

На правах рукописи



ФАДЕЕВ ИВАН ВАСИЛЬЕВИЧ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ АГРЕССИВНОЙ СРЕДЫ
ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА НА КОРРОЗИЮ ДНИЩА КУЗОВА
ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ**

Специальность 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

20 МАЙ 2010

Москва -- 2010

Работа выполнена в Московском автомобильно-дорожном государственном техническом университете (МАДИ) на кафедре «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис»

Научный руководитель: доктор педагогических наук,
кандидат технических наук, профессор
Ременцов Андрей Николаевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Карагодин В.И.

доктор технических наук, профессор
Латышенко М.Б.

Ведущая организация: Государственный научный центр Российской Федерации ФГУП «НАМИ»

Защита диссертации состоится «27» мая 2010 года в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д.212.126.04 ВАК РФ при Московском автомобильно-дорожном государственном техническом университете (МАДИ) по адресу: 125319, ГСП-47, Москва, А-319, Ленинградский проспект, 64, ауд. 42.

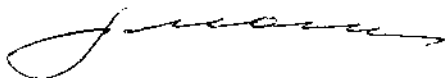
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МАДИ

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с подписью, заверенной печатью организации, просим направлять в адрес диссертационного совета.

Автореферат разослан «__» _____ 20__ г.
Телефон для справок (499) 155-93-24

Учелный секретарь
диссертационного совета
Д.212.126.04 ВАК РФ при МАДИ,
доктор технических наук, профессор

Максимов В.А.



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Коррозия является одним из наиболее опасных видов разрушения, а ежегодные потери от нее достигают 10% от всего выплавляемого металла. Только на капитальный и текущий ремонт машин и оборудования, преждевременно вышедших из строя вследствие коррозионного разрушения, ежегодно расходуется в нашей стране 5-7 млрд. руб.

Срок службы современных легковых автомобилей в значительной степени зависит от коррозионной стойкости кузова, в особенности его днища, так как уже через 2,5...3 года после начала эксплуатации автомобиля на нем появляются первые очаги коррозии, а через 4...5 лет начинаются разрушения усилителей днища кузова и мест присоединения несущих стоек. Потери металла от коррозии кузовов легковых автомобилей за период полной эксплуатации составляют 35...40%, а кузовов автобусов за 6...7 лет эксплуатации - 60% от их стоимости.

Основными причинами коррозионных разрушений являются агрессивные загрязнения автомобильных дорог, промышленные отработанные газы, химические средства, применяемые для борьбы с обледенением дорог в зимнее время и т.п.

Практика эксплуатации автомобилей показывает, что надежно защищать их кузова от коррозии с помощью применяемых в настоящее время средств не удается, т.к. все они, будучи химическими препаратами на основе минеральных масел, воска, графитосодержащих средств, а также битума и каучука, быстро подвергаются абразивному изнашиванию, растрескиваются и отслаиваются.

Все применяемые для противокоррозионной защиты кузовов автомобилей составы имеют повышенное влагопоглощение. В них отсутствуют ингредиенты, вытесняющие частицы влаги и заполняющие микро- и макропоры в высыхающей пленке. Практически не разработаны нормативы периодичности противокоррозионной обработки днищ кузовов легковых автомобилей, а имеющиеся рекомендации противоречивы.

Поэтому разработка способов повышения стойкости днищ кузовов легковых автомобилей к воздействию агрессивных компонентов загрязнения дорожного полотна с использованием недефицитных и недорогих средств, а так же установление рациональной периодичности их противокоррозионной обработки с учетом местных условий эксплуатации автомобилей является **актуальной задачей**.

В этой связи возникает **противоречие** между необходимостью повышения стойкости днища кузова легкового автомобиля к воздействию агрессивных компонентов загрязнения дорожного полотна и недостаточной изученностью этого процесса, что и определяет **проблему исследования**: какими должны быть способы и средства повышения коррозионной стойкости днища кузова легкового автомобиля и периодичность защитных обработок, чтобы максимально защитить его от коррозии с учетом региональных условий эксплуатации автомобилей (на примере Чувашской Республики).

Объект исследования – процесс воздействия агрессивной среды дорожного полотна на днище кузова легкового автомобиля.

Предмет исследования – стойкость днища кузова легкового автомобиля к воздействию агрессивных компонентов загрязнения дорожного полотна в региональных условиях эксплуатации.

Цель исследования – разработка способа повышения стойкости днища кузова легкового автомобиля к воздействию агрессивных компонентов загрязнения дорож-

ного полотна в региональных условиях эксплуатации и установление рациональной периодичности его обработки.

Гипотеза исследования – стойкость днища кузова легкового автомобиля к воздействию агрессивных компонентов загрязнения дорожного полотна может быть существенно повышена, если усовершенствованы защитные свойства применяемого заводом-изготовителем противокоррозионного материала и установлена рациональная периодичность его нанесения с учетом конкретных условий эксплуатации автомобиля.

Для реализации цели исследования и проверки гипотезы поставлены следующие **задачи**:

- проанализировать и классифицировать факторы, способствующие коррозии днища кузова, и способы его защиты как при проектировании и изготовлении, так и при эксплуатации автомобиля;
- выявить наиболее коррозионно-активные компоненты загрязнения дорожного полотна по отношению к днищу автомобиля;
- установить характерные виды коррозионного поражения и наиболее коррозионно-податливые места на днище кузова автомобиля;
- сформулировать и научно обосновать требования к составам, определяющим стойкость днища кузова легкового автомобиля к воздействию агрессивных компонентов загрязнения дорожного полотна;
- разработать способ повышения стойкости днища кузова легкового автомобиля к воздействию агрессивных компонентов загрязнения дорожного полотна;
- установить рациональную периодичность обработки днища кузова автомобиля от коррозии с учетом коррозионной активности компонентов загрязнения полотна дороги;
- произвести технико-экономическую оценку результатов выполненных исследований.

