

# ПОЧЕМУ РЖАВЕЕТ КУЗОВ



*«На железо обрушилась мечь человеческой крови. Оно ржавеет быстрее, когда соприкасается с ней».*  
Плиний-старший, I век н.э.



ЮРИЙ  
БУЦКИЙ

## Немного терминологии

По разным данным, в результате коррозии теряется от 10 до 25% мировой добычи железа. Значит, железная руда, сконцентрированная в земной коре, в поте лица добытая и искусно переработанная в чугун и сталь, безвозвратно рассеивается, расплывается по всему белому свету. И не борясь с коррозией, мы наказываем не только себя, любимых, но и потомков своих, оставляя их без ценнейшего конструкционного материала — железа. А оно, несмотря на успешные опыты с алюминиевыми сплавами и пластиками, пока что играет ведущую роль в производстве автомобильных кузовов.

Что такое коррозия металлов? Это слово происходит от латинского «*corrodo* — грызу». Не следует отождествлять коррозию со ржавчиной. Коррозия — это процесс, а ржавчина — результат. Поэтому, забегая вперед, скажем, что защищаться надо не от результата (уже поздно!), а от процесса. И чем раньше, тем лучше.

Коррозия бывает химической и электрохимической. Отличие в следующем: первая протекает в среде, не проводящей электрический ток, и сводится к простому окислению; вторая — в водных растворах электролитов.

Процессы электрохимической коррозии протекают по законам электрохимической кинетики. Посмотрим на рисунок. Представленные

на нем элементы образуют электрохимический ряд напряжений металлов. Смысл тут вот в чем: металл, стоящий в этом ряду левее, способен вытеснить из растворов электролитов металл, стоящий правее. Иными словами, «более левый» металл более активен. Запомним это и перейдем к практическим примерам.

Если в каком-либо узле имеется соединение двух металлов с различными потенциалами, то в присутствии электролита они образуют гальваническую пару. И чем дальше разнесены металлы в электрохимическом ряду напряжений, тем больше гальванический ток, активнее переход электронов и соответственно сильнее разрушения металла — какого? Правильно, «левого».

Положим, в стальном листе (Fe) появилась медная заклепка (Cu). Она будет являться катодом, а сталь — анодом. И коррозия в данном случае будет разрушать железо. А если заклепка будет не медной, а алюминиевой (Al), разрушаться будет не железо, а алюминий.

Еще раз посмотрим на рисунок. Цинк (Zn) стоит левее железа (Fe), а олово (Sn) — правее. Теперь понятно, почему цинковое покрытие защищает железо от коррозии, а оловянное (луженый слой), если его основательно поцарапать, — усиливает коррозионное разрушение железа. Такова уж природа гальваники.

ЗНАЕМ КАК

В прошлом номере мы опубликовали результаты обследования кузова Suzuki Liana, 2007 года выпуска. Выводы оказались неутешительными: автомобиль имел серьезные коррозионные поражения.

Давайте разберемся: а почему, собственно, ржавеет автомобильный кузов? Вопрос не так прост, как кажется. А главное, он поможет ответить на следующий, более важный вопрос: что надо делать, чтобы кузов не ржавел?

Эта статья преследует еще одну цель. В России активно внедряется система антикоррозионной защиты Noxudol, разработанная шведской фирмой Auson AB. В основе системы — экологичные препараты Noxudol, не содержащие растворителя. В арсенале Auson AB также имеется система Mercasol Microshield.

Но антикоррозионные материалы — это еще не всё. Их надо суметь правильно нанести. Поэтому в состав системы антикоррозионной защиты входят технологии, оборудование, специальная оснастка, информационное обеспечение и методика обучения. Надеемся, что наша публикация станет прообразом «Введения в курс Noxudol и Mercasol». Мастеру ведь необходимо знать химико-технологические основы своего ремесла. Постараемся помочь ему в этом.

Li | K | Ca | Na | Mg | Al | Zn | Cr | Fe | Ni | Sn | Pb | H<sub>2</sub> | Cu | Hg | Ag | Pt | Au



Электрохимический ряд напряжений металлов

В разрушении кузова главная роль принадлежит электрохимическим процессам. Дело в том, что при относительной влажности воздуха более 60% на металлической поверхности образуется слой влаги, играющий роль электролита. А для средних широт показатель 60%, как правило, превышает в течение всего года.

