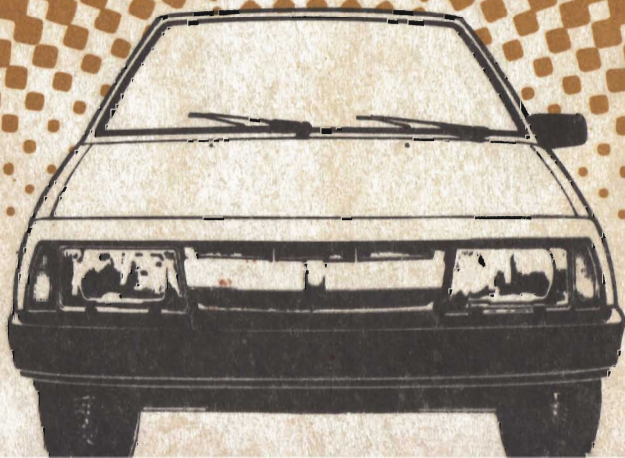


В.В. БОРОДИН

**ЗАЩИТА
АВТОМОБИЛЯ
ОТ КОРРОЗИИ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ
СПОСОБОМ**

Советы бывалого



В.В. БОРОДИН

**ЗАЩИТА
АВТОМОБИЛЯ
ОТ КОРРОЗИИ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ
СПОСОБОМ**

Советы бывалого



МОСКВА «ТРАНСПОРТ» 1994

ББК 39.33-08

Б 82

УДК 629.113.004.5:667.6

З а в е д у ю щ и й р е д а к ц и е й В. И. Лапшин

Р е д а к т о р Н. Н. Согомонян

Б 82 Бородин В. В.
Защита автомобиля от коррозии электрохимическим
способом: Советы бывалого. — М.: Транспорт, 1994. — 30 с.
ISBN 5-277-01821-2

В брошюре рассматриваются способы защиты кузова легкового автомобиля от коррозии и подробно описывается один из них — способ электрохимической защиты. В основу положен личный опыт применения самостоятельно изготовленного приспособления, которое показало свою эффективность в эксплуатации.

Предназначена для автолюбителей.

Б 3203030000-085
049(01)-94 Без объявл.

ББК 39.33-08

ISBN 5-277-01821-2

© В. В. Бородин, 1994
© Оформление, иллюстрации.
Издательство "Транспорт" 1994

К ЧИТАТЕЛЮ

От чего ржавеет автомобиль? Почему даже при тщательном уходе, периодической мойке то тут то там сквозь краску проступают желтоватые пятна, которые со временем все больше увеличиваются? От чего весной, когда после зимней стоянки вы открыли чехол, которым был надежно укрыт автомобиль, на его крыльях, дверях, крыше появилась вспученная краска, под которой видны явные признаки ржавчины? Даже при гаражном хранении вы замечаете признаки начавшейся коррозии, и она постепенно разъедает весь автомобиль. Почему? Почему? Почему?

В этой брошюре, дорогой читатель, вы найдете ответы если не на все, то на многие вопросы о коррозии автомобиля, узнаете основные механизмы коррозии и способы борьбы с этим явлением. Более того, найдете описание простого и вместе с тем эффективно-го противокоррозионного устройства, которое вы сможете самостоятельно сделать. Использование его практически полностью прекращает процесс коррозии и даже частично восстанавливает металл, из которого сделан кузов вашего автомобиля. Фантастика?

Принцип действия устройства основан на физико-химических явлениях и направлен на создание условий, при которых коррозия не возникает вообще. Электрохимический метод одинаково успешно может быть применен для защиты нового автомобиля, автомобиля с многолетним стажем эксплуатации, а также для защиты тех частей кузова, которые пострадали в результате аварии. Простота конструкции устройства не должна вас смущать: в основе его работы лежат законы физики и химии, краткое изложение которых приводится в книге.

Цель настоящего издания — научить автолюбителей основным приемам катодной и, в частности, электрохимической защиты автомобиля от коррозии.

МЕХАНИЗМ КОРРОЗИИ КОРПУСА АВТОМОБИЛЯ

Прежде чем пытаться защититься от коррозии, необходимо ответить на вопрос о том, что же такое коррозия металла. В обиходе коррозией называют появление ржавчины на поверхности металла. Каковы же основные механизмы появления ржавчины?

Необходимо признать, что до настоящего времени полного ответа на этот вопрос нет, а результаты проводимых исследований показывают, что процесс коррозии является очень сложным, поскольку на его протекание оказывает влияние большое число факторов — химический состав металла, среда, в которой он находится, температура, давление, наличие газов и т. д. По этой причине в книге изложены только самые начальные сведения из теории коррозии, знание которых необходимо для правильной защиты корпуса автомобиля. Более полное представление о механизмах коррозии читатель может почерпнуть из рекомендуемой литературы.

Коррозия железа (а именно этот процесс мы будем рассматривать в дальнейшем) осуществляется, если дополнительно имеются по крайней мере еще две составляющие: электролит, с которым граничит железо, и другой проводник, также граничащий с электролитом. Электролитом в обычных условиях является дождевая вода, атмосферная влага, снег, дорожная грязь. Вторым по отношению к кузову автомобиля проводником чаще всего является поверхность земли, атмосфера, какой-либо другой внешний проводник, расположенный вблизи автомобиля. Два проводника (которые в данном случае называются электродами), погруженные в электролит, образуют так называемый гальванический элемент. Основное свойство гальванического элемента состоит в том, что если электроды выполнены из различных металлов, то такой элемент является источником напряжения. При этом положительный электрод называется анодом, отрицательный — катодом.

Прodelайте простой эксперимент. В стакане теплой воды растворите ложку поваренной соли и опустите две пластины — одну медную, другую стальную. Простейший источник напряжения готов. С помощью вольтметра можно легко убедиться в том, что гальванический элемент создает небольшое, менее полувольта, на-

проявление. Если вы продолжите эксперимент несколько дней, то заметите, как на поверхности стали начнет появляться ржавчина. Этот простой эксперимент наглядно демонстрирует механизм коррозии металла. Объяснение этого механизма состоит в следующем.

Из курса физики известно, что проводники характеризуются способностью отдавать электроны во внешнюю среду. Наглядно можно представить, что каждый проводник окружен облаком из электронов, которые под действием тепловой энергии вылетают из него, а затем, если им ничто не мешает, под действием электрических сил возвращаются в проводник. Если металл поместить в электролит, то положительные ионы металла (т. е. те атомы металла, электроны которых находятся во внешней среде) начнут переходить в электролит. В результате этого металл приобретает некоторый потенциал, который может быть измерен. На практике потенциал металла определяют по отношению к специальному стандартному электроду, потенциал которого принимается равным нулю. Полученная разность потенциалов между стандартным электродом и металлом получила название стандартного электродного потенциала (СЭП).

Ниже приведены стандартные электродные потенциалы некоторых металлов, расположенные в порядке снижения их активности, т. е. чем более отрицательным является СЭП, тем выше активность металла.

Стандартные электродные потенциалы металлов, В

Магний	— 2,38	Тантал	— 0,34
Алюминий	— 1,66	Никель	— 0,24
Марганец	— 1,18	Молибден	— 0,2
Хром	— 0,91	Свинец	— 0,13
Цинк	— 0,76	Медь	0,34
Железо	— 0,44	Серебро	0,8
Кадмий	— 0,4		

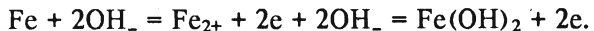
Наибольший интерес представляет процесс коррозии железа в электролите при наличии менее активного металла. В этом случае железо как более активный металл является анодом, а менее активный — катодом. В гальванической паре всегда корродирует более активный металл — анод.

Коррозия анода сопровождается двумя видами реакций — окислительной на аноде и восстановительной на катоде. В дальнейшем для определенности в качестве анода рассмотрим железо (Fe), однако все результаты относительно его коррозии справедливы, по крайней мере качественно, для любого ранее названного металла.