Методы исследований:

- **теоретические методы** – в работе применялись методы математического моделирования, корреляционного и регрессионного анализа, планирования многофакторного эксперимента с обработкой полученных данных на ЭВМ.
- **экспериментальные методы** – исследования проводились в лабораторных и производственных условиях по разработанным методикам, в основу которых положены нормативно-технические документы. Коррозионные потери образцов металла и снижение защитных свойств составов исследовались гравиметрическим и потенциодинамическим методами в растворе хлористого натрия и среде, имитирующей загрязнения дорожного полотна.

Обоснованность и достоверность результатов исследования обеспечены выбором методов исследования, адекватных цели и задачам исследования, опорой на основные теоретические положения, сочетанием теоретического анализа проблемы и результатов лабораторных и производственных испытаний, длительностью экспериментов, экспериментальной базой и поверенными измерительно-регистрирующей аппаратурой и приборами.

Научная новизна:

- математическая модель влияния компонентов загрязнения полотна автомобильной дороги на коррозию днища кузова в зависимости от их сочетаний;
- зависимость интенсивности коррозионных процессов от факторов, характеризующих состояние агрессивной среды дорожного полотна

– установление рациональной периодичности противокоррозионной обработки днищ кузовов легковых автомобилей с учетом коррозионной активности компонентов загрязнения полотна дороги.

Практическая значимость:

– повышена стойкость днища кузова легкового автомобиля к воздействию агрессивных компонентов загрязнения дорожного полотна за счет использования предлагаемого состава, что позволило увеличить периодичность обработки днищ кузовов легковых автомобилей на 20%.

Реализация результатов. Результаты исследования внедрены на ряде СТОА г.Чебоксары (ОАО «Чувавтоотсхобслуживание», ООО «Автосервис-Центр»), а так же используются в учебном процессе в МАДИ.

Апробация работы. Основные положения работы доложены, обсуждены и одобрены на научно-технической конференции «Высокомолекулярные соединения в промышленности: технология производства и применения» (Пенза, 1997 г.), на Всероссийской научно-технической конференции «Новые химические технологии» (Пенза, 1998 г., 1999 г.), на региональной научно-практической конференции «Реализация программы стабилизации и развития потребительской кооперации РФ на 1998...2002 гг.» (Чебоксары, 1998 г.), на научно-практических конференциях Чебоксарского кооперативного института МУПК (Чебоксары, 1997 г., 2000 г., 2001 г.), на 1-ой научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов научно-образовательного центра Казанского госуниверситета «Материалы и технологии XXI века» (Казань, 2000 г.), на научно-практической конференции «Кооперативная самобытность в XXI веке» (Казань, 2000 г.), на научных конференциях профессорско-преподавательского состава ВФ МАДИ (ГТУ) (Чебоксары, 2005 - 2010 гг.), на Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня открытия Чувашской государственной сельхозакадемии (Чебоксары, 2006 г.), на 67-й научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ (ГТУ) (2009 г.) на заседаниях кафедры «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования» ВФ МАДИ (ГТУ) (Чебоксары, 2002 - 2009 гг.), на заседании кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис» МАДИ (ГТУ) (Москва 2009 г., 2010 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 19 научных работ, в том числе в одном из изданий, рекомендованных ВАК РФ.

На защиту выносятся:

1. Зависимости влияния факторов загрязнений дорожного полотна на коррозионный износ днища кузова;
2. Способ повышения стойкости днища кузова легкового автомобиля к воздействию агрессивных компонентов загрязнения дорожного полотна;
3. Физико-механические характеристики предлагаемого состава для защиты днища кузова легкового автомобиля;
4. Установление рациональной периодичности противокоррозионной обработки днищ кузовов автомобилей.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, общих выводов и списка литературы, изложена на 223 страницах машинописного текста, включает 53 рисунка, 54 таблицы и библиографический список из 145 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследования, изложены научная новизна и практическая ценность работы, основные положения и результаты исследований, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ состояния вопроса по литературным источникам, скорректирована классификация факторов, способствующих коррозии кузова автомобиля, выявлены основные способы и средства защиты от коррозии днищ кузовов легковых автомобилей.

К основным видам изнашивания деталей автомобилей можно отнести механическое, молекулярно-механическое и коррозионно-механическое. Последнее является следствием действий ряда случайных факторов и во многих случаях превалирует над другими видами изнашивания. Кузов в коррозионном отношении более уязвим, чем другие узлы автомобиля. Особенно опасны для него местная (коррозия пятном, точечная, сквозная, подповерхностная, контактная) и щелевая коррозия. Этому способствует ряд факторов, которые подразделяются на зависимые и независимые. К зависимым относятся эксплуатационные (зависимые от организации эксплуатации). Независимые классифицируются на внутренние (определяемые соблюдением конструктивных и технологических требований на заводах изготовителях), и внешние (определяемые состоянием атмосферы и загрязнением дорожного полотна (средств. применяемых против обледенения в зимнее время)).

Из множества способов и средств защиты от коррозии днищ кузовов легковых автомобилей следует отдать предпочтение применению специальных составов, как относительно недорогих и достаточно надежных средств. Но срок их защитного действия ограничен, что требует их периодического обновления. На сегодняшний день нет конкретных рекомендаций по периодичности повторных обработок кузовов. Поэтому владельцы автомобилей, исходя из собственного опыта, вынуждены самостоятельно определять периодичность повторных обработок своих автомобилей в условиях станций технического обслуживания (СТО), что не всегда оправдано.

Коррозионная стойкость днища автомобиля может быть повышена так же улучшением свойств защитных составов.

Во второй главе приведены теоретические предпосылки обеспечения сохранности днищ кузовов легковых автомобилей, рассмотрены вопросы коррозии черных металлов и её влияния на срок службы изделий, возникновения и развития атмосферной коррозии на открытых поверхностях и под защитными пленками, применена методика оценки адекватности искомых зависимостей по критериям Кохрена, Фишера, Стьюдента.

