

Аннотация

Тема: Автоматизация процесса нанесения противорумной мастики на наружную часть основания кузова Лада Веста.

Автор: Салтанов Юрий Сергеевич.

В выпускной работе рассмотрен вопрос увеличения стойкости кузова автомобиля Лада Веста.

В работе рассмотрен весь комплекс мероприятий по осуществлению коррозионной стойкости кузова автомобиля, выпускаемого на производстве ОАО «АВТОВАЗ», а также по уменьшению шума в салоне обмазкой мастикой днища.

В первом разделе описан кузов легкового автомобиля, его составные части, а также выполнен анализ материалов, из которых он изготавливается.

Во втором разделе работы проведен анализ на следующую тему, каким образом за счет изменения химического состава стального кузова легкового автомобиля можно увеличить его антикоррозионные свойства.

Третий раздел работы посвящен рассмотрению причин возникновения коррозии на кузове автомобиля.

В четвертом разделе выпускной работы рассмотрен вопрос нанесения наружных покрытий на кузов для уменьшения возникновения процессов коррозии.

Пятый раздел работы посвящен автоматизации процесса нанесения мастики на днище кузова для уменьшения проникновения шума в салон, а также для увеличения антикоррозионной стойкости. Разработана конструкция распылителя, которым наносится данное покрытие.

Работа содержит разделы по анализу безопасности и экологичности технического объекта и по экономическому расчету.

Abstract

As a result of the work done, we have identified technological measures to increase the corrosion resistance of Lada Vesta passenger car bodies produced at AVTOVAZ.

The first method of increasing the corrosion resistance of steel car bodies is the introduction of alloying elements, such as zinc and copper, into the chemical composition of steels. These measures increase not only corrosion resistance, but also increase the strength of sheet automotive steels.

In addition, it is necessary to ensure that the steels have a minimum amount of corrosive non-metallic inclusions (these are calcium-based compounds), since these elements contribute to rusting. Accordingly, care must be taken to ensure that these inclusions do not appear during the manufacture of products.

Next, the issue of applying solid titanium oxide coatings to the car body was studied. As a result, the optimal chemical composition of the solution was determined and the parameters of the process in which adhesive oxide titanium layers are applied that meet all the requirements were determined.

The issue of applying elastic anticorrosive coatings to the most exposed surfaces of bodies is considered. As a result, recommendations are given on the choice of such coatings depending on the operating conditions of cars.

In the last section, a design is proposed that would automate the process of applying anticorrosive mastics. This will significantly reduce the cost of the application process.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ состояния вопроса	6
1.1 Назначение кузовов	6
1.2 Материалы кузовов	8
2 Исследования химического состава автомобильных листовых сталей	11
3 Причины коррозионной податливости сталей.....	15
4 Нанесение наружных покрытий на автомобильные кузова.....	18
5 Автоматизация процесса нанесения покрытий.....	34
6 Безопасность и экологичность технического объекта.....	39
6.1 Исходные данные.....	39
6.2 Производственный микроклимат.....	40
6.3 Электробезопасность.....	42
6.4 Безопасность работы оборудования под давлением выше атмосферного.....	42
7 Экономическая эффективность работы.....	44
Заключение.....	50
Список используемой литературы.....	51
Приложение А Спецификация к сборочному чертежу.....	55

Введение

Важной частью современной промышленности является автомобилестроение. Автомобильная промышленность на сегодняшний день отвечает за такие важные потребности человечества, как перевозка людей и грузов, что является первостепенными для современной жизни.

Кузов легкового автомобиля является ответственной частью. В кузове сконцентрированы различные предметы для удобства и эргономичности размещения людей, грузов, а также для управления самим автомобилем. Кузов легковых автомобилей прошел обширную эволюцию с восемнадцатого века и на сегодняшний день обрел удобство, высокое качество изготовления, а также долговечность. Долговечность кузова автомобиля зависит от множества факторов, таких как материал изготовления, различные покрытия, которые наносятся на кузов, необходимый уход, чистота и так далее.