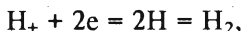
Окислительная реакция может быть представлена как процесс, при котором атомы железа отдают два электрона и вследствие этого превращаются в положительно заряженные ионы железа (Fe^{2+}), которые переходят в раствор электролита в месте контакта его с анодом. Указанные два электрона сообщают аноду отрицательный

заряд и тем самым вызывают ток по направлению к катоду, где соединяются с положительными ионами. Одновременно положительные ионы анода соединяются с отрицательно заряженными гидроксильными группами (OH_-), которые всегда присутствуют в растворе электролита.

Схематически реакция на аноде может быть записана в следующем виде:

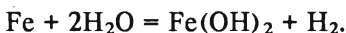


Под действием ионов железа на катоде возникают ионы водорода (H_+), с которыми и соединяются электроны анода. Схематически этот процесс описывается в следующем виде:



т. е. на катоде происходит выделение водорода.

Если анодная и катодная реакции объединяются, они приводят к общей реакции коррозии:



Таким образом, железо в сочетании с водой и менее активным металлом переходит в гидроксид железа, которая в обиходе и называется ржавчиной.

Наличие в воде дополнительной соли приводит к повышению проводимости электролита и, как следствие, к увеличению скорости окисления анода. При этом дополнительно образуются хлорное железо и раствор соляной кислоты. Вот такие условия создают автолюбителям каждую зиму наши дорожники! Впрочем, кислотные дожди, которые выпадают с осадками, также не способствуют долговечности автомобиля.

Важной характеристикой коррозии является скорость коррозии, которая определяется как глубина проникновения коррозии в металл в единицу времени. Для железа наиболее характерным является значение скорости коррозии в пределах 0,05—0,02 мм/год. Из приведенных значений скорости коррозии следует, что при нарушении лакокрасочного покрытия за 5 лет эксплуатации автомобиля толщина металла может уменьшиться на 0,25—1 мм, т. е., по сути дела, если не предусмотреть специальных мер защиты, металл проржавеет, что называется, насквозь.

Описанный механизм коррозии указывает также на основные пути борьбы с этим явлением. Кардинальный путь состоит в устранении катода или электролита, однако этот способ и наименее пригоден, поскольку автомобиль не может быть изолирован от окружающей среды и, в частности, от поверхности земли. Остаются два пути — изолировать металл от электролита с помощью покрытия или ... превратить корпус автомобиля из анода в катод.

Первый способ известен всем автолюбителям и широко используется на практике, однако он не прекращает коррозии как таковой, а только защищает металл от ржавления. При нарушении лакокрасочного покрытия коррозия начинается разъедать металл, а повторное нанесение покрытия сопряжено с большими временными и материальными затратами (прил. 1, 2).

Наиболее уязвимыми частями корпуса автомобиля при этом являются скрытые полости и щели, такие, как пороги, внутренние балки, лонжероны, стойки, внутренние поверхности дверей, потолок, да практически весь корпус автомобиля (см. прил. 1). Сложная форма скрытых щелей и полостей затрудняет, а чаще делает невозможным качественную подготовку поверхности под окраску и саму окраску, а внутренние напряжения изогнутого в этих местах металла способствуют его интенсивной коррозии. В этих условиях срок службы кузова легкового автомобиля до выхода его из строя составляет 6 лет.

Вместе с тем, не отрицая важности регулярного восстановления лакокрасочного покрытия, автор обращает внимание на принципиально иной метод защиты корпуса автомобиля от коррозии, а именно, полное прекращение самого процесса коррозии путем изменения потенциала корпуса. Этот метод в литературе называется катодной защитой.

Катодная защита металлов основана на том, что скорость коррозии пропорциональна активности металлов, образующих гальваническую пару. В обычных условиях корпус автомобиля является анодом и поэтому корродирует. Если же изменить потенциал корпуса относительно внешней среды либо с помощью внешнего источника напряжения либо приведя в контакт с более активным металлом, то сам корпус автомобиля станет катодом и корродировать вообще не будет (по крайней мере скорость коррозии уменьшится в сотни раз), а разрушаться станет анод. В соответствии со способом изменения потенциала защищаемого металла различают протекторную и электрохимическую защиту. Однако прежде чем рассматривать методы защиты, целесообразно описать особенности коррозии автомобиля в различных условиях его эксплуатации.

КОРРОЗИЯ АВТОМОБИЛЯ ВО ВРЕМЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПАССИВНЫЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НЕЙ

Особое влияние на коррозию кузова автомобиля оказывают условия его хранения. Связано это с тем, что автомобиль большую часть времени содержится на стоянке, в гараже и только небольшую часть времени находится в движении. Во время движения автомобиль интенсивно обдувается свежим воздухом, "проветривается", что снижает при прочих равных условиях скорость коррозии.

Условия хранения в первом приближении можно разделить на хранение автомобиля на открытой стоянке (в том числе под тентом) и хранение автомобиля в гараже. Рассмотрим варианты хранения.

КОРРОЗИЯ АВТОМОБИЛЯ НА ОТКРЫТОЙ СТОЯНКЕ

На открытой стоянке на автомобиль постоянно воздействуют находящаяся в воздухе влага и атмосферные осадки. В условиях низкой и средней влажности в теплое время года при изменении температуры воздуха (например, вечером или ранним утром) атмосферная влага конденсируется по всей поверхности автомобиля как снаружи, так и внутри салона. Наибольшее ее скопление наблюдается в скрытых полостях (порогах, лонжеронах, стойках, на внутренней поверхности дверей, потолка под декоративной обивкой). С повышением температуры влага с открытых поверхностей испаряется, но еще продолжительное время находится в скрытых полостях. В результате именно эти, как правило, труднодоступные части кузова более других страдают от коррозии. При высокой влажности воздуха или во время выпадения осадков влага более или менее равномерно распределяется по всей внешней поверхности автомобиля и, поскольку она в данном случае не застаивается, в наименьшей степени вызывает процесс коррозии. Однако следует заметить, что и в данном случае возможно накопление влаги в салоне автомобиля. Таким образом, при хранении автомобиля на открытой стоянке в максимальной степени подвержены коррозии внутренние поверхности его кузова. Внешние поверхности корродируют лишь там, где нарушено лакокрасочное покрытие.

Как это не покажется странным, дополнительные меры предосторожности необходимо принимать при хранении автомобиля под тентом. Тент (например, из брезента) надежно предохраняет автомобиль от пыли, грязи, снега и, частично, от воды, но совершенно не предохраняет от воздействия на корпус влаги воздуха. Более того, под тентом влага конденсируется и долгое время находится на кузове автомобиля. Таким образом, автомобиль под тентом находится как бы в водяной бане, что способствует коррозии автомобиля в летний период, когда после ночной прохлады температура воздуха повышается. Механизм возникновения ржавчины в этом случае понятен из предыдущего изложения. Корпус автомобиля и влажный воздух вместе образуют гальваническую пару, в которой корпус автомобиля является анодом. Если чехол касается поверхности автомобиля, то от коррозии не спасает даже лакокрасочное покрытие и ржавчина проступает сквозь краску. Обычно достаточного нескольких летних утренних туманов, чтобы новый автомобиль превратился в грудку ржавого металла. Поэтому, если вы закрываете автомобиль тентом, обязательно придерживайтесь правил:

1) не допускайте соприкосновения чехла с корпусом автомобиля;

- 2) обеспечьте вентиляцию воздуха под чехлом;
- 3) периодически, особенно в период большой влажности и перепада температур, снимайте чехол и проветривайте автомобиль.

Реализовать эти правила на практике можно различными способами.

Из дюралевых уголков размером 40×40 мм изготавливается рама в виде лестницы. Длина рамы соответствует длине автомобиля, ширина рамы несколько больше ширины автомобиля. Средние поперечины рамы закрепляются на верхнем багажнике автомобиля с помощью винтов или веревок. На полученную раму набрасывается брезент прямоугольной формы. Такая конструкция защищает автомобиль от дождя и грязи, обеспечивает хорошую вентиляцию (поскольку передняя и задняя стенки отсутствуют) и в течение нескольких минут разбирается и собирается.