Зная закономерности износа деталей автомобиля во времени, можно прогнозировать ресурс их работы и разрабатывать пути по обеспечению их сохранности.

Характер износа 60...70% деталей автомобилей от наработки, в том числе и днища, в общем виде определяется уравнением регрессии:

$$y = y_n + \alpha L \quad (1)$$

В нем не учтено влияние коррозии деталей. Известно, что коррозионный износ описывается уравнением вида:

$$y_k = \alpha_1 L^b \quad (2)$$

где α_1, b - коэффициенты уравнения регрессии; L - наработка автомобиля, км, тыс. км.

Тогда общее уравнение износа деталей автомобиля выразится суммой выражений (1) и (2).

$$y_{\text{общ}} = y_n + \alpha L + \alpha_1 L^b \quad (3)$$

а удельная степень износа деталей будет представлять первую производную от наработки автомобиля:

$$\frac{dy}{dL} = \alpha + \alpha_1 b L^{b-1} \quad (4)$$

Сокращение ресурса детали оценивается величиной его изменения от действия коррозии (рис. 1).

у

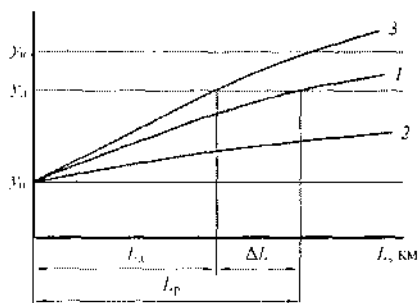


Рис. 1. Зависимость суммарного (3) износа детали при совместном влиянии коррозии (1) и параболки (2)

L_p — пробег автомобиля без учета действия коррозии, км L_d — пробег до величины допустимого износа с учетом действия коррозии, км; ΔL — сокращение пробега автомобиля от действия коррозии, км

$$\Delta L = L_p - L_d \quad (5)$$

где L_p — наработка автомобиля до допустимого износа без учета действия коррозии, км

L_d — то же с учетом действия коррозии, км

Износ деталей в сопряжении, в соответствии с вышеизложенным, можно рассматривать отдельно как механический износ и износ от влияния коррозии.

Поскольку детали автомобилей изготавливаются из ряда материалов, то при наличии электролита (влаги с загрязнением) на поверхности деталей могут образовываться микро- и макрогальванопары. При этом железо в паре с менее активным металлом является анодом, а в гальванопаре всегда корродирует более активный металл — анод.

В зимнее время во влаге, находящейся на поверхности деталей автомобиля, всегда находится хлорид натрия (в обиходе «техническая соль»), который во влажной среде (электролит) диссоциирует на анионы и катионы:



Анионы натрия Na^+ по отношению к черным металлам нейтральны, а катионы хлора Cl^- способствуют образованию точечной коррозии на поверхности металла, которая идет преимущественно вглубь металла, чем по ширине (рис. 2).

При этом, как правило, глубина точечной коррозии h_i , больше её диаметра a_i . На глубине точечной коррозии h_i механическая прочность металла снижается на величину

$$\Delta F_i = (b - h_i) \cdot \sigma, \quad (7)$$

где σ — механическая характеристика соргаменга конструкционного материала, МПа, Н/мм².

Скорость проникновения коррозии вглубь конструкционного материала обычно оценивают отношением величины глубины к единице времени, например, мм/год. Зная эти закономерности, можно определить срок службы изделия и разработать мероприятия по предотвращению или уменьшению интенсивности точечной коррозии.

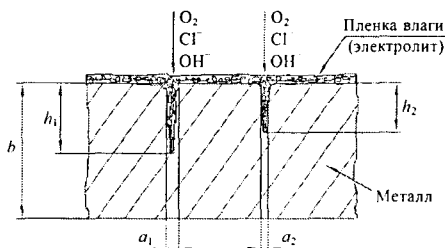


Рис. 2. Характер развития точечной коррозии на поверхности металла:
 h_1, h_2 — глубина точечной коррозии; a_1, a_2 — диаметр (ширина) точечной коррозии; b — толщина металла

По характеру начало появления очагов коррозии на окрашенной поверхности соединяемых деталей можно условно разделить на два вида: возможность развития щелевой и точечной коррозии.

В узких зазорах практически всегда присутствует электролит. Поступление воздуха в щели и испарение влаги из этих мест даже при низкой относительной влажности и высокой температуре окружающего воздуха затруднены. Поэтому интенсивность коррозии в щелях и зазорах (щелевая коррозия) значительно выше, чем на открытых поверхностях, т.к. анодные процессы здесь протекают при более отрицательных потенциалах. Наиболее опасны с точки зрения коррозии щели и зазоры величиной 0,2 – 0,4 мм (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость интенсивности коррозии стали 08кп
 в 5 %-ном растворе хлорида натрия и имитирующей среде
 в зависимости от величины зазора

Величина зазора, мм	Коррозионные потери, г/м ² ·год	
	в 5 % хлориде натрия	в имитирующей среде
0,10	1220	1321
0,20	1570	1502
0,30	1540	1449
0,40	1520	1372
0,50	1500	1290
0,75	1480	1283
1,00	1480	1282

Завод-изготовитель наружные поверхности кузова автомобиля защищает от действия атмосферных и других разрушающих факторов нанесением лакокрасочных или защитных покрытий. Но через эти покрытия происходит диффузия влаги, для которой необходимы два условия:

- наличие вблизи рассматриваемой молекулы свободного пространства («дырки»);
- наличие необходимого количества энергии.

При этом целостность покрытия сохраняется довольно длительное время, пока увеличивающиеся в объеме продукты коррозии не прорвут пленку покрытия (рис. 3).

