

# НАШ ОБЩИЙ РЖАВЫЙ ВРАГ

## Ржавеет все – сталь и серебро, монеты и автомобили

Каждые 90 секунд в мире одна тонна стали превращается в ржавчину. Из каждых двух тонн отлитой стали одна идет на замену проржавевшей. Затраты, вызванные коррозией, в экономике промышленно развитой страны составляют не менее 4% валового внутреннего продукта. По оценкам экспертов, годовые убытки от коррозии на территории стран СНГ составляют \$60–80 миллиардов, а на борьбу с коррозией во всем мире расходуется \$300 миллиардов в год

/ Текст Олег ПУЛЯ /

**Р**жавчина, ржавление (коррозия) – главный враг металла. Коррозия существует при любом климате, в любой среде. Коррозия становится сильнее, если объект находится в промышленной (то есть в агрессивной) среде либо в местности с высокой влажностью или частыми дождями/снегом.

Термин «коррозия» происходит от латинского *corrosio* – «разъедание». Под коррозией, как правило, понимают разрушение металлов под действием окружающей среды, однако в общем случае это разрушение любого материала – металла или керамики, дерева или полимера. Причиной коррозии служит термодинамическая неустойчивость материалов под воздействием веществ, находящихся в контактирующей с ними

среде. В повседневной жизни для сплавов железа (сталей) чаще используют термин «ржавление». Менее известны случаи коррозии полимеров (пример – старение резины из-за взаимодействия с кислородом воздуха или разрушение пластиков под воздействием атмосферных осадков). Скорость коррозии, как и всякой химической реакции, сильно зависит от температуры – ее повышение может увеличить скорость коррозии в десятки раз.

Коррозия металлов может быть вызвана как химическим, так и электрохимическим процессом. Соответственно, различают химическую и электрохимическую коррозию. Химическая коррозия – это разрушение металла в результате химического взаимодействия металла с агрес-

сивной (коррозионно-активной) средой (пример – образование окалины при взаимодействии материалов на основе железа при высокой температуре с кислородом). Электрохимическая коррозия – разрушение металла под воздействием возникающих в коррозионной среде гальванических элементов; для этого всегда требуется наличие электролита, которым может быть конденсат, дождевая вода и т.д. (пример – ржавление железа во влажной атмосфере).

При соприкосновении двух металлов с различными окислительно-восстановительными потенциалами и погружении их в раствор электролита (та же дождевая вода) образуется гальванический элемент – так называемый коррозионный элемент. Он представляет собой не что





Автомобиль Plymouth Belvedere 1957 года выпуска, полвека назад отправленный властями американского города Талса в будущее в «капсуле времени», оказался практически полностью уничтожен ржавчиной. Автомобиль должен был достаться тому жителю Талсы (или его потомку), кто в 1957 году точнее всего предскажет число жителей этого города в 2007-м. И вот через 50 лет при большом стечении жителей города и в присутствии множества телевизионщиков и журналистов «капсулу времени» вскрыли – но праздника не получилось. Подземный бетонный саркофаг, в который в 1957-м поместили роскошное авто, оказался негерметичным, и просачивавшаяся в него вода наполнила его почти полностью. Несмотря на то что «Плимут» был покрыт толстым слоем антикоррозийной мастики и завернут в пластиковое покрывало, все металлические детали превратились в хрупкое кружево ржавчины. Впрочем, знаменитый «Плимут» все же имеет шанс обрести прежний блеск. Выигравший его американец заключил контракт с компанией, которая бесплатно отреставрирует машину. Ultra One Corporation, производящая антикоррозионные материалы, заявила, что берется удалить ржавчину с кузова антикварного авто, не повредив других материалов, а затем восстановит двигатель и электропроводку. Для процесса антикоррозионной обработки будет построен специальный бассейн размером с гараж, и Belvedere полгода будет отмывать в жидком средстве, снимающем ржавчину. Конечно же, «Плимут» больше никогда не сдвинется с места – ему уготована участь музейного экспоната. Ожидается, что «мисс Бельведер», как прозвали автомобиль поклонники, припаркуется на вечной стоянке в одном из автомобильных музеев летом 2008 года.