КОРРОЗИЯ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ХРАНЕНИИ В ГАРАЖЕ

На первый взгляд, наилучшие условия для длительного хранения автомобиля создаются в гараже, поскольку гараж предохраняет автомобиль от внешних осадков. Однако многочисленные исследования показали, что это справедливо только при малой влажности воздуха. В условиях большой влажности (в средней полосе этот период включает в себя осень и особенно весну, т. е. почти полгода) скорость коррозии металла в обычном стальном боксе с бетонным полом составляет 1 мм/год, что в 5—20 раз выше скорости на открытом воздухе. Причина этого парадоксального на первый взгляд явления состоит в том, что металлические стенки гаража являются примером дополнительного катода, который и увеличивает скорость коррозии. Наличие столь большого по размерам дополнительного катода вызывает коррозию как изнутри, так и снаружи всего корпуса. При этом в большей степени страдают те части кузова, которые находятся в более влажных нижних слоях атмосферы: пол, днище, диски колес, трансмиссия.

С целью лучшей сохранности автомобиля стенки гаража должны быть окрашены, а пол необходимо надежно защитить от подземных вод. С этой целью перед укладкой бетона, асфальта или щебня положите на землю полиэтиленовые листы, которые полностью закроют поверхность пола. Тем самым вы надежно предохраните свой гараж от влаги, содержащейся в земле, что особенно важно в период осенних дождей и весеннего половодья. Некоторые автолюбители обивают стены и пол гаража деревом. Такая защита в сочетании с окраской дополнительно улучшает условия хранения автомобиля, однако резко снижает пожаробезопасность. Поэтому, если имеется такая возможность, лучше для этой цели использовать асбестовое покрытие или стекловолокно. При обустройстве гаража обязательно предусмотрите его вентиляцию. Вентиляция гаража способствует постоянному воздухообмену, снижает влажность

воздуха и тем самым замедляет скорость коррозии. Простейший способ обеспечить вентиляцию гаража состоит в использовании асбестовой трубы, установленной вертикально на высоте 30—40 см над уровнем пола и возвышающейся на 1 м над крышей гаража.

Диаметр трубы для стандартного гаража объемом 50—60 м³ должен составлять не менее 20 см. Чтобы дождь через трубу не падал в гараж, ее верх украсьте металлическим конусом, который, кроме того, необходимо заземлить.

КОРРОЗИЯ ДВИЖУЩЕГОСЯ АВТОМОБИЛЯ

Как правило, при движении скорость коррозии корпуса автомобиля снижается. Причина этого явления состоит в том, что встречный воздух интенсивно обдувает корпус автомобиля и, как следствие, снижается влажность воздуха как снаружи, так и внутри корпуса. Однако при движении по грязной или мокрой дороге воздействие на корпус автомобиля дождя, снега, соли, которой посыпают дороги в зимний период, в совокупности с механическими воздействиями песка, мелких камней, льдинок и вибрации приводит к старению и разрушению покрытия. Наиболее уязвимыми местами при этом являются внутренние поверхности передних и задних крыльев, днище, трансмиссии и подвеска автомобиля. Механические воздействия в сочетании с влагой приводят к тому, что именно эти места корпуса автомобиля начинают корродировать в первую очередь.

Наиболее известные способы защиты корпуса движущегося автомобиля — противокоррозионная обработка днища и использование подкрыльников. Лучшее защитное покрытие для днища — это покрытие на основе каучуковых смол, которое имеет отличную адгезию к металлу и образует толстый, рыхлый слой, в котором механические частицы (песок, грязь) вязнут, не доходя до металла.

Подкрыльники отлично защищают внутренние поверхности крыльев от механического воздействия грязи и песка. Вместе с тем между подкрыльниками и защищаемой ими поверхностью образуется замкнутое пространство, что способствует накоплению влаги. Поэтому при установке подкрыльников необходимо обеспечить свободный доступ воздуха для вентиляции и целесообразно снимать подкрыльники на время длительной стоянки автомобиля.

Приведенные факты, а также собственные наблюдения автолюбителей указывают на большое разнообразие условий, при которых возникает коррозия корпуса автомобиля. Среди этого многообразия выделим два условия, которые, на наш взгляд, оказывают наибольшее воздействие: образование локальных мест скопления влаги и конденсирование влаги по всей как внутренней, так и внешней поверхности кузова автомобиля. Именно для этих случаев и будут рассмотрены методы катодной защиты.

ПРОТЕКТОРНАЯ ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

Из описанного ранее механизма коррозии следует, что если два металла поместить в раствор электролита (простую или подсоленную воду), то один из них, а именно более активный, начнет испускать электроны и присоединять к образовавшимся ионам гидроксильные группы (OH_-) из раствора электролита, а другой, менее активный, будет принимать электроны, присоединяя их к своим ионам. В результате более активный металл — анод — будет окисляться, а менее активный металл — катод — восстанавливаться. Таким образом, анод будет защищать катод от коррозии. В обычных условиях анодом является корпус автомобиля, и именно он прежде всего страдает от коррозии. Для защиты корпуса автомобиля необходимо обеспечить его контакт с более активным металлом. По отношению к железу более активными металлами являются кадмий, хром, цинк, магний и другие металлы. Относительно алюминия необходимо отметить, что приведенный потенциал соответствует чистому алюминию без оксидной пленки, которой он покрывается в обычных условиях достаточно быстро. Вместе с тем тот металл, который в обиходе называется алюминием, также пригоден для защиты железа и низколегированных сталей. На практике наибольшее применение для защиты корпуса автомобиля нашли цинк и сплавы магния. Металл, который используется в качестве анода для защиты, называется протектором, отсюда и название данного метода.

Для реализации протекторной защиты необходимо протектор плотно закрепить на чистой поверхности защищаемого металла. Если на эту конструкцию будет воздействовать влага, то в соответствии с приведенной выше химической реакцией электроны протектора будут переходить в защищаемый металл и на катоде (корпусе автомобиля) начнется выделение водорода. Ионы протектора, соединяясь с кислородом (гидроксильными группами OH), вызывают окислительную реакцию, которая приводит к появлению гидроокиси того металла, из которого сделан протектор. Таким образом обеспечивается катодная защита корпуса автомобиля до тех пор, пока протектор полностью не разрушится вследствие коррозии. После этого, как и положено, начнет корродировать корпус автомобиля.

Необходимо отметить, что данный метод защиты корпуса автомобиля уже используется как в зарубежной, так и в отечественной практике. В частности, те части кузова, которые подвергаются наибольшему воздействию влаги, изготавливаются из стали с односторонним цинковым покрытием толщиной около 0,08 мм. При скорости коррозии цинка порядка 0,02 мм/год этого покрытия в нормальных условиях (без его повреждения) хватает на несколько первых лет эксплуатации автомобиля.



Рис. 1. Установка протекторной защиты:
1 — протектор; 2 — клей; 3 — корпус автомобиля

Для самостоятельной реализации протекторной защиты необходимо прежде всего иметь несколько пластин протектора — цинка или сплава магния. Площадь каждой пластины должна составлять несколько десятков квадратных сантиметров, толщина — не менее 0,5 мм. Далее очищают от грязи и краски те места кузова автомобиля, которые наиболее уязвимы для коррозии. Обычно это задние части внутренних поверхностей крыльев, скрытые полости (чаще всего пороги) и т. д. На выбранные места необходимо напаять или наклеить с помощью тонкого слоя токопроводящего клея пластины протектора (рис. 1). На этом все работы по установке протекторной защиты закончены. В процессе эксплуатации необходимо только регулярно проверять состояние протектора.

Необходимо отметить, что протекторная защита находит широкое применение для защиты таких объектов, как подземные трубопроводы, резервуары, морские и речные суда. Все эти объекты находятся в постоянном контакте с электролитом, будь то грунтовые воды, химические растворы, морская или речная вода. При этом электролит охватывает всю защищаемую поверхность. В этих условиях допускается локальное размещение протектора на защищаемой поверхности.

Легковые автомобили, как это было показано ранее, эксплуатируются в существенно иных условиях. Поэтому протекторная защита носит в этом случае локальный характер и защищает только те места, которые находятся в непосредственной близости к протектору. Кроме того, для использования этого метода защиты необходимо иметь дефицитный металл для протектора. Более эффективным методом, с этой точки зрения, является метод электрохимической защиты.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

Из изложенного выше следует, что потенциал защищаемого металла может быть изменен, если использовать внешний источник напряжения, что и составляет основу электрохимического метода защиты (электрозащиты). Для того чтобы наглядно увидеть действие электрозащиты, целесообразно провести следующий простой эксперимент.