Схема разрушения пленки лакокрасочного покрытия (ЛКП) может быть представлена следующей последовательностью:

- проникновение электролита через пленку ЛКП;
- адсорбция электролита на поверхность металла;
- анодные реакции образования гидратированного иона металла с одновременным протеканием сопряженного процесса разряда иона водорода или ионизации кислорода.

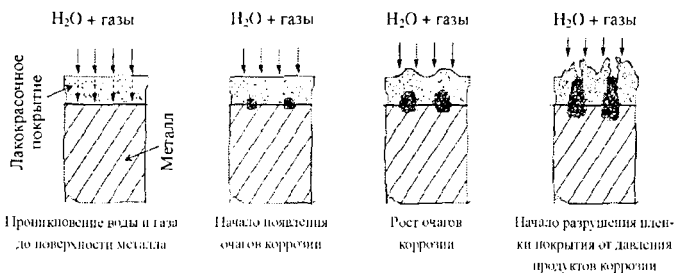


Рис. 3.Схема процесса подпленочной коррозии металла и разрушения пленки лакокрасочного покрытия на кузове автомобиля

Разрушение пленки противокоррозионного покрытия можно отнести к категории постепенных отказов, для распределения которых наиболее близко подходит нормальный закон распределения, характеризующийся средней арифметической (средним сроком службы покрытия) \bar{x} и среднеквадратическим отклонением (мерой рассеивания отказов относительно среднего срока службы) S . Рациональную периодичность обработки $x_{об}$ днища кузова можно определить по выражению:

$$x_{об} = \bar{x} \pm S \quad (8)$$

Расчеты проводили по толерантным (нижним) границам.

Покрытия и днище кузова автомобиля в процессе эксплуатации подвержены действию коррозионных агентов дорожных и климатических условий. Примером этого является влияние противогололедных материалов (натрий хлористый технический карьерный), аммиака, сульфатов и окислов азота. При разработке мер защиты необходимо выявить влияние нескольких одновременно действующих агрессивных компонентов. Поскольку эти составляющие легко растворяются в конденсированном на поверхности деталей кузова слое влаги и загрязнениях дорожного покрытия, то в первом приближении их действие можно моделировать в водных растворах.

Оценку влияния агрессивных факторов дорожного полотна на интенсивность коррозии стали и влагопоглощение пленки защитного состава можно проводить методом многофакторного эксперимента, который предусматривает получение нескольких серий значений искомых показателей при различных значениях варьируемых переменных.

При этом воспроизводимость экспериментов оценивалась по критерию Кохрена:

$$G_p = \frac{S_i^2 \max}{\sum S_j^2} \quad (9)$$

значимость коэффициентов уравнения регрессии – с использованием критерия Стьюдента:

$$t_r = \frac{r}{S_r} > t_{\text{таб}} (P=0,05; v = n-2), \quad (10)$$

а проверку адекватности остаточного уравнения к первоначальному проверяли по критерию Фишера:

$$F_r = \frac{\max\{S_{\sigma}^2 : S^2\}}{\max\{S_{\sigma}^2 : S^2\}} = F_{\text{таб}} [\gamma; v_1 = B - 1; v_2 = M(n-1)]. \quad (11)$$

В третьей главе представлены методика и организация проведения лабораторных и производственных исследований, которая включала в себя:

- подготовку образцов для лабораторных и натурных испытаний на коррозию и исследований физико-механических свойств защитных составов;
- установление оценочных параметров противокоррозионных покрытий;
- приготовление коррозионных сред;
- электрохимические исследования свойств защитных составов;
- математическое моделирование влияния загрязнений полотна дорог на коррозию стали 08кп;
- статистическую обработку результатов исследований.

Для проведения лабораторных исследований нами были подготовлены образцы в виде пластин, вырезанные из листовой стали 08кп, размерами 30x100x0,8 мм, выполнены их механическая очистка от заусенцев, окалин и загрязнений, обезжиривание, замер линейных размеров и взвешивание на аналитических весах.

Оценочные параметры противокоррозионных покрытий определены исходя из требований, которым они должны соответствовать, чтобы максимально защитить подложку от коррозии. Эти требования, установленные нами по литературным источникам, были уточнены и проработаны методом экспертного опроса:

- продолжительный срок защитного действия;
- стойкость к воздействию различных химически-активных жидкостей и газов;
- малая гигроскопичность, т.е. отсутствие микро-, макропор и трещин;
- высокая адгезия с металлическим или окрашенным основанием в течение длительного времени;
- способность сместить электродный потенциал поверхности защищаемого изделия в область пассивации;
- механическая прочность и эластичность.

При испытании защитных свойств на приготовленные образцы наносили исследуемые составы путем погружения и медленного (со скоростью 0,02...0,03 м/с) извлечения образцов из составов, что позволяло получать на всей площади образца однородную по толщине пленку. Образцы сушили на воздухе при комнатной температуре (+18...+22°C) в течение 24 часов.

Коррозия и защитные свойства покрытий оценивались гравиметрическим методом.

В качестве коррозионной среды применялись 5%-ный раствор хлористого натрия и водные растворы дорожных загрязнений. Состав последних определялся химическим анализом. мг-экв/л: хлоридов (Cl^-) - 22,0...26,0 аммиака (NH_4^+) - 0,25...0,55, оксида азота (NO_2^-) - 5,00...7,00, сульфатов (SO_4^{2-}) - 5,18...5,82.

Проводились сравнительные испытания применяемых в настоящее время защитных материалов и смеси пластизола Д-11А и олигомера Д-10ТМ в различных массовых соотношениях.

Для получения олигомера Д-10ТМ создана экспериментальная установка, принципиальная схема которой приведена на рис.4.

