 3.

Развитие технологий защиты от различных воздействий среды не стоит на месте. Появляются все более совершенные методы и материалы, но, каким бы ни было их назначение, лишь тесная взаимосвязь практики и методологии научного познания и анализа позволит обеспечить их максимальную эффективность. При этом сама идея применения функционального подхода и технологий газотермического напыления позволяет решать большой спектр вопросов в различных отраслях промышленности (авиация, нефтехимия, нефтепереработка, автомобилестроение и др.), не ограничиваясь проблемами коррозии.

Список литературы

- 1 Chater J. Нефтепереработка: кризис сказался, но борьба с коррозией продолжается / Пер. Т. Скларовой, ЗАО «ТД «Знамя Труда» // Арматуростроение. – 2009. – № 6 (63). – С. 68–71.
- 2 Марков Ю.Г. Функциональный подход в современном научном познании. – Новосибирск: Наука, 1982.
- 3 Орлова О.В., Фомичев Т.Н. Технология лаков и красок: Учебник для техникумов. – М.: Химия, 1990. – 384 с. ■