В стакан или небольшую стеклянную банку с раствором электролита поместите две небольшие стальные пластины. К пластинам подсоедините с помощью пайки или каким-либо иным способом провода и соберите схему (рис. 2). Переменный резистор должен иметь сопротивление порядка 500—1000 Ом. В качестве источника

напряжения 12 В можно использовать аккумуляторную батарею, автомобильное зарядное устройство или набор батареек. После того как все соединения выполнены, можно приступить к эксперименту. Левый по схеме электрод будет катодом, правый — анодом.

С помощью переменного резистора R можно изменять разность потенциалов между электродами, изменяя тем самым скорость коррозии защищаемого металла (катада). Разность потенциалов определяется с помощью вольтметра V .

При нахождении ползунка резистора в точке A разность потенциалов между электродами равна нулю, и оба металла корродируют с одинаковой скоростью. Процесс коррозии характеризуется довольно низкой скоростью и, вообще говоря, необходимо несколько дней, чтобы увидеть явные признаки ржавчины на металле.

Если передвигать ползунок резистора от точки A к точке B , то разность потенциалов будет увеличиваться. При положительных показаниях вольтметра образуется защитный потенциал, который полностью остановит процесс коррозии катада. При этом можно будет наглядно наблюдать выделение водорода на катоде и процесс образования ржавчины на аноде. В данном случае анод, имеющий положительный потенциал, будет притягивать к себе гидроксильные группы (OH) из раствора электролита и окисляться, а избыточные электроны под действием внешнего источника напряжения будут переходить на катод и восстанавливать его. Для увеличения скорости реакции достаточно растворить в банке с водой половину чайной ложки поваренной соли.

Теоретически для полного прекращения коррозии необходимо обеспечить защитный потенциал, равный стандартному электродному потенциалу защищаемого металла, который для железа равен 0,44 В. В действительности же различные включения в железо вызывают продолжение процесса коррозии. Для предотвращения этого явления необходимо дополнительно увеличить разность потенциалов между анодом и катодом. Какова же максимально допустимая величина этого напряжения?

Обращаясь вновь к экспериментальной установке, можно видеть, что с увеличением разности потенциалов резко возрастает интенсивность выделения водорода на катоде. Происходит это потому, что одновременно с увеличением разности потенциалов возрастает и ток между электродами, который и приводит к наблюдаемому эффекту. Многочисленные исследования показали, что сила

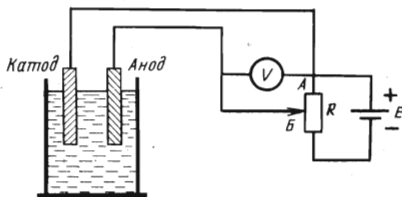


Рис. 2. Схема экспериментальной установки

тока между электродами зависит от состояния защищаемой поверхности, в том числе от наличия защитного лакокрасочного покрытия и может изменяться от 0,05 мА (при хорошем состоянии металла) до 10 мА (при нарушенном лакокрасочном покрытии) на каждый квадратный метр защищаемой поверхности. При этом максимальный защитный потенциал должен быть порядка 1 В.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ КУЗОВА АВТОМОБИЛЯ ОТ КОРРОЗИИ

Принцип действия устройства основан на создании гальванической пары между кузовом автомобиля и дополнительными электродами. Описываемое устройство легко может сделать каждый автолюбитель из недефицитных деталей. Это устройство аналогично тем изделиям (антикорам), которые в настоящее время имеются в продаже, однако стоимость его в несколько раз ниже. Основное отличие предлагаемого устройства от промышленных состоит в том, что с целью упрощения в нем отсутствуют элементы, сигнализирующие о работоспособности устройства. Однако высокая надежность устройства и соблюдение простейших условий эксплуатации делают эти элементы излишними.

Электрическая схема простейшего устройства приведена на рис. 3.

Устройство содержит делитель напряжения, выполненный на двух резисторах сопротивлением $R1$ и $R2$ соответственно. Верхний по схеме вывод резистора $R1$ соединен с положительным выводом аккумулятора, нижний по схеме вывод резистора $R2$ соединен с отрицательным выводом. При таком соединении резисторов в точке B относительно металла кузова автомобиля будет потенциал U , который определяется из выражения:

$$U = E \times R2 / (R1 + R2),$$

где E — напряжение аккумулятора 12 В.

Потенциал U должен быть равен защитному потенциалу, при котором прекращается процесс коррозии.

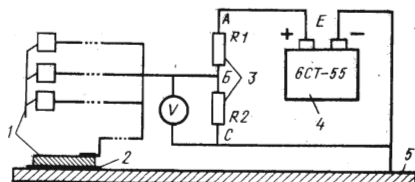
При последовательном соединении резисторов через них течет ток I , равный:

$$I = E / (R1 + R2).$$

Сила тока (0,1÷10,0 мА) выбирается из условия, что при обычной влажности один анод надежно защищает примерно 4—10 дм² площади.

$$R2 = V/I; \quad R1 = (E/I) - R2.$$

Рис. 3. Электрическая схема противокоррозионного устройства:
1 — аноды; 2 — клей; 3 — резисторы; 4 — аккумуляторная батарея; 5 — корпус автомобиля



Если по каким-либо причинам необходимо изменить значения защитного потенциала или силу тока, соответствующие значения сопротивлений резисторов могут быть определены из приведенных соотношений.

К точке *Б* делителя необходимо припаять длинные провода (в изоляции), к другим концам которых припаять стальные пластины—аноды. Каждый анод представляет собой пластину из низкоуглеродистой стали прямоугольной формы размерами примерно 2×2 см. Для защиты можно также использовать и внешние аноды, о чем будет сказано далее. Предлагаемое устройство превращает корпус автомобиля в катод, который в процессе эксплуатации будет восстанавливаться за счет окисления анодов.

Конструкция устройства — произвольная. В простейшем случае делитель можно расположить на небольшой изоляционной пластине (гетинакс, пластмасса), верхний вывод резистора *R1* и нижний резистора *R2* закрепить на этой пластине с помощью винтов, а остальные выводы припаять к металлической пластине, к которой провода от анодов могут также закрепляться с помощью винтов (рис. 4).

Все устройство необходимо поместить в какую-либо изоляционную коробочку или залить эпоксидной смолой. Устройство удобно разместить в моторном отсеке автомобиля вблизи аккумулятора.

Противокоррозионные устройства, поступающие в продажу, имеют определенные средства контроля — светодиоды, сигнализирующие о включении устройства и о пропадании потенциала в точке *Б*. Подобное контрольное устройство (например, триггер Шмидта) можно добавить и в предлагаемое устройство. Однако проще 1 раз в месяц измерить потенциал на выходе устройства в точке *Б* и убедиться в его работоспособности, тем более что визу-

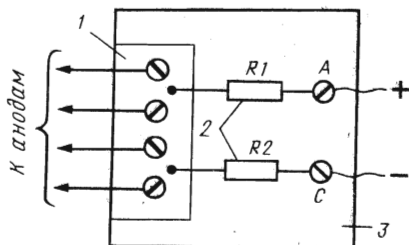


Рис. 4. Монтажная схема противокоррозионного устройства:
1 — металлическая пластина; 2 — резисторы; 3 — изоляционная плата

альный контроль все равно необходим. Кроме того, введение контрольных элементов увеличивает потребляемую силу тока с 1 до 10 мА, ограничивает тот период времени, в течение которого можно не подзаряжать аккумулятор. Это время можно оценить по следующей методике.

Из руководства по эксплуатации автомобиля, да и из собственной практики автомобилист знает, что устойчивый пуск двигателя с помощью стартера возможен, если емкость аккумулятора составляет не менее 60 % номинальной.

Если использовать готовое устройство с током потребления 5 мА, то время, в течение которого аккумулятор можно не подзаряжать (T), составляет 40 дней. С учетом саморазряда аккумулятора это время будет еще меньше. Предлагаемое же устройство практически не разряжает аккумулятор (время T при его использовании может составлять более года), что особенно важно при длительном хранении автомобиля.