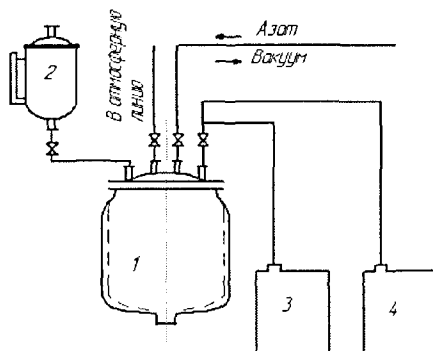


Рис. 4. Принципиальная схема установки для получения олигомера Д-10ТМ:

1 - реактор; 2 - емкость с МЭГ; 3 - емкость с полиэфиром;
4 - емкость с 2,4 - ТДИ

Методика получения олигомера Д-10ТМ приведена в диссертации.

Натурные испытания защитных свойств покрытий проводились с помощью образцов с нанесенными составами, прикрепленных в наиболее коррозионно-податливых местах днища автомобиля ВАЗ-2106 (рис.5). Эти места были определены в результате обследования состояния днищ кузовов 44 автомобилей «ВАЗ», поступивших на техническое обслуживание и ремонт в ОАО «Чувашавтотехобслуживание» в течение 2005...2006 гг. Количество автомобилей определено по таблице случайных чисел.

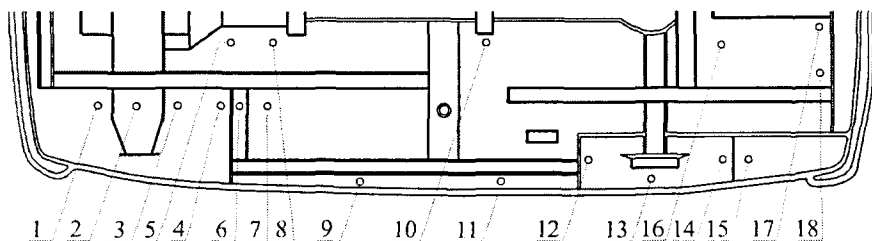


Рис. 5. Схема прикрепления опытных образцов на днище автомобиля ВАЗ-2106:

1, 3 - брызговик переднего колеса; 2 - усилитель брызговика переднего колеса; 4 - щит передка; 5 - кожух пола над КПП; 6 - усилитель лонжерона переднего пола; 7, 8 - пол передний; 9, 11 - порог; 10 - пол задний; 12, 13, 14 - арка заднего колеса; 15 - пол запасного колеса (пол бензобака); 16, 17, 18 - пол багажника

В каждой контрольной точке были прикреплены по семь образцов, обработанных смесью пластиголя и олигомера в их различных массовых соотношениях. Для достоверности результатов, испытания проводились на трех автомобилях. Через каждые 800 км пробега автомобилем определяли контрольные показатели: среднего потерю массы покрытия (взвешиванием) (табл. 2), сморщивание и отслаивание покрытия (визуально) (табл. 3).

Таблица 2

Влияние содержания олигомера Д-10ТМ в смеси на изменение массы покрытия, мг

Массовое соотношение Д-11А:Д-10ТМ	Среднее значение изменения массы покрытия (мг) от пробега по 3 автомобилям (км)				
	0	800	1600	2400	3200
	100:0	147,1	140,7	131,6	125,7
100:1	142,3	138,5	130,7	128,6	125,3
100:3	153,6	150,1	145,7	143,1	140,1
100:5	160,1	159,1	158,1	157,1	156,6
100:7	146,6	141,1	135,8	131,1	127,1
100:10	148,9	139,1	131,2	121,8	119,9
100:15	149,1	135,1	129,1	119,8	110,1

Таблица 3

Влияние содержания олигомера Д-10ТМ в смеси на разрушение покрытия

№ п/п	Массовое соотношение Д-11А/ Д-10ТМ	Пробег автомобиля, км									
		0		800		1600		2400		3200	
		сморщивание	отслаивание	сморщивание	отслаивание	сморщивание	отслаивание	сморщивание	отслаивание	сморщивание	отслаивание
1.	100:0	—	—	—	—	1	—	2	1	3	2
2.	100:1	—	—	—	—	—	—	1	—	2	1
3.	100:3	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
4.	100:5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.	100:7	—	—	—	—	1	—	2	1	2	1
6.	100:10	—	—	1	—	1	1	2	2	3	2
7.	100:15	—	—	1	1	1	1	2	2	3	2

Результаты лабораторных и натуральных испытаний позволили определить оптимальное соотношение пластиголя и олигомера в их смеси - 100:5 по массе. Эту смесь, полученную путем интенсивного смешивания компонентов при температуре 23 – 35°С мы назвали олигопластиголем.

В ходе лабораторных исследований нами было изучено влияние 5%-ного раствора хлорида натрия и имитирующей загрязнение дорожного полотна среды на коррозию стали.

В результате было установлено, что зависимость коррозии стали 08кп во времени описывается уравнениями:

	без аэрации	с аэрацией
в 5% ом растворе хлорида натрия	$K = 2,35 T^{0,71}$	$K = 6,68 T^{0,63}$
в среде, имитирующей дорожные условия	$K = 1,60 T^{0,76}$	$K = 3,78 T^{0,72}$

где K - коррозионные потери, $г/м^2$;

T - продолжительность экспозиции, ч.

Аэрация растворов увеличивает интенсивность коррозии стали на 37,5 и 64,2% соответственно.

Текущая скорость коррозии выражается зависимостями:

	без аэрации	с аэрацией
в 5%-ом растворе хлорида натрия	$\frac{dK}{dT} = 1,6685T^{-0,59}$	$\frac{dK}{dT} = 4,2034T^{-0,37}$
в среде, имитирующей дорожные условия	$\frac{dK}{dT} = 1,216T^{-0,24}$	$\frac{dK}{dT} = 2,7216T^{-0,23}$

При переменном погружении образцов в растворы, интенсивность коррозии также повышается на 54 и 39% соответственно (рис. 6).