Кроме того, в реальных условиях эксплуатации коррозии усиливаются неоднородностью металла, воздействием механических напряжений, деформаций, трения, износа и других факторов. Обо всем этом стоит поговорить подробнее. Итак, что же влияет на коррозию автомобильного кузова?

### Химический состав и структура металла

Если бы кузовные панели штамповались из технически чистого железа, их коррозионная стойкость была бы выше всяких похвал. Но по многим причинам это невозможно. В частности, применяющееся в электротехнической промышленности железо АРМКО (99,85% Fe), для автомобиля слишком дорого и недостаточно прочно. Хотя оно обладает великолепной пластичностью и ржавеет крайне неохотно — в чем автор статьи убедился лично, работая в свое время с этим материалом.

А вот конструкционные металлы и тем более сплавы пасуют перед коррозией.

Например, сталь, широко применяемая для штамповки кузовных деталей, при исследовании под микроскопом являет такую картину: мелкие зерна чистого железа, обильно перемешанные с зернами карбида железа (цементита  $Fe_3C$ ) и другими включениями.

Думаем, дальше все понятно: подобная структура порождает множество гальванических пар, в которых примеси играют роль положительных электродов, а зерна железа — отрицательных. При соприкосновении с влажным воздухом в этой системе возникают гальванические токи, вызывающие коррозию железа. Аналогично работают на коррозию примеси и в других металлах.

Так что в рассуждениях опытных мастеров и водителей — дескать, раньше металл был чище, кузова долго не ржавели, содержится изрядная доля истины. Любые отклонения от стандартов и ТУ при изготовлении стального листа сулят будущему автомобилю весьма недолгую жизнь.

Кстати, почему, извините за каламбур, не ржавеют нержавеющие стали? Да потому, что фактически это сплавы, по составу близкие к однородным твердым растворам. Кроме того, в их состав вводят изрядные порции хрома и никеля, стоящих в электрохимическом ряду

напряжений рядом с железом. И еще: хром и никель на воздухе почти не окисляются, поскольку образуют на своей поверхности прочную оксидную пленку. Поэтому гальванические и окислительные процессы на поверхности нержавеющей стали практически не возникают.

### Конструкция кузова и его технология

Кузов современного легкового автомобиля состоит из большого числа деталей (панелей), собранных в единое целое. Толщина листовой стали, из которой эти детали изготавливаются, как правило, менее 1 мм. Кроме того, в процессе штамповки эта толщина в некоторых местах уменьшается.

Теория обработки металлов давлением гласит, что в любом технологическом процессе — будь то вытяжка, гибка и тому подобные операции, пластическая деформация металла сопровождается возникновением нежелательных остаточных напряжений. Если оборудование и скорости деформирования подобраны правильно, а штамповая оснастка не изношена, эти напряжения незначительны.

## ■ В разрушении кузова главная роль принадлежит электрохимическим процессам

В противном случае в кузовную панель закладывается этакая «бомба замедленного действия»: атомы в некоторых кристаллических зернах располагаются нехарактерно, поэтому механически напряженный металл корродирует интенсивнее, чем ненапряженный. Кстати, нечто подобное происходит в панелях, восстановленных после аварии, а также в старых «уставших» кузовах.

Но вернемся к заводским технологиям. После сборки (сварки) в кузове образуется множество

щелей, полостей, нахлестов, кромок, в которых скапливаются грязь и влага. И что очень важно — сварные швы образуют с основным металлом все те же гальванические пары. Надо ли указывать, что перечисленные факторы способствуют возникновению и развитию коррозионных процессов?

### Влияние окружающей среды

В результате человеческой деятельности, прежде всего развития промышленности, окружающая среда становится все более агрессивной. В последние годы в атмосфере повысилось содержание оксидов серы, азота, углерода. А значит, автомобиль омывается кислотными дождями, фактически — электролитом, ускоряющим коррозионные процессы.

Можно и формально утверждать, что в городских условиях кузова живут меньше. Здесь мы можем сослаться на Шведский институт металла и коррозии, который опубликовал следующие данные:

- в сельской местности Швеции скорость разрушения стали составляет 8 мкм в год, цинка — 0,8 мкм в год;

- для города эти цифры составляют соответственно 30 и 5 мкм в год.