ПРАВИЛА УСТАНОВКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТРОЙСТВА

Для защиты кузова используются аноды в виде небольших металлических пластин, припаянных к концам длинных проводов, вторые концы которых закреплены в точке B (см. рис. 4) устройства. Каждую пластину, в свою очередь, необходимо с помощью клея (эпоксидная смола) приклеить к заранее выбранным и очищенным от грязи местам кузова автомобиля, наиболее подверженным коррозии (рис. 5).

Такими местами являются:

- внутренние части передних и задних крыльев;
- передние и задние пороги;
- пол в салоне под ногами водителя и пассажиров;
- внутренняя поверхность крышки багажника и капота двигателя*;

- задние стенки багажного отделения автомобилей с кузовом типа Хэтчбек (АЗЛК-2141, ВАЗ-2108, ВАЗ-2109 и др.);
- потолок салона, внутренние поверхности дверей*.

Таким образом, всего необходимо изготовить 16—20 анодов. Если уменьшить или увеличить число защищаемых мест, то соответственно изменится и общее количество анодов.

Выбор мест установки анодов необходимо сделать с учетом схем расположения скрытых полостей кузова автомобиля (см. прил. рис. 1—4).

При установке анодов особенно внимательно необходимо следить за тем, чтобы не допустить короткого замыкания анодов на корпус. Для проверки правильности монтажа необходимо при от-

* Данные места установки анодов на рис. 5 не показаны для облегчения чтения рисунков.

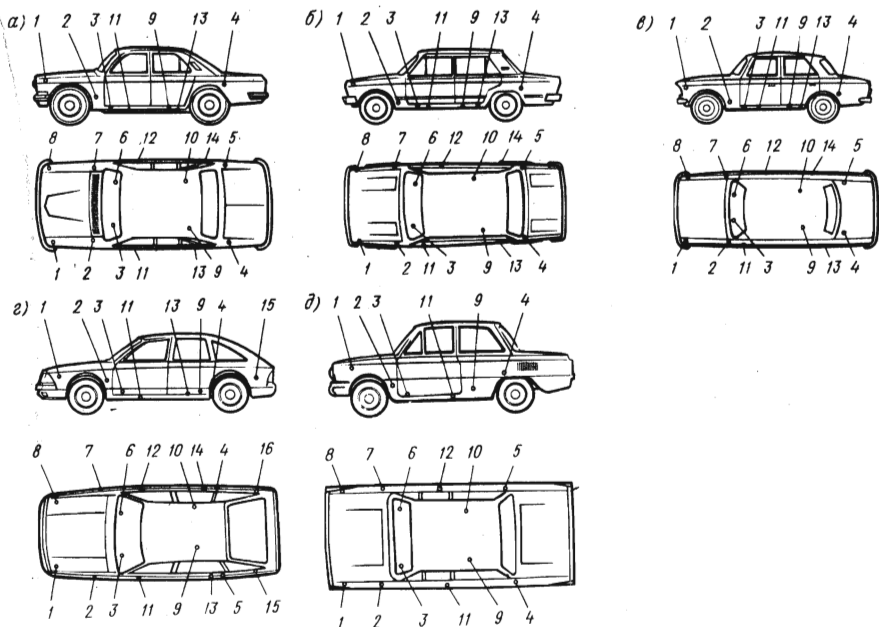


Рис. 5. Схема расположения анодов на корпусе автомобилей:

а — ГАЗ-24; б — ВАЗ-2101, -2102, -2103, -2104, -2105, -2106, -2107; в — "Москвич-412", -2140; г — "Москвич-2141", ВАЗ-2108, -2109; д — ЗАЗ-968М; 1, 8 — крыло переднее левое и правое; 2, 7 — арка переднего крыла левая и правая; 3, 6 — пол передний (под ковриками); 4, 5 — арка колеса заднего левая (правая); 9, 10 — пол задний (под ковриками); 11, 12 — передние пороги левые и правые; 13, 14 — задние пороги левые и правые; 15, 16 — крыло заднее левое и правое (изнутри багажного отсека)

ключенном от аккумулятора устройстве замерить с помощью омметра сопротивление между точкой *Б* и корпусом автомобиля. Это сопротивление должно быть равно сопротивлению R_2 , т. е. порядка 2 кОм. Если прибор покажет нулевое сопротивление, то один или несколько анодов замкнуты на корпус и необходимо устранить эту неисправность. В случае отсутствия омметра достаточно подать на устройство питание и замерить потенциал в точке *Б* относительно корпуса, который должен быть равен приблизительно 2 В. После монтажа всех анодов и прокладки проводов к устройству можно подавать напряжение, и защита начнет действовать.

Читатель наверняка уже понял, что по своему эффекту электрохимическая защита в данном случае соответствует протекторной защите. При этом роль протектора выполняют аноды, на которые подан положительный потенциал. Поэтому все достоинства и недостатки протекторного метода, о которых было рассказано ранее, переносятся и на этот метод. В частности, необходимо помнить, что вследствие ограниченного размера анода в наибольшей степени защита будет действовать в ограниченной, околоанодной области

(локальная защита). При высокой влажности воздуха условия для защиты всего кузова автомобиля улучшаются, поскольку в этом случае влага более или менее равномерно распределена по всей поверхности автомобиля.

Рассмотрим теперь важный вопрос о влиянии отказов устройства на его способность защищать кузов от коррозии. Мы выделим два вида отказов: короткое замыкание анода на корпус и обрыв провода от устройства к аноду (или, что то же, снятие напряжения с устройства).

Отказы устройства приводят к тому, что корпус автомобиля и дополнительные электроды образуют гальванический элемент, в котором роль анода и катода будут выполнять металлы в соответствии с их стандартным потенциалом. При этом, если материал, из которого сделан электрод, активнее материала корпуса автомобиля, то электрод будет являться в этом случае протектором и защитит корпус автомобиля. Если же материал электрода менее активен, то в полученной гальванической паре он будет вызывать коррозию уже самого кузова автомобиля. Поэтому материал электрода должен в максимальной степени соответствовать материалу кузова автомобиля. В этом случае негативные последствия от отказа устройства сведутся к минимуму. Основное условие правильной эксплуатации устройства состоит в регулярной проверке наличия потенциала в точке *Б* и проверке целостности проводов от устройства к анодам.

Таким образом, локальная защита позволяет в условиях малой и средней влажности полностью предотвратить коррозию тех частей кузова, которые находятся в непосредственной близости к анодам. Этот метод высокоэффективен также при высокой влажности воздуха, когда влага равномерно распределяется по всей поверхности кузова. Вместе с тем локальный метод обеспечивает защиту только внутренних поверхностей кузова, трудоемок при установке большого числа анодов и требует периодического контроля за состоянием анодов и подходящих к ним проводов.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ АВТОМОБИЛЯ

Из предыдущего изложения читателю уже стало ясно, что для полной защиты кузова автомобиля необходимо увеличивать площадь анода. Эту задачу можно решить, если в качестве анода использовать поверхность земли, а во время стоянки автомобиля металлические сетки гаража или какую-либо другую металлическую арматуру (например, забор). Во всех этих случаях для защиты кузова используется внешний анод.

Выше уже отмечалось, что поверхность земли является проводником, сопротивление которого резко уменьшается в условиях большой влажности, т. е. именно тогда, когда процессы коррозии

идут наиболее интенсивно. В этих условиях поверхность земли можно использовать в качестве анода, если сообщить ей положительный относительно кузова автомобиля потенциал. Эту задачу можно решить по-разному, ниже приводится несколько практических рекомендаций.

Проведите провода от точки *Б* устройства к брызговику переднего колеса. Оголенный конец провода с помощью винта закрепите на брызговике. На этом же винте закрепите металлическую цепь, которая должна касаться земли (по типу того, как заземляются кузова бензовозов). Длина цепи выбирается из условия, чтобы она не попадала под колесо при движении автомобиля назад.

Таким образом, при движении автомобиля или во время его стоянки защитный потенциал от устройства будет передаваться на поверхность земли и сообщать ей положительный потенциал. В гальванической паре кузовов автомобиля — поверхность земли кузовов автомобиля будет катодом, а поверхность земли — анодом, что надежно защитит днища и внешнюю поверхность автомобиля от коррозии.