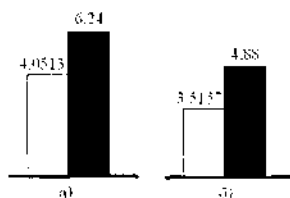


Рис. 6. Суточные коррозионные потери стали 08кп, $г/м^2 \cdot сут.$

а) в 5%-ном растворе хлорида натрия

б) в среде, имитирующей дорожные условия движения автомобиля

■ - при постоянном погружении образцов в растворы;

□ - при переменном погружении образцов в растворы.

Лабораторные и электрохимические исследования показали, что покрытие из олигопластизола предпочтительнее покрытия из пластизола. Улучшение его защитных свойств связано со смещением потенциала поверхности металла в положительную сторону (рис. 7).

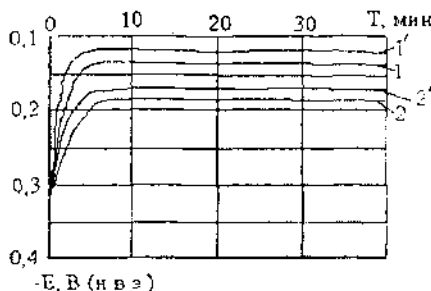


Рис. 7. Изменение стационарного электродного потенциала стали 08 кп в 5%-ном растворе хлорида натрия (1,1') и составе, имитирующем дорожные условия (2,2'), во времени с пластизолом и олигопластизолом

1,2 - покрытие из пластизола; 1', 2' - покрытие из олигопластизола.

Проведенные исследования влияния компонентов водной среды полотна автомобильной дороги на коррозию днища и влагопоглощение пленки олигопластизоля по методу многофакторного эксперимента $N=2^7$ позволили получить следующие уравнения регрессии:

- **коррозии днища автомобиля:**

$$K = 1072,58 + 209X_1 + 65,74X_3 + 55X_1X_4 - 31,87X_2X_3 - 33,62X_2X_4 + 30,38X_1X_2X_3 - 32,1X_1X_2X_4 - 50X_1X_2X_4 - 50X_1X_3X_4 - 27X_2X_3X_4 - 31X_1X_2X_3X_4$$

- **влагопоглощения пленки олигопластизоля:**

За 24 часа:

$$Y = 1,61151 + 0,11440X_1 - 0,18157X_2 - 0,30000X_3 - 0,18054X_4 - 0,13903X_1X_2 - 0,12768X_1X_3 + 0,10700X_1X_4 + 0,11798X_1X_3X_4$$

За 72 часа:

$$Y = 2,26532 + 0,14633X_1 - 0,26758X_2 - 0,53159X_3 - 0,24028X_1X_2 - 0,16414X_1X_3 + 0,09183X_2X_3 - 0,12736X_2X_4 - 0,08200X_3X_4 - 0,08870X_1X_2X_4 + 0,17271X_1X_3X_4 - 0,10137X_1X_2X_3X_4$$

За 120 часов:

$$Y = 2,84813 + 0,14329X_1 - 0,27593X_2 - 0,41677X_3 - 0,20278X_1X_2 - 0,17067X_1X_3 - 0,11173X_2X_4 + 0,16413X_1X_3X_4 - 0,15326X_1X_2X_3X_4$$

За 240 часов:

$$Y = 3,03889 + 0,13519X_1 - 0,24980X_2 - 0,40167X_3 - 0,19906X_1X_2 - 0,18822X_1X_3 - 0,10598X_2X_4 + 0,18464X_1X_3X_4 - 0,16600X_1X_2X_3X_4$$

где X_1, X_2, X_3, X_4 - кодированные значения хлоридов, аммиака, оксида азота и сульфатов соответственно.

Анализ уравнений подтверждает:

- на коррозию днища автомобиля в первую очередь влияют хлориды и сульфаты, обладающие наибольшей проникающей способностью и при линейном, и при парном сочетании, а также способствующие переносу влаги и растворенных в ней газов в покрытие и ослаблению адгезии покрытия к металлу;

- для линейного, парного и совместного влияния факторов дорожного загрязнения при их различных сочетаниях характерен двухстадийный перенос влаги в покрытие (рис. 8, 9, 10)

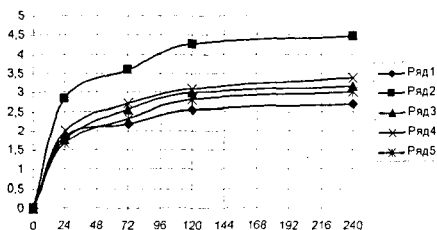


Рис. 8. Изменение влагопоглощения покрытия во времени при линейном влиянии факторов:
 ряд 1 — контроль; ряд 2 — X_1 (Cl⁻);
 ряд 3 — X_2 (NH₃);
 ряд 4 — X_3 (NO₂); ряд 5 — X_4 (SO₄²⁻)

Проведенные сравнительные испытания олигопластизоля и пластизоля, нанесенных на днища автомобилей в условиях ООО «Автосервис-Центр», показали, что применение олигопластизоля в качестве противокоррозионного состава существенно увеличивает срок службы защитного покрытия до появления очагов коррозии в городской зоне на 21%, во внегородской зоне - на 20%.