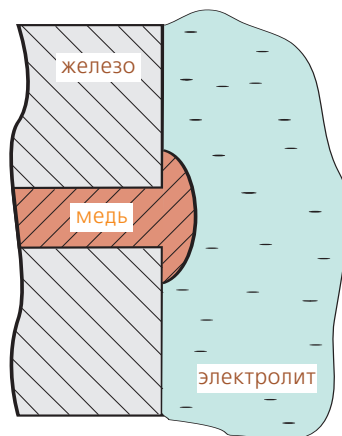
Немалую роль играет и географическое положение местности, где эксплуатируется автомобиль.

Так, морской климат делает коррозию примерно в два раза активнее, чем резкоконтинентальный.

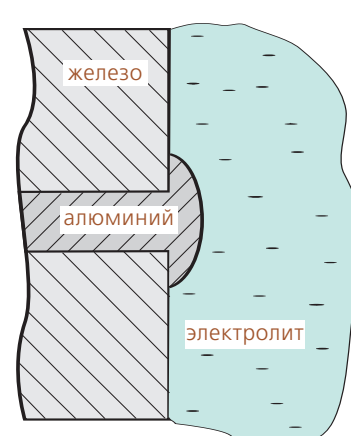
### Влияние доступа воздуха

В теории коррозии есть так называемый принцип дифференциальной аэрации, гласящий: неравномерный доступ воздуха к различным участкам металлической поверхности приводит к образованию гальванического элемента.

При этом участок, хуже снабжаемый кислородом, будет разъедаться, а участок, интенсив-



Гальваническая пара «медь–железо» — разрушается железо.



Гальваническая пара «алюминий–железо» — разрушается алюминий.

но снабжаемый им, наоборот, останется невредимым. Так, блестящая поверхность витого стального троса вовсе не означает, что он не проржавел внутри: в местах, куда доступ воздуха затруднен, угроза коррозии больше.

Проецируя сказанное на внутренние полости автомобильных кузовов, можно представить, сколько возможностей существует для возникновения коррозии в скрытых, плохо вентилируемых сечениях.

Кроме того, коррозия скрытых полостей начинает свою разрушительную деятельность невидимкой. Когда же она «выходит наружу» в виде перфорированной ржавчины, бороться с ней уже бесполезно. Зачастую ответственные участки кузова становятся ненадежными, и дальнейшая эксплуатация такого автомобиля может иметь катастрофические последствия.

### Влияние влажности и температуры

Важнейшим фактором, влияющим на скорость коррозии, является время, в течение которого металлическая поверхность остается влажной.

Ясно, что внутренние поверхности коробов, щелей, кромок, отбортовок сохнут гораздо медленнее открытых частей кузова. Немалую роль играет посыпание зимних дорог солью, особенно хлоридом натрия (NaCl). Когда снег и лед подтаивают, в результате электролитической диссоциации образуется очень сильный электролит. А поскольку внутренние полости не герметичны, он проникает и в них. Тем самым создаются прекрасные условия для электрохимической коррозии.

Отметим также, что повышение температуры активизирует коррозию. Так, вблизи выхлопной системы следов коррозии всегда больше.

Вот еще важный пример: та же зима или весна-осень. Утром водитель прогревает машину, ночью она остывает — в дверях и порогах образуется конденсат. И так каждый день. А вот, казалось бы, мелочь: в машине мы дышим, выдыхаем углекислый газ, а коррозии это только на руку.

К сожалению, в России многие из перечисленных факторов проявляются гораздо сильнее, чем в западных странах. И автомобили у нас подвергаются большей коррозионной опасности. Причины следующие: худшее состояние дорог, более тяжелая экологическая обстановка, агрессивные анти-

гололедные реагенты и равнодушное отношение автолюбителей к послепродажной антикоррозионной обработке.

### О заводской защите от коррозии

Понятие «заводская защита» охватывает все операции, так или иначе призванные увеличить антикоррозионную стойкость кузова.