Во время открытой длительной стоянки автомобиля можно еще более повысить эффективность защиты. Для этого вкопайте в землю рядом с автомобилем металлический штырь, который соедините с помощью провода с выходом вашего устройства. С этой же целью можно использовать металлический забор, ограду или подложить на землю под автомобиль подходящего размера кусок железа. Особо необходимо выделить случай защиты автомобиля при его хранении в металлическом гараже. В настоящее время наряду с обычными стационарными боксами широкой популярностью пользуются гаражи типа "Ракушка", "Хлебница". Эти гаражи надежно защищают автомобиль от непосредственного влияния грязи, дождя, снега, механических повреждений, но вместе с тем увеличивают скорость коррозии кузова. Причин этого явления несколько — малый объем гаража, плохая вентиляция, отсутствие пола. Все эти факторы приводят к появлению внутри гаража "парникового эффекта" — повышенной температуры и влажности, которые в сочетании с близко расположенными металлическими стенами гаража и кузова образуют гальваническую пару — основную причину коррозии. Надежной и почти единственной защитой в этом случае является использование электрохимического метода. При этом, однако, большое значение имеет выбор оптимальных значений защитного потенциала и силы тока, при которых обеспечивается снижение скорости коррозии, отсутствует выделение водорода и, кроме того, возможно частичное восстановление поврежденного металла.

Эта задача решена предприятием "Грань", выпускающим устройство БОР-1 для защиты от коррозии, автоматически поддерживающее оптимальные значения защитного тока и напряжения*.

* При разработке устройства учтены а. с. 198883, 163741.

Это устройство продается совместно с гаражами фирмы "СПМ" г. Москва, но может эксплуатироваться также и с гаражами других типов, в том числе и со стационарными.

Само устройство выполнено в виде штекера под стандартный разъем автомобильного прикуривателя или переносной лампы, что позволяет быстро и надежно подключать его к автомобилю, не требует подзарядки аккумулятора (без учета саморазряда) при длительном (до двух лет) хранении автомобиля, а эффект от его использования проявляется уже в первые месяцы эксплуатации.

Использование внешнего анода по сравнению с локальной защитой существенно менее трудоемко, поскольку отпадает необходимость в установке большого числа электродов, и более эффективно, поскольку защищается как внешняя, так и внутренняя поверхность кузова, особенно при хранении автомобиля в гараже. Некоторое неудобство вызывает необходимость "привязывать" автомобиль на время стоянки, однако высокая степень защищенности автомобиля сторицей вознаградит вас за эти дополнительные хлопоты.

В реальной жизни, очевидно, лучше использовать комбинацию рассмотренных методов защиты. При этом достаточно использовать 4—6 анодов, которые необходимо установить в наиболее уязвимых с вашей точки зрения местах (см. рис. 5), и дополнительно использовать внешний анод одним из указанных выше способов.

ЗАЩИТА ПОВРЕЖДЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ ЧАСТЕЙ КУЗОВА

В процессе эксплуатации автомобиля, к сожалению, неизбежны механические повреждения отдельных частей кузова в результате наездов, столкновений и т. д. Хорошо известно, что после механических повреждений металл в поврежденных местах быстро ржавеет, причем от этого явления лакокрасочное покрытие уже не спасает. Одной из основных причин коррозии в данном случае является появление внутренних местных механических напряжений, разрушающих структуру металла.

Практически единственным методом защиты от коррозии металла с внутренними напряжениями является катодная защита, поскольку она предотвращает воздействие внешних факторов на металл.

Использование катодной защиты и, в частности, электрохимической защиты в данном случае облегчается тем, что требуется локальная защита металла. Для защиты кузова закрепите, как это было описано ранее, протектор (если используете протекторную защиту) или аноды (если используете электрозащиту) на тех местах кузова, которые подверглись наибольшей деформации. Катодная защита и в данном случае не только полностью предотвратит

коррозию, но и в определенной степени частично восстановит уже начавший ржаветь металл. После установки катодной защиты на металл можно нанести лакокрасочное покрытие, которое дополнительно защитит кузов вашего автомобиля и обеспечит его долгую жизнь.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прочитав эту книгу, читатель может достаточно быстро, в течение дня собрать и установить на автомобиль описанное противокоррозионное устройство. Но вот проходит день, два, неделя, а ржавчина все на месте. Невольно начнут закрадываться сомнения в работоспособности устройства и вообще в правильности всего метода защиты — ведь ожидаемого и обещанного эффекта нет. В этой связи необходимо предупредить автолюбителей о том, что процессы коррозии являются достаточно медленными процессами, которые на глаз не заметны. Защита начинает действовать сразу же после установки, но практически эффект может быть замечен только после нескольких лет эксплуатации автомобиля. По прошествии этого времени вы с удивлением обнаружите, что металл после снятия с него обычной грязи совершенно чист и не содержит даже следов коррозии. То же самое относится и к скорости восстановления металла. По сути дела, если автомобиль эксплуатировался несколько лет, в течение которых на его кузове появились следы коррозии, то необходим по крайней мере такой же промежуток времени, чтобы восстановить испорченный металл. В основном все здесь определится тем, насколько внимательно вы изучили особенности кузова своего автомобиля и правильно расположили аноды (протекторы) защитного устройства.

Тем не менее позволю здесь одно частное наблюдение. Свой автомобиль в зимний период я храню в обычном металлическом гараже. Осенне-весенний период в Москве в последние годы был очень влажным и автомобиль начал сильно ржаветь. Другого ничего не оставалось, как установить противокоррозионное устройство предприятия "Грань". При этом стенки гаража выполняли роль внешнего анода. Прошло две недели. Придя в очередной раз в гараж, я был поражен внешним видом автомобиля: ржавчина, которая ранее образовалась на двигателе, внутренней поверхности крышки капота, на дисках колес, буквально отваливалась от металла. Достаточно было легкой протирки, чтобы проявился абсолютно чистый металл. Конечно, здесь описан результат только единичного наблюдения, но и он говорит о высокой эффективности предлагаемого метода защиты от коррозии.

СКРЫТЫЕ ПОЛОСТИ КУЗОВОВ АВТОМОБИЛЕЙ

Наиболее уязвимыми для коррозии частями кузова автомобиля являются скрытые полости и щели (пороги, внутренние балки, лонжероны, стойки, поверхности дверей, потолок — рис. 1—4).

Места сверления отверстий для дополнительной защиты скрытых полостей автомобиля противокоррозионными покрытиями показаны на рис. 5.

При использовании катодной защиты дополнительная противокоррозионная обработка не требуется, однако окончательное решение остается за автолюбителем.

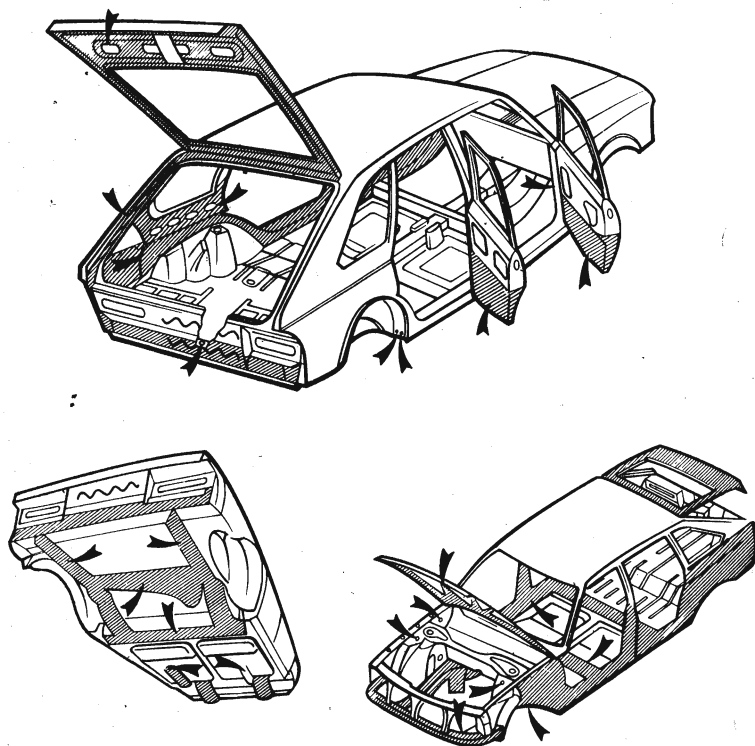


Рис. 1. Схема расположения скрытых полостей в кузове автомобиля "Москвич-2141"