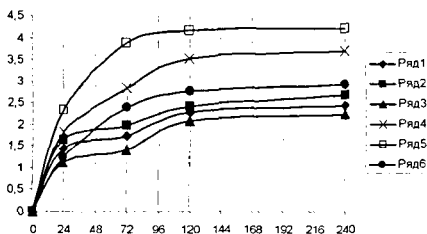


Рис. 9. Изменение влагопоглощения покрытия во времени при парном влиянии факторов:

ряд 1 — X_1X_2 ; ряд 2 — X_1X_3 ; ряд 3 — X_2X_3 ;
ряд 4 — X_1X_4 ; ряд 5 — X_2X_4 ; ряд 6 — X_1X_4

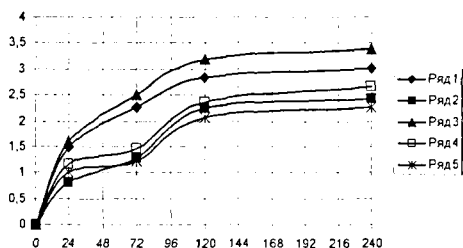


Рис. 10. Изменение влагопоглощения покрытия во времени при совместном влиянии факторов:

ряд 1 — $X_1X_2X_3$; ряд 2 — $X_1X_2X_4$; ряд 3 — $X_1X_3X_4$;
ряд 4 — $X_2X_3X_4$; ряд 5 — $X_1X_2X_3X_4$

С целью установления рациональной периодичности противокоррозионной обработки кузовов легковых автомобилей нами было проведено обследование автомобилей, прошедших обработку днищ составами пластизол и олигопластизол в ООО «Автосервис-Центр» за 2005-2007 гг. и эксплуатируемых в режиме такси преимущественно в городской зоне (по г.Чебоксары и г.Новочебоксарск) и во внегородской зоне (по маршруту «Чебоксары – Канаш» (автомагистраль М7)). Обследовались в основном автомобили «ВАЗ», их количество по вариантам было единым – по 11 автомобилей в каждом, которое устанавливалось по таблице случайных чисел. Всего обследовано 66 автомобилей.

Результаты исследований и расчет их статистических характеристик позволяют рекомендовать следующие рациональные периодичности противокоррозионной обработки кузовов легковых автомобилей в условиях Чувашской Республики:

при применении пластизола:

- В городской зоне – 9 – 10 месяцев
- Во внегородской зоне – 12...13 месяцев

при применении олигопластизола:

- В городской зоне – 12 – 13 месяцев
- Во внегородской зоне – 16...18 месяцев

С учетом того, что интенсивность коррозии автомобилей носит вероятностный характер и зависит от сезона эксплуатации, (в весенне-летне-осенний период относительная скорость коррозии уменьшается в три раза по сравнению с зимним периодом эксплуатации автомобилей на дорогах с применением песко-соляной смеси) допускается и рекомендуется совместить сроки повторных обработок днищ со сроками проведения соответствующего регламентного обслуживания и при подготовке автомобилей к зимнему периоду эксплуатации.

Показано, что использование олигопластизола в качестве противокоррозионного средства за 4 года эксплуатации автомобиля по затратам на материалы и фонд заработной платы на обработку, дает экономию средств в размере 420 рублей по сравнению с составом «Тектил» и позволяет получить среднегодовой экономический эффект в расчете на один автомобиль «ВАЗ» по сравнению с пластизолом в размере 555 руб. (по ценам 2007г.).

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Обоснована и скорректирована классификация факторов, способствующих коррозии кузова автомобиля, что позволяет осуществлять целенаправленный выбор методов и средств противокоррозионной защиты кузовов автомобилей на стадии проектирования, а также при их эксплуатации.

2. Создана математическая модель влияния компонентов загрязнения дорожного полотна на коррозию днища кузова легкового автомобиля, позволяющая установить, что на коррозию стали в первую очередь влияют хлориды и сульфаты, обладающие наибольшей проникающей способностью и при линейном, и при парном сочетании, а также способствующие переносу влаги и растворенных в ней газов в покрытие и ослаблению адгезии покрытия к металлу.

3. Установлено, что на днище кузова легкового автомобиля возможно проявление всех видов рассматриваемых коррозионных поражений, но особенно опасны местная (пятнами, точечная, сквозная, подповерхностная) и щелевая коррозии. Местная коррозия резко снижает механическую прочность изделия в связи с уменьшением его поперечного сечения. Наиболее опасны с точки зрения коррозии щели и зазоры, присутствующие на кузове автомобиля, величиной 0,20...0,40 мм.

4. Выявлено, что региональные условия эксплуатации автомобилей существенно влияют на интенсивность разрушения защитных покрытий и локальный износ узлов и деталей кузовов автомобилей. Особенно подвержены коррозионному разрушению коробчатые усилители брызговиков, задние лонжероны, нижняя часть наружной панели дверей, пороги кузова, передние коробчатые стойки, передние лонжероны, арки задних колес, пол кузова.

5. Установлены и экспериментально подтверждены требования к составам, определяющим стойкость днища кузова легкового автомобиля к воздействию агрессивных компонентов загрязнения дорожного полотна. К ним относятся:

- продолжительность защитного действия;
- стойкость к воздействию различных химически-активных жидкостей и газов;
- малую гигроскопичность, т.е. отсутствие микро-, макропор и трещин;
- высокую адгезию с металлическим или окрашенным основанием в течение длительного времени;
- способность сместить электродный потенциал поверхности защищаемого изделия в область пассивации;
- механическую прочность и эластичность.

6. Разработан способ повышения стойкости днища кузова легкового автомобиля к воздействию агрессивных компонентов загрязнения дорожного полотна. Производственные испытания с положительным эффектом позволили внедрить этот способ в технологию противокоррозионной обработки днищ автомобилей в ОАО «Чувашавтотехобслуживание» и ООО «Автосервис-Центр».

7. Установлена рациональная периодичность противокоррозионной обработки днищ кузовов с учетом условий эксплуатации легковых автомобилей на примере Чувашской Республики. Использование предлагаемого состава позволяет увеличить периодичность обработки на 20%.

8. Экономия на обработке 1 автомобиля при использовании разработанного состава в качестве противокоррозионного материала составляет 555,15 руб (по ценам 2007 г.).

Вместе с тем проведенное исследование не исчерпывает содержания рассматриваемой проблемы. Необходимы дальнейшие исследования, направленные на рассмотрение таких аспектов проблемы, как возможность использования предлагаемого состава в качестве защитного средства для днищ кузовов легковых автомобилей в других регионах России и смежных отраслях народного хозяйства.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

Фадеев И.В. Противокоррозионные полимерные композиции на основе олигоэфируретандиметакрилата Д-10ТМ // Автотранспортное предприятие. – 2009 - №12.- с. 48 - 51 (изд.-е перечня ВАК РФ).