Данная работа направлена на исследование различных способов нанесения противозащитного покрытия на наружную часть кузова автомобиля Лада Веста, который выпускается на АО «АВТОВАЗ». От шумоизоляции зависит комфорт пребывания в салоне легкового автомобиля, что, несомненно, сказывается и на безопасности, и на качестве и привлекательности автомобиля в целом.

Ведущими производителями автомобилей в мире осуществляется внутренняя шумоизоляция салона при помощи различных материалов, а также наружная шумоизоляция при помощи мастик. Такой комплекс позволяет снизить поступления шумов снаружи до трех раз. Отечественными производителями автомобилей наружная шумоизоляция кузовов начала применяться сравнительно недавно, поэтому эта тематика улучшения эксплуатационных свойств автомобилей актуальна для изучения и исследования.

1 Анализ состояния вопроса

1.1 Назначение кузовов

«Кузов, с точки зрения назначения автомобиля как транспортного средства, представляет собой некоторую емкость для перемещения людей, грузов или средств обслуживания. Форма кузова – отражение существующего уровня развития техники, организации и уровня жизни, а также взглядов на функции автомобиля. С течением времени эта форма существенно изменялась и развивалась с учетом изменения вкуса потребителей и назначения автомобиля. На изготовление кузова затрачиваются в большом количестве относительно дорогие и дефицитные материалы. Степень износа кузова как несущей системы определяет возможность дальнейшей эксплуатации автомобиля». [28]

«Поэтому обеспечению достаточной прочности и жесткости кузова придается большое значение как при проектировании, так и при его изготовлении, а также в эксплуатации. С этой целью необходимо следить за техническим состоянием путем обеспечения своевременного и качественного обслуживания и ремонта кузова. Вследствие очень широкого распространения автомобилей их долговечность является весьма актуальной проблемой. Наиболее важный агрегат легкового автомобиля – это кузов, поэтому целесообразно изучение факторов, влияющих на его срок службы. Стоимость кузова современного легкового автомобиля, автобуса или специального автомобиля составляет 45-50% от общей стоимости автомобиля. Экономичность автомобильного кузова прямо пропорциональна его долговечности и обратно пропорциональна стоимости его изготовления, ремонта и поддержания его в технически исправном состоянии». [28]

«У безрамных автомобилей кузов является единой несущей конструкцией. Каждый кузов является несущим, ибо воспринимает все внешние и внутренние силы, обусловленные весом пассажиров и груза». [28]

«Конструкции кузовов, в особенности легковых автомобилей, переживает период бурного развития, в результате чего появляются новые разновидности типа кузова. Происходит некоторое стирание четких граней определенных групп, что связано с насыщением автомобильного рынка и поиском новых групп покупателей, чьи потребности ранее не были учтены в полной мере. Это относится не только к легковым, но и к другим типам автомобилей, в том числе грузовым, автобусам и специальным автомобилям».

[28]

«В конструкции легкового автомобиля кузов является основой, на которой размещаются все остальные узлы и агрегаты, а также водитель, пассажиры и багаж. Кузов является зрительным символом данного автомобиля и всех его технико-эксплуатационных и потребительских свойств. На рисунке 1 показаны основные части кузова легкового автомобиля. [28]