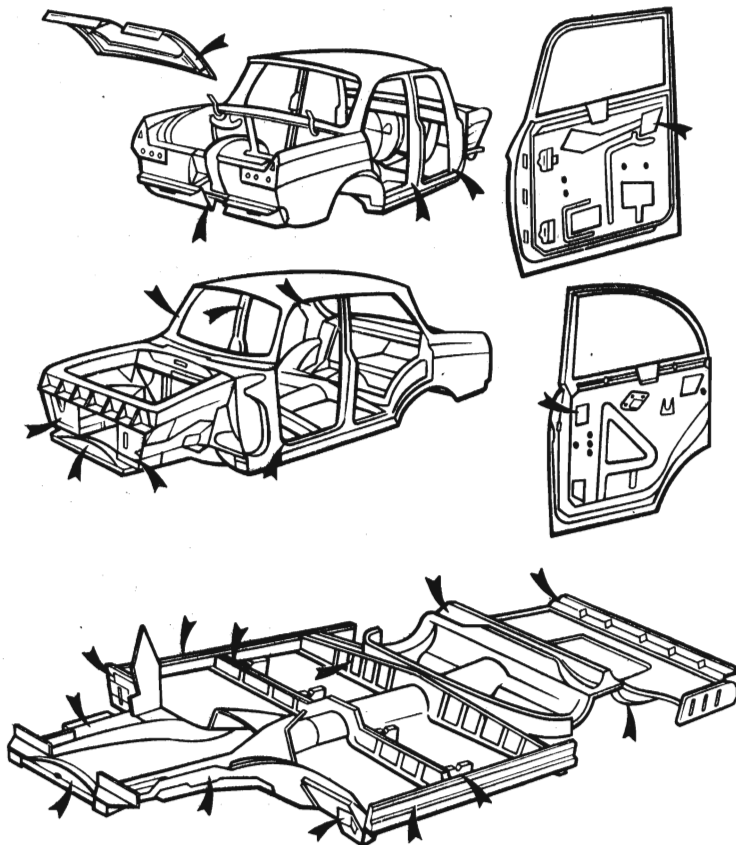


Рис. 2. Схема расположения скрытых полостей в кузове автомобиля "Москвич-2140"

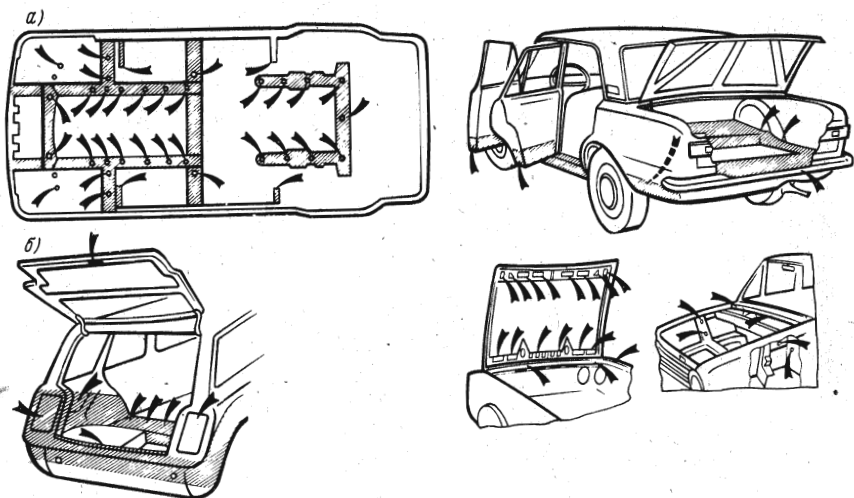


Рис. 3. Схема расположения скрытых полостей:
 а — автомобилей ВАЗ-2101, -2102, -2103, -2106, -21013; б — автомобиля ВАЗ-2102

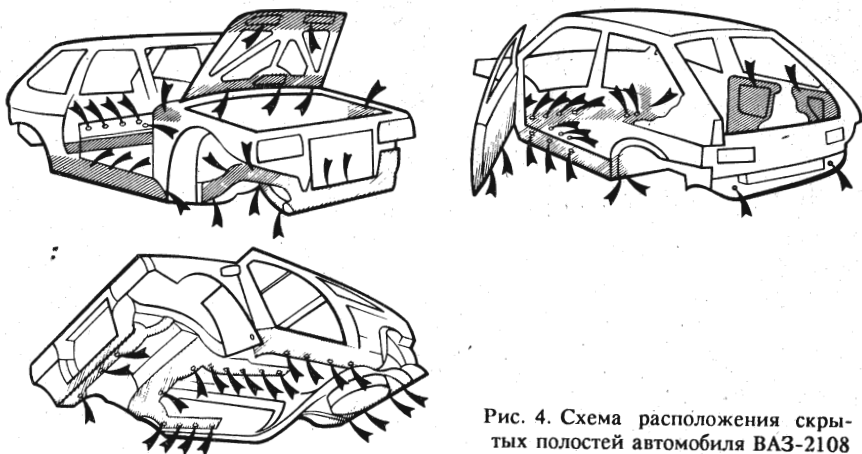


Рис. 4. Схема расположения скры-
 тых полостей автомобиля ВАЗ-2108

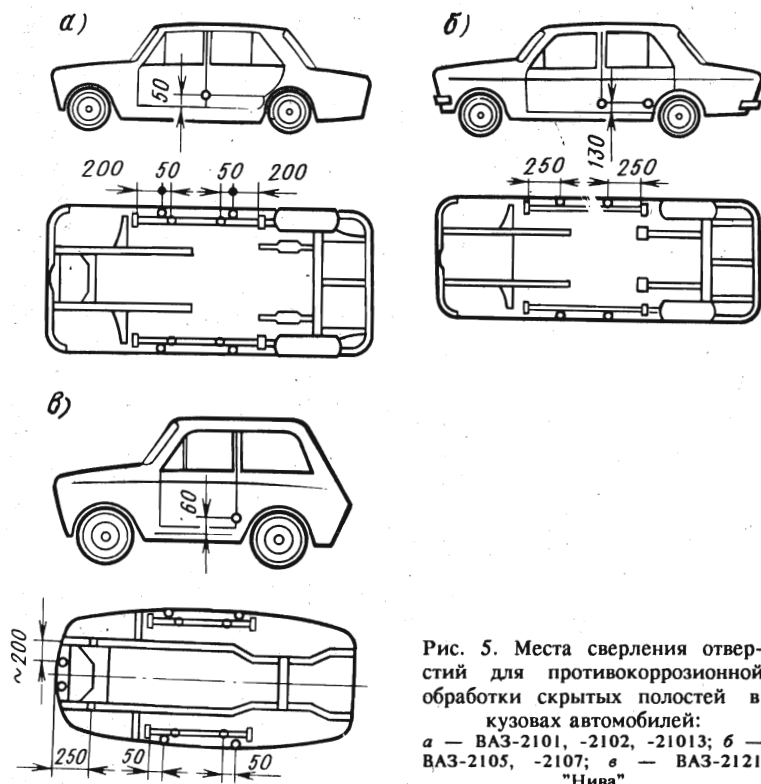


Рис. 5. Места сверления отверстий для противокоррозионной обработки скрытых полостей в кузовах автомобилей:
 а — ВАЗ-2101, -2102, -21013; б — ВАЗ-2105, -2107; в — ВАЗ-2121 "Нива"

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КОРРОЗИИ КУЗОВА АВТОМОБИЛЯ

Эффективность защиты кузова автомобиля от коррозии с помощью покрытий, в основном, определяется тремя составляющими: выбором типа покрытия, отвечающего условиям эксплуатации автомобиля, качеством подготовки поверхности перед нанесением на него покрытия и степенью соответствия технологии нанесения покрытия техническим условиям для данного покрытия.