Типовой список этих операций таков:

- обезжиривание кузова методом распыления моющего раствора и методом полного окуна-ния;
- промывка и фосфатирование методом полного окуна-ния, в результате чего кузов полу-чает первый слой антикоррозионной защи-ты — фосфатную пленку;
- промывка и катафорез (грунтование мето-дом катодного осаждения в ванной), бла-годаря чему кузов получает еще один защит-ный слой толщиной 14–15 мкм;
- обработка сварных швов и днища пластизо-лем;
- грунтование и окраска ЛКМ;
- обработка скрытых полостей жидким анти-коррозионным препаратом с ингибиторами (к сожалению, последняя операция проводится не на всех заводах).

Кстати, компания Auson AB, упоминавшаяся в начале нашего рассказа, поставляет антикоррозионные препараты Noxudol в OEM — в част-ности, на сборочные конвейеры Volvo и Ford.

Оцинкованный кузов сопротивляется коррозии гораздо лучше неоцинкованного. А оптимальный результат дает сочетание

оцинковки с обработкой антикоррозионны-ми материалами, содержащими ингибиторы коррозии. Причем эта обработка может быть сделана не только на конвейере, но и на СТОА в качестве опции.

Вот данные, опубликованные Шведским институтом металла и коррозии (официаль-ный отчет института в редакции имеется). Шведские ученые делят оцинковку на три группы:

- «толстый» слой — от 7 до 10 мкм;
- «тонкий» слой — от 2 до 5 мкм;
- «нулевой» слой (панель не оцинкована).

Далее под словом «антикор» подразумева-ется обработка кузова современными антикор-розионными материалами. Получается шесть видов обработки:

- «толстая» оцинковка плюс антикор;
- «толстая» оцинковка без антикора;
- «тонкая» оцинковка плюс антикор;
- «тонкая» оцинковка без антикора;
- «нулевая» оцинковка плюс антикор;
- «нулевая» оцинковка без антикора, что озна-чает просто окрашенную панель без допол-нительной защиты.

Шведский институт металла и коррозии утверждает, что первые пять вариантов мало-эффективны. Лишь владелец автомобиля с «толстой» оцинковкой и (внимание!) антикор-розионной обработкой материалами с инги-биторами коррозии может ездить спокойно. Пятипроцентная поверхностная (в общем-то, ничтожная) коррозия грозит ему лишь через семь лет эксплуатации.

Выводы очевидны: просто оцинковка — не панацея. Основа долголетия кузова — регулярная дополнительная антикоррозионная защита. Какими материалами она обеспечивается?

Начнем с того, что универсаль-ных антикоров «на все случаи жизни» не бывает, и быть не может. Материалы для профессиональной антикоррозионной обработки кузова традиционно делят на следующие группы:

- составы для защиты внутренних полостей кузова;
- препараты для обработки днища и колесных арок;
- антигравийные покрытия и препа-раты для дополнительной защиты колесных арок;
- составы для защиты лакокрасоч-ного покрытия кузова;
- препараты для защиты салона.

Не будем сегодня рассматривать последние три группы. Остановимся на первых двух.

## ■ Основа долголетия кузова — регулярная дополнительная антикоррозионная защита





## Обработка скрытых полостей

Итак, список антикоррозионных составов открывают материалы для защиты внутренних полостей кузова — их еще называют ML-препаратами. Какие требования предъявляют к этим продуктам? Если кратко, то они должны:

- вытеснять воду и электролит с поверхности металла. Это очень важно, поскольку ML-препараты при нанесении, как правило, ложатся на влажную поверхность (конденсат, последствия мойки автомобиля);
- иметь отличную адгезию к металлу, фосфатированной, грунтованной и окрашенной поверхности;
- содержать ингибиторы коррозии;
- легко проникать в трещины и подниматься по микрозазорам;
- быть однородными и тиксотропными, образовывать эластичную пленку, защищающую металлические поверхности от влаги, кислорода воздуха и других коррозионно-агрессивных элементов;
- пропитывать продукты коррозии, воздействовать на частично прородированную поверхность металла;
- не оказывать вредного влияния на человека и окружающую среду, не воздействовать на лакокрасочное покрытие, быть технологичными в применении.

Обратите внимание, что требования к механической прочности пленки отсутствуют — для внутренних полостей это не важно.