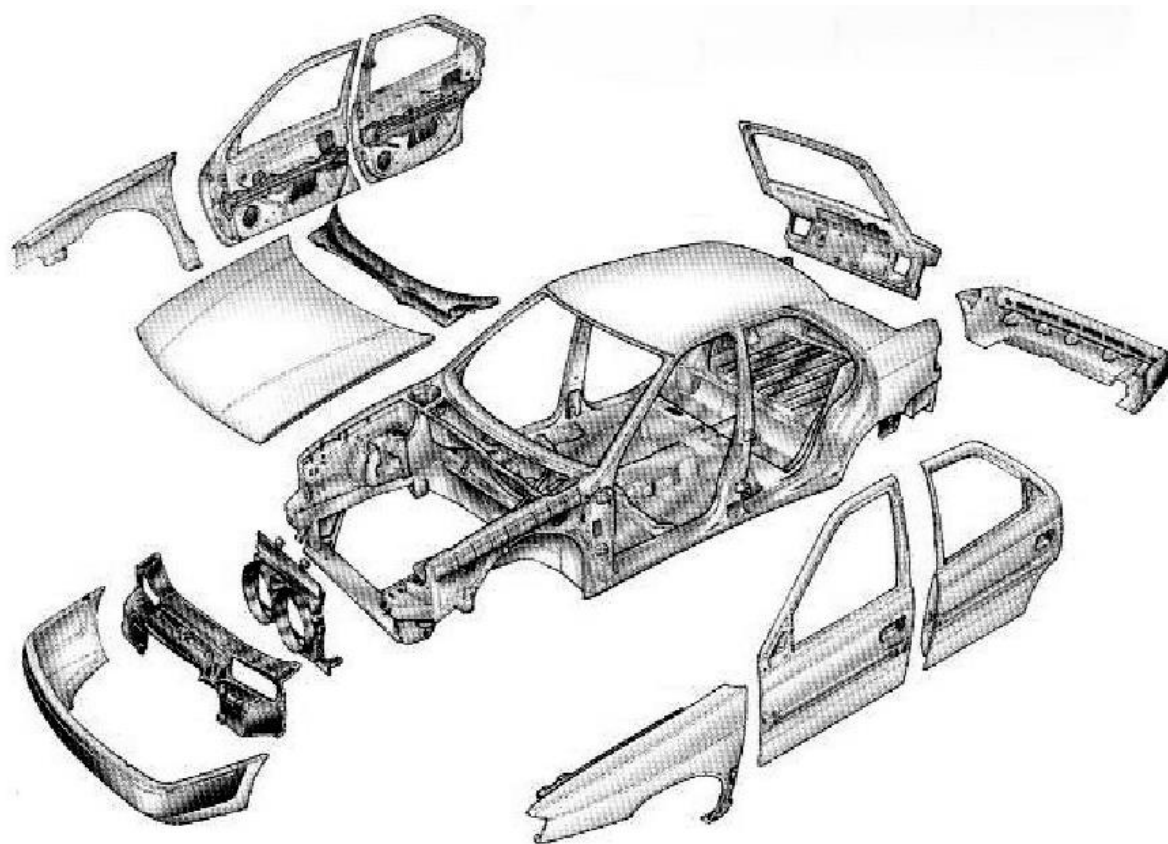


Рисунок 1 – Основные части кузова автомобиля

Автомобильные кузова легковых машин подразделяют по форме и компоновке из-за вместимости, варианта выполнения крыши, числа дверей и так далее на такие основные типы как: четырехдверный закрытый седан; карбиолет, у которого верх выполнен из мягкого откидывающегося материала; универсал с объемным багажником, имеющий заднюю дверь; хэтчбек, также имеющим заднюю дверь; мини-вэн; лимузин, имеющий удлиненную конструкцию; хардтоп и пикап. Наибольшее распространение в данное время получили такие конструкции кузовов, как мини-вэн, седан, хэтчбек и универсал.

Важным параметром при проектировании формы кузова легкового автомобиля является учет аэродинамических характеристик. Аэродинамические характеристики – это способность минимизировать внешние силы, связанные с сопротивлением воздуха передвижению транспортного средства. За эталон в этом случае принято брать форму капли, но это не всегда так ввиду того, что у транспортного средства имеются колеса, а с ними всегда связан просвет над дорожной поверхностью. В этом критическом месте появляется риск возникновения такой подъемной силы, которая была бы способна перевернуть автомобиль. В некоторых случаях прибегают к установке антикрыла в виде спойлера, который прижимает автомобиль к дорожной поверхности.

1.2 Материалы кузовов

В настоящее время основным конструкционным материалом для изготовления кузовов легковых автомобилей являются стали. Это связано с тем, что сталь является прочным и пластичным материалом, что важно при ударной нагрузке, испытываемой в случае возникновения дорожно-транспортных происшествий. Также стальные детали обладают довольно долгим сроком службы и дешевизной, что отражается на изделии в целом.

Еще одним важным качеством сталей является ферромагнетизм, что упрощает процедуру сортировки при утилизации.