Выбор типа защитного материала. Для повышения эффективности противокоррозионной обработки кузова применяют защитные материалы, в состав которых вводят специальные добавки — ингибиторы коррозии, снижающие вероятность возникновения коррозионных процессов или уменьшающие их скорость. К подобным материалам относятся пленкообразующие ингибированные нефтяные составы (ПИНС). Наличие в их составе растворителей, специально подобранных загустителей и значительного количества маслорастворимых ингибиторов коррозии обеспечивает им, по сравнению с традиционными защитными материалами, следующие основные преимущества:

- легкость нанесения пульверизацией, погружением, кистью;

- высокие защитные свойства в тонкой пленке;

- проникновение в микроразоры, микротрещины.

Каждое покрытие используется для защиты вполне определенной части кузова автомобиля: днища автомобиля и узлов шасси, скрытых поверхностей, лакокрасочных покрытий.

Для защиты днища автомобиля используются защитные мастики, предохраняющие днище и крылья автомобиля от ударов песка, гравия, а также изолирующие их от воздействия агрессивных факторов. К подобным мастикам относятся мастики № 579, 580, 4010, мастика БПМ-1, паста автомобильная ПА и другие.

Для защиты шасси и днища кузова используются специально разработанные составы НГ-216, НГ-222 и НГМ-шасси.

Принципиальным отличием ПИНСов от смазок является то, что они защищают металл от коррозии при толщинах пленок 50—100 мкм с такими же гарантийными сроками, как и смазки при толщине слоя до 5 мм.

Испытания защитных средств показали, что наилучшие результаты достигаются при использовании ПИНСов НГМ-шасси, двухслойного покрытия из мастики БПМ-1 и ПИНСа НГ-216, либо

БПМ-1 и НГ-шасси. Эти продукты по абразивоустойчивости и защитным свойствам не только не уступают материалу Тектил-122А, производимому шведским филиалом фирмы "Вальволин Ойл" (США), но и превосходит его и может успешно применяться для противокоррозионной обработки днища автомобилей.

Для защиты скрытых поверхностей кузова эффективны составы НГМ-МЛ, Мовиль, Мольвин. Защитное действие состава НГМ-МЛ заключается в вытеснении электролита с поверхности металла, образовании необратимо абсорбированной пленки ингибитора коррозии на металле, формировании пленки, способствующей анодной поляризации металла. Проникая в микротрещины и трещины, состав защищает от коррозии не только чистый металл, но и металл, покрытый неингибированными мастиками и эмалями.

Коррозионными испытаниями установлено, что новые консервационные материалы НГМ-МЛ и Мольвин обладают высоким уровнем защитных свойств и по этому показателю не уступают зарубежному продукту Тектил-309АЖ-20 и значительно превосходит его по термостойкости.

Защита лакокрасочных покрытий эффективно осуществляется с помощью вододисперсионных и восковых ПИНСов. Ассортимент этих продуктов включает в себя ЛБХ ("Автоконсервант"), ПЭВ-74, ПСС-6, а также зарубежные защитные средства АЭРО-6, Экспротект, Шпрювакс и др. Отличные защитные свойства имеет консервационная смазка ПВК.

Подготовка поверхности перед нанесением покрытия. Подготовка поверхности преследует две основные цели: удаление остаточных продуктов коррозии и обеспечение высокой адгезии защитного материала с металлом. Нелишне напомнить, что поверхность металла должна быть абсолютно сухой.

Высокие требования к чистоте поверхности металла определяются прежде всего стремлением предотвратить коррозионный процесс под слоем защитного покрытия. Механизм этого процесса в основном соответствует механизму, приведенному в основной части книги, однако имеет свои особенности.

В процессе эксплуатации автомобиля на поверхности защитного покрытия образуются трещины, являющиеся основными очагами коррозии. Трещины в покрытиях позволяют воде и растворенному кислороду контактировать с незащищенной сталью. Более высокое содержание кислорода в верхней части открывшейся области стали по сравнению с содержанием кислорода на краю поверхности соприкосновения металла с покрытием приводит к тому, что область контакта металла с покрытием становится анодной и подвергается коррозии. В этих областях первоначально образовавшиеся продукты коррозии переходят в конечное низкоэнергетическое стабильное состояние в виде окиси железа.

С целью предотвращения этого явления кроме чисто механических средств (мойка, зачистка) используются специальные мате-

риалы-растворители, преобразователи ржавчины, обезжиривающие и фосфатирующие составы, грунтовки и шпатлевки.

Технология нанесения защитного покрытия. Эффективность защиты кузова автомобиля от коррозии во многом определяется технологией нанесения покрытия на поверхность металла, которая, как правило, описана в руководстве по применению соответствующего состава. Важным здесь является то, что высокий защитный эффект большинства покрытий достигается за счет наложения друг на друга нескольких слоев с обязательной просушкой каждого слоя. Необходимость придерживаться такой технологии вызвана тем, что в соответствии с современными представлениями на механизм защитного действия консервационные материалы на поверхности металла образуют несколько слоев различной прочности. Слои, непосредственно прилегающие к металлу, могут удерживаться на поверхности чисто физическими силами адсорбции. Вся пленка защитного материала удерживается на металле силами адгезии (прилипания), а прочность пленки, ее проницаемость обуславливается энергией связи молекул и частиц защитного материала между собой.

Защитный эффект консервационного материала определяется двумя составляющими — изоляционной, предохраняющей металл от воздействия влаги, и поляризационной, тормозящей развитие электрохимических процессов коррозии. Поэтому многослойное наложение покрытия позволяет создать необходимые условия для эффективной защиты металла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Апплгейт Л. М. Катодная защита. М.: Металлургиздат, 256 с.

Бэкман В. Катодная защита. Справочник. М.: Металлургия, 1991. 177 с.

Бэкман В., Швенк В. Катодная защита от коррозии. М.: Металлургия, 1984. 495 с.

Гуреев А. А., Шехтер Ю. Н., Тимохин И. А. Средства защиты автомобилей от коррозии. М.: Транспорт, 1983. 209 с.

Химики — автолюбителям: Справ. изд./Б. Б. Бобович, Г. В. Бровак, Б. М. Бунаков и др. — 2-е изд. испр. Л.: Химия, 1991. 320 с.

Шангин Ю. А. Восстановление лакокрасочного покрытия легкового автомобиля: Советы автолюбителям. М.: Транспорт, 1988. 142 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

К читателю	3
Механизм коррозии корпуса автомобиля	4
Коррозия автомобиля во время эксплуатации и пассивные методы борьбы с ней	7
Коррозия автомобиля на открытой стоянке	8
Коррозия автомобиля при хранении в гараже	9
Коррозия движущегося автомобиля	10
Протекторная защита от коррозии	11
Электрохимическая защита от коррозии	12
Устройство для электрохимической защиты кузова автомобиля от коррозии ..	14
Правила установки и эксплуатации устройства	16
Электрохимическая защита при длительном хранении автомобиля	18
Защита поврежденных в результате аварии частей кузова	20
Заключение	21
Приложения. 1. Скрытые полости кузовов автомобилей	22
2. Использование защитных покрытий для предотвращения коррозии кузова автомобиля	26
Список литературы	29

Практическое руководство

БОРОДИН ВЯЧЕСЛАВ ВАСИЛЬЕВИЧ

**ЗАЩИТА АВТОМОБИЛЯ ОТ КОРРОЗИИ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ**

Советы бывалого

Обложка художника *В. А. Смирнова*

Технический редактор *Л. Г. Дягилева*

Корректор-вычитчик *С. М. Лобова*

Корректор *Л. В. Ананьева*

ИБ № 0039

Лицензия № 010163 от 04.01.92

Подписано в печать 05.05.94.

Формат 60×88 1/16.

Бумага типографская № 2.

Гарнитура TimesRoman. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 1,96. Усл. кр.-отт. 2,2.

Уч.-изд. л. 1,81. Тираж 100 000 экз.

Заказ **495** . С 085. Изд. № 1-3-3/6 № 6527

Текст набран в издательстве на ПЭВМ

Ордена "Знак Почета"

издательство "ТРАНСПОРТ",

103064, Москва, Басманный туп., 6а

Московская типография № 4

Комитета РФ по печати

129041, Москва, ул. Б. Переяславская, д. 46