Примерами современных препаратов для полостей являются шведские материалы Mercasol, а также безрастворительный Noxudol 700. Благодаря отсутствию летучей органики его можно отнести к материалам новейшего пятого поколения.

## Обработка днища

Материалы для защиты днища иногда называют UB-препаратами, от словосочетания Under Body (под днищем). Эти препараты должны:

- обладать надежной адгезией к любому покрытию: заводскому слою ПВХ (PVC), предыдущему антикоррозионному слою, ЛКМ и даже «голому» металлу;
- быть тиксотропными;
- иметь в составе ингибиторы коррозии;
- обладать механической прочностью, абразивостойкостью и способностью противостоять ударам песка и камешков без образования трещин и отслоений;
- обладать способностью к «самозалечиванию» при небольших механических повреждениях;
- быть достаточно эластичными, дабы выдерживать температурные и механические деформации кузова при эксплуатации;
- не терять свойств при понижении или повышении температуры;
- обеспечивать шумоизоляцию;
- и разумеется, быть экологичными.

Примерами описанных препаратов служат составы Mercasol Microshield, а также безрастворительные Noxudol 300 и Noxudol 300 Bronze с добавлением алюминиевой пудры. Напомним, что металлизированные наполнители создают своеобразную «арматуру» пленки, повышая механическую прочность покрытия.

В ближайших номерах мы продолжим тему антикоррозионной, а также противоразрушающей защиты кузова. **АБС**



См. информацию на с. 2

## Найди в этом номере

Амортизатор?  
Предъявите характеристику!



# LAUNCH

Самые популярные в Китае подъемники скоро в России.

## 2-стоечные гидравлические подъемники

В 2010 году продано:  
в Китае более 20000 шт.  
(70% рынка),  
всего в мире более 30000 шт.

грузоподъемность 3,5-4,0т.  
высота подъема 1950 мм.  
время подъема 50 сек.  
время спуска 40 сек.

**TLT 235 SBA**  
**TLT 240 SBA**



## 4-стоечные гидравлические подъемники

грузоподъемность 4,0т.  
высота подъема 1900 мм.  
время подъема 60 сек.  
время спуска 20-40 сек.



**TLT 440**

**Барнаул**  
**В. Новгород**

Техноимпульс (3852) 46-74-91  
АвтоСервисТорг (8162) 55-77-15  
Ардио-Ру (8162) 67-37-34

**Волгоград**

ИП Новиков А. В. (8442) 50-13-36  
ИП Кадин В. В. (8442) 50-23-34

**Вологда**

АвтоСервисКомплект (8172) 74-89-79

**Воронеж**

Лидер (4732) 611-335

**Екатеринбург**

Юмакс-Центр (343) 378-33-37  
Автомеханик (343) 216-14-11

**Иркутск**

Хотридер (343) 382-75-55

**Казань**

ИнтерАвто (3952) 348-500

**Кемерово**

Техноросст (843) 273-27-96

**Краснодар**

Гаро-Систем (3842) 361-818

Техно-Юг (861) 236-62-89

ИП Кондра В.В. (861) 270-92-72

**Н. Новгород**

Автодом-Сервис (831) 434-88-45

**Новосибирск**

Импакт-Сибирь (383) 212-50-54

Торгсиб и К (383) 271-46-52

**Омск**

Омас (3812) 577-180

**Пермь**

Стэнтон (342) 269-25-25

**Ростов-на-Дону**

Смарт-Дон (863) 273-25-66

**Самара**

Авто Олимп (846) 931-56-60

**Санкт-Петербург**

Технологии Автосервиса (812) 3362214

**Саратов**

Мастер Инструмент (8452) 28-75-93

**Сургут**

Техно-Групп (3462) 50-12-80

**Тверь**

Норд-Авто (4822) 35-78-03

**Тольятти**

Картест (8482) 761-672

**Челябинск**

ОМГ (351) 211-29-33

**Уфа**

ИП Тарасов Н.М. (347) 272-34-78

**Ярославль**

Гартекс (4852) 32-20-30

Российское отделение "LAUNCH TECH. CO., LTD" Компания "ЛАУНЧ РУС"

117463, Москва, ул. Инессы Арманд, д. 8/17

Тел.: (495) 778-40-90, 427-91-00

www.launch-euro.ru launchrus@gmail.com