В прочих изданиях:

1. Николаев В.Н., Фадеев И.В. Противокоррозионные полимерные композиции на основе ПДИ-3 и диизоцианатов // Высокомолекулярные соединения в промышленности: технология производства и применение. Сборник материалов научно-технической конференции. Пенза, сентябрь, 1997 г. - с.23 - 27.
2. Фадеев И.В. К вопросу противокоррозионной защиты днища кузовов легковых автомобилей // Тезисы докладов региональной научно-практической конференции. - Чебоксары: Чебоксарский кооперативный институт, 1997. - с. 37 - 38.
3. Николаев В.Н., Фадеев И.В. Разработка противокоррозионных покрытий на основе полиэфируретанового олигомера с концевыми метакрильными группами // Известия национальной академии наук и искусств Чувашской Республики. - Чебоксары.- 1998 – с.44.
4. Николаев В.Н., Павлов В.С., Фадеев И.В. Противокоррозионная полимерная композиция // Новые химические технологии. Сборник материалов научно-практической конференции. Пенза, июнь 1998 г. –с 45 - 47.
5. Фадеев И.В., Николаев В.Н., Кузьмин Д.Л. Улучшение защитных свойств противокоррозионного материала «Пластизоль Д-11А» // Тезисы докладов региональной научно-практической конференции. Чебоксарский кооперативный институт. Ноябрь, 1998. - Чебоксары: Чебоксарский кооперативный институт, 1998. – с 167 - 168.
6. Николаев В.Н., Фадеев И.В. Совершенствование защитных свойств противокоррозионных материалов // Известия национальной академии наук и искусств Чувашской Республики. - Чебоксары: 1999. - с. 171 - 173.
7. Николаев В.Н., Кузьмин Д.Л., Фадеев И.В. Полиэфируретандиметакрилатный олигомер Д-10ТМ и некоторые пути его практического применения // Известия национальной академии наук и искусств Чувашской Республики. - Чебоксары: 1999. – с. 138.
8. Фадеев И.В., Николаев В.Н., Михайлова Л.В. Возможность применения термостойких полимерных покрытий для противокоррозионной защиты днища вдоль выпускаемого тракта автомобиля // Сборник научных статей преподавателей и аспирантов. Чебоксарский кооперативный институт. 2003. - Чебоксары: Чебоксарский кооперативный институт, 2000. - с.372 - 375.
9. Фадеев И.В., Николаев В.Н. Улучшение защитных свойств противокоррозионного материала «Пластизоль Д-11 А» // Тезисы научных конференции молодых ученых, аспирантов и студентов научно-образовательных центров КГУ. Тезисы докладов. - Казань: Изд-во КГУ, 2000.-с.35.
10. Николаев В.Н., Кузьмин Д.Л., Фадеев И.В. Роль кинетических исследований в формировании научных основ технологии переработки ОЭУА в изделия и материалы // Тезисы докладов региональной научно-практической конференции. Чебоксарский кооперативный институт, 2001. - Чебоксары: Чебоксарский кооперативный институт, 2001. - с.224 - 225.

11. Фадеев И.В., Средин А.В. Противокоррозионная композиция на основе полиэфируретановых смол // Труды ВФ МАДИ (ГТУ), ноябрь 2005 г. - Чебоксары: РИО ВФ МАДИ (ГТУ), 2005, с.
12. Смирнов А.Г., Сергеев В.М., Павлов В.С., Фадеев И.В. Влияние коррозии деталей на изменение параметров технического состояния изделий // Вестник ВФ МАДИ (ГТУ). – Чебоксары, 2007. – с. 51 – 52.
13. Рязанов В.Е., Фадеев И.В., Павлов В.С. Коррозионная активность загрязнений полотна автомобильных дорог // Проблемы и перспективы развития инновационной деятельности в агропромышленном производстве. Уфимский гос. аграрный университет. - Уфа: 2007. - с.92-93.
14. Павлов В.С., Рязанов В.Е., Фадеев И.В. Коррозия деталей легковых автомобилей // Прогрессивные технологии в транспортных системах. Сборник докладов VIII Российской научно-практической конференции, 24 - 30 ноября 2007 г. - Оренбург, ГОУ ОГУ, 2007. - с.247 - 249.
15. Павлов В.С., Рязанов В.Е., Фадеев И.В. Влияние составляющих загрязнений полотна автомобильных дорог на коррозию деталей автомобилей //Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств. Международная научно-практическая конференция, посвящ. 80-летию И.Н. Аринину, 20 - 22 ноября 2007. -Владимир, 2007.-с. 142 - 143.
16. Фадеев И.В., Рязанов В.Е. Состав для защиты кузовов легковых автомобилей от коррозии // материалы 67-ой научно-методическая и научно-исследовательская конференция МАДИ (ГТУ). Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта. Сборник научных трудов. – М., 2009.
17. Фадеев И.В. К вопросу коррозии кузовов автомобилей // материалы 67-ой научно-методическая и научно-исследовательская конференция МАДИ (ГТУ). Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта. Сборник научных трудов. – М., 2009.
18. Ременцов А.Н., Фадеев И.В. Влияние компонентов водной среды полотна автомобильной дороги на водопоглощение противокоррозионного покрытия //Дорожно-транспортный комплекс: состояние и перспективы развития. Сборник докладов и сообщений III-й межрегиональной научно-практической конференции, 23...24 апрель 2009г. – Чебоксары, ВФ МАДИ (ГТУ), 2009. – с.41 - 45.

Подписано к печати 19. 04. 2010г.

Формат 68х84/16

Бумага офсетная

Печать офсетная

Уч.-изд.л. 1,0

Тираж 100 экз.

Заказ № _____

Отпечатано РИО «ЧГСХА»

428032, Чебоксары, ул. К.Маркса, 29