проржавевших конструкций, недоамортизированную стоимость списанных в результате коррозии основных фондов, стоимость материалов, металлических полуфабрикатов и металлосодержащей готовой продукции, вышедшей из строя в результате коррозионного износа.

К косвенным относят убытки, связанные с потерей готовой продукции, полуфабрикатов и сырья из-за сквозных разрушений и растрескивания емкостного оборудования, наливных сооружений и трубопроводов; с простоем производственных фондов и уменьшением их мощности и производительности по причине коррозии; с ущербом, который проявляется в социальной, экологической и оборонной сферах жизни государства.

Косвенные потери от коррозии многократно превышают прямые. Основная задача антикоррозийной защиты заключается в том, чтобы снизить в основном прямые убытки и частично косвенные.

## ЧТОБЫ РЖА НЕ ЖРАЛА

Как защитить металл от коррозии – этот вопрос возник одновременно с появлением самих металлических изделий. Любые металлоизделия и конструкции, не защищенные от коррозии, служат в 8–10 раз меньше, чем защищенные, – так что антикоррозийная защита сейчас является весьма прибыльным и совершенно необходимым видом бизнеса. Например, американские нефтеперерабатывающие компании тратят на защиту от коррозии десятки миллионов долларов в год. Конечно, качественная антикоррозийная защита стоит дорого – но при инвестиционных расчетах цифры ясно показывают, что эксплуатация незащищенных или некачественно защищен-

ное, как замкнутую гальваническую ячейку. Особо подвержены риску места соприкосновения металлов с различными потенциалами, например сварочные швы или заклепки. Коррозионный элемент образуется не только при соприкосновении двух различных металлов, но и в случае одного металла, если, например, структура поверхности неоднородна.

## МАГНИТКУ – В УБЫТКИ?

Этот незаметный враг безжалостно уничтожает любой металл и приносит совсем не маленький ущерб – в промышленно развитых странах убытки от коррозии доходят до 3–5% национального дохода. В России положение еще хуже: по оценкам экспертов, коррозия за год уничтожает 25–30% годового объема производства черных металлов.

Это означает, что промышленные гиганты вроде Магнитогорского и Нижнетагильского металлургических комбинатов работают только на компенсацию потерь от коррозии. Впрочем, такая ситуация для нашей страны не нова. В середине 1980-х по заданию Совета министров СССР было проведено интересное исследование: выяснилось, что Советский Союз, выплавлявший стали больше всех в мире, испытывает острую нехватку этого материала. Весь секрет оказался в ржавчине – именно она съела львиную долю произведенного в нашей стране металла...

Методов оценки убытков от коррозии множество, но в экономически развитых странах ущерб от коррозии принято делить на прямой и косвенный. Прямой ущерб включает затраты на замену



Ржавое эхо войны



ных конструкций стоит как минимум раза в 3–4 дороже, чем эксплуатация хорошо защищенных.

Для защиты от коррозии на металлы обычно наносят слой материала, препятствующего образованию коррозионного элемента, – покрытие красками, полимерами или эмалирование предотвращает доступ кислорода и влаги. Очень часто применяется покрытие стали другими металлами – цинком, оловом, хромом, никелем. Цинк защищает сталь, даже когда покрытие частично разрушено, – он имеет более отрицательный потенциал и корродирует первым. Другая возможность защитить металл от коррозии – применение защитного электрода с большим отрицательным потенциалом, например из цинка или магния. Защищаемый металл выступает в роли катода, и такой вид защиты называется катодной защитой. Этот метод применяют, например, для защиты от коррозии морских судов, мостов, котельных установок и расположенных под землей труб. Если в сталь добавить небольшое количество хрома, на поверхности металла образуется оксидная пленка, препятствующая ржавлению (содержание хрома в нержавеющей стали более 12%).

Существует несколько методов защиты от коррозии – электрический, химический, электрохимический и устройство антикоррозийного покрытия методом окрашивания.