Наиболее подходящими способами изготовления деталей кузовов является холодная штамповка, так как низкоуглеродистые стали, которые чаще всего используют для изготовления кузовов автомобилей, обладают высокой степенью пластичности.

«Цельный кузов автомобиля изготовить очень сложно, поэтому современные кузова состоят из нескольких частей, которые в дальнейшем соединяют методами сварки. Отдельные части кузовов изготавливают холодной штамповкой. Это довольно дорогостоящий процесс, так как штампы являются сложным и дорогим инструментом, но так как на автозаводах применяется крупносерийный или массовый тип машиностроительного производства, то эти затраты быстро окупаются в процессе производства». [28]

«Основными показателями пластичности стального листа, применяемого для изготовления деталей кузова являются относительное удлинение, поперечное сужение, предел прочности, твердость HRB. Для штамповки с глубокой вытяжкой применяются стали с большим относительным удлинением (15-30%, а в отдельных случаях до 40-45%) и значительной разницей между пределами прочности и текучести». [28]

Наиболее подходящими для изготовления автомобильных кузовов являются стали с массовой долей углерода от 0,05 до 0,15% и мелкозернистой структурой. Предпочтительные значения зернистости стали в зависимости от толщины листа представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Предпочтительные значения зернистости стали в зависимости от толщины стального листа

Толщина стального листа, мм	Величина зерна в стали, мкм
0,8...2,0	26...37
2,0...5,0	37...52
5,0...6,0	70...80

Мелкозернистая сталь позволяет получить поверхность с улучшенными свойствами, при этом повышается упругость и снижается ее пластичность. Крупнозернистые стали не позволяют получить необходимую шероховатость без снятия стружки, поэтому их не применяют.

«По склонности к росту зерна аустенита при нагреве различают наследственно мелкозернистые и наследственно крупнозернистые стали. В наследственно крупнозернистых сталях размер зерен быстро увеличивается даже при небольшом перегреве, в наследственно мелкозернистых сталях при значительном перегреве сохраняется относительно мелкое зерно». []

«Склонность к росту зерна стали зависит, с одной стороны, от содержания в ней легирующих элементов – почти все легирующие элементы (за исключением марганца) тормозят рост аустенитного зерна. Наиболее сильно тормозят рост аустенитного зерна V , Ti , Al и Zr . Хорошо тормозят рост аустенитного зерна W , Mo и Cr , слабо действуют Ni и Si . Основной причиной такого действия легирующих элементов считается образование труднорастворимых в аустените карбидов и оксидов, которые являются барьерами для растущего зерна. С другой стороны, склонность к росту зерна стали сильно зависит от ее металлургического качества, технологии производства и режима раскисления, так как они определяют наличие в стали разного количества мельчайших примесей карбидов, оксидов, сульфидов и нитридов, также затрудняющих рост зерна». [7]

В основном для изготовления автомобильных кузовов используют тонколистовые качественные углеродистые стали ГОСТ 4041-71. [18]

2 Исследования химического состава автомобильных листовых сталей

«Одной из наиболее важных проблем на сегодняшний день является повышение коррозионной стойкости автомобиля. О том, как эта проблема решается путем использования автомобильных листовых сталей с покрытиями (*Zn*, *Al-Si*), написано достаточно много. Имеет смысл остановиться на путях повышения коррозионной стойкости самих автолистовых сталей путем оптимизации их химического состава и технологии производства». [28]

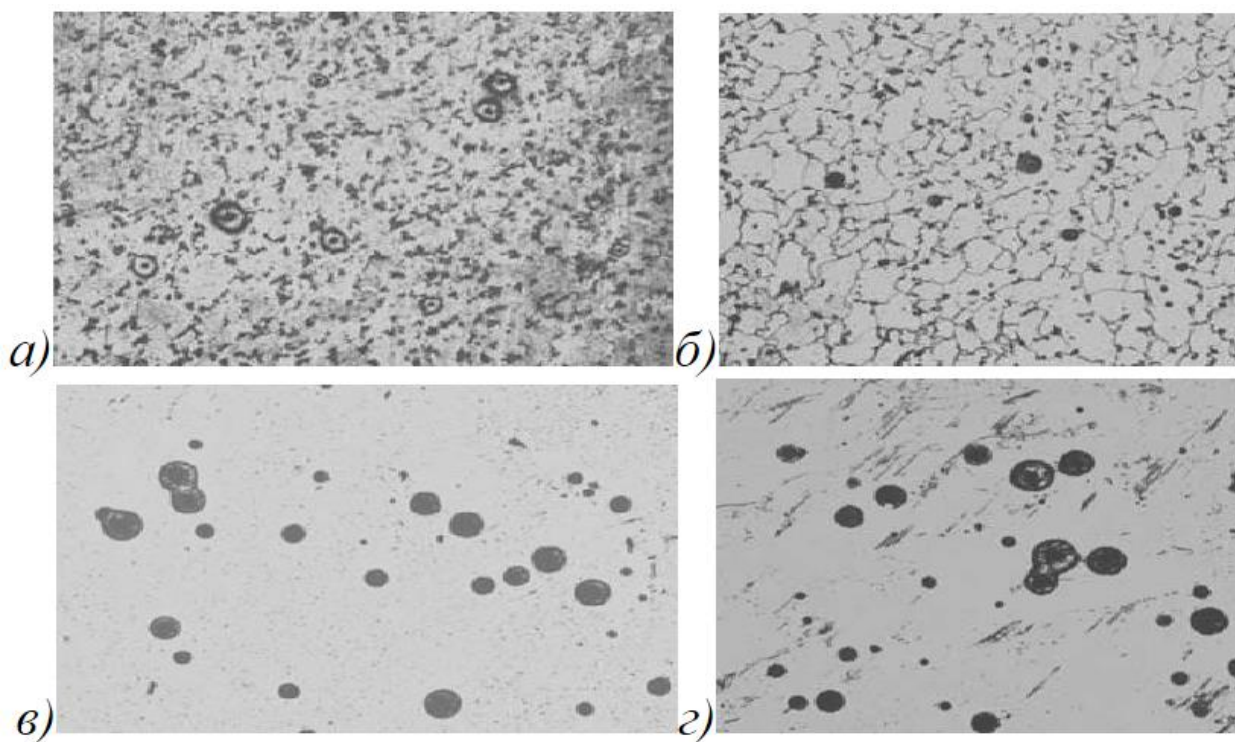
«До недавнего времени считалось, что, во-первых, коррозионная стойкость автомобильных листовых низкоуглеродистых и низколегированных сталей различается незначительно. И, во-вторых, невозможно существенно повлиять на нее, изменяя химический состав стали, чистоту по неметаллическим включениям, технологические параметры производства. Поэтому единственным направлением борьбы с коррозией было принято считать нанесение защитных покрытий – использование оцинкованных сталей, повышение качества лакокрасочного покрытия и так далее». [28]

Однако, по мнению представителей автозаводов, а также используя опыт отечественных и зарубежных автомобилистов, можно сделать вывод о существенной разнице коррозионной стойкости автомобильных сталей различных марок, с различными технологическими параметрами у различных производителей. [3]

Поэтому основная цель дальнейшей работы – установление факторов, определяющих коррозионную стойкость автомобильных листовых сталей, разработка рекомендаций по повышению коррозионной стойкости. А далее – внесение в нормативно-техническую документацию требований к коррозионной стойкости, учитывающих не только качество нанесения покрытия, но и коррозионную стойкость самой стали.

На коррозионную стойкость автомобильных листовых сталей, кроме легирующих элементов, влияют так называемые коррозионно-активные неметаллические включения (КАНВ). Эти примеси содержат кальций и появляются в составе материала, как правило, после обработки с участием шлака.

Коррозионно-активные неметаллические включения не выявляются традиционными методами, предусмотренными нормативно-технической документацией на стали - балльной оценкой неметаллических включений на шлифе, не подверженном травлению, в оптическом микроскопе. Размер этих включений очень небольшой (1...2 мкм) и имеет светлую окраску (рисунок 2).