Электрический способ антикоррозийной защиты (называется также катодно-анодным) подразумевает установку специального оборудования – генератора малых токов. Металлической конструкции сообщается постоянный заряд, однополярный с молекулами воды, и вода отталкивается от металла.

Химический способ защиты металла подразумевает сложный химический процесс нанесения нескольких слоев гальванического покрытия (стоит это недешево, так что практически не применяется на больших конструкциях).

Электрохимический способ защиты – это комбинация двух вышеописанных способов.

Нанесение антикоррозийного покрытия методом окрашивания – самый распространенный способ защиты строительных конструкций. Он прост и относительно недорог и состоит из трех этапов: подготовка поверхности + огрунтовка + нанесение слоя лакокрасочного материала. Производить работы можно как на уже смонтированных конструкциях, так и на конструкциях, находящихся на земле, что позволяет значительно снизить стоимость работ по устройству антикоррозийного покрытия.

### БОРЦЫ С КОРРОЗИЕЙ

Можно с уверенностью сказать, что рынок антикоррозийной защиты в России уже сложился – причем эксперты оценивают потенциальную емкость этого сектора в \$4–5 миллиардов.

Основным объемом работы антикоррозионщиков обеспечивают железнодорожники и нефтяники: вдоль трубопроводов в России рассредоточено как минимум 50 000 резервуаров, а по железным дорогам России бегает более 150 000 грузовых вагонов и 55 000 нефтецистерн, которым требуется ремонт каждые 5 лет... А есть еще и энергетическая, и металлургическая, и судостроительная отрасли. Промышленники, хотя бы они того или нет, вынуждены считаться с коррозией. Но до конца 1990-х руководителям промышленных предприятий было не до антикоррозионных проблем – промышленность находилась в подвешенном состоянии, руководство менялось чуть-ли не ежегодно, да и общая экономическая обстановка говорила об одном – лишь бы выжить!.. Другое дело сейчас – промышленность стабильно развивается, экономика стабилизировалась, и промышленники и строители начинают думать не только о сиюминутной прибыли, а о перспективе.

Сейчас многие производственные здания и сооружения в России близки к предаварийному состоянию. К такому мнению эксперты пришли, рассуждая логически. Как известно, срок эксплуатации металлоконструкций в различных условиях может составлять более 100 лет, но в условиях агрессивной среды он сокращается до 20–60, а в сильно агрессивных условиях – до 6–8 лет. Ну а теперь вспомним, что в СССР большая часть промышленных предприятий была построена в 1930–1970-х годах. Причем существовавшие во времена Советского Союза система надзора и эксплуатации зданий и сооружений и антикоррозионная служба защиты конструкций и оборудования, построенные по отраслевому и территориально-республиканскому принципу, практически прекратили свое существование. В конце 1980-х – начале 1990-х предприятия оказались один на один с проблемой коррозии. Но вскоре ситуация изменилась, и сейчас рынок антикоррозийной защиты быстро растет.

Приходится признать, что современным требованиям защиты от коррозии лучше всего отвечают лакокрасочные материалы зарубежного производства. Можно отметить, например, таких производителей, как Hempel, Teknos, Ameron International, Jotun, Steelpaint – эти компании производят профессиональные материалы с гарантийным сроком эксплу-



тации минимум пять лет. Конечно, российские производители стараются модернизировать свои производства – но по большому счету этих усилий пока недостаточно, чтобы серьезно конкурировать по качеству с зарубежными компаниями. Среди российских производителей можно отметить такие компании, как «КрасКо» (Москва), «Краски Хемп» (Пермь), ЗАО НПП «ВМП» (Екатеринбург), завод им. Морозова (Санкт-Петербург), НИИнефтепромхим (Казань). Основная беда российских заводов, выпускающих лакокрасочные материалы (ЛКМ), заключается в том, что они зачастую производят краски, разработанные еще 20–40 лет назад, – в результате крупные предприятия антикоррозийной защиты закупают краску в основном у западных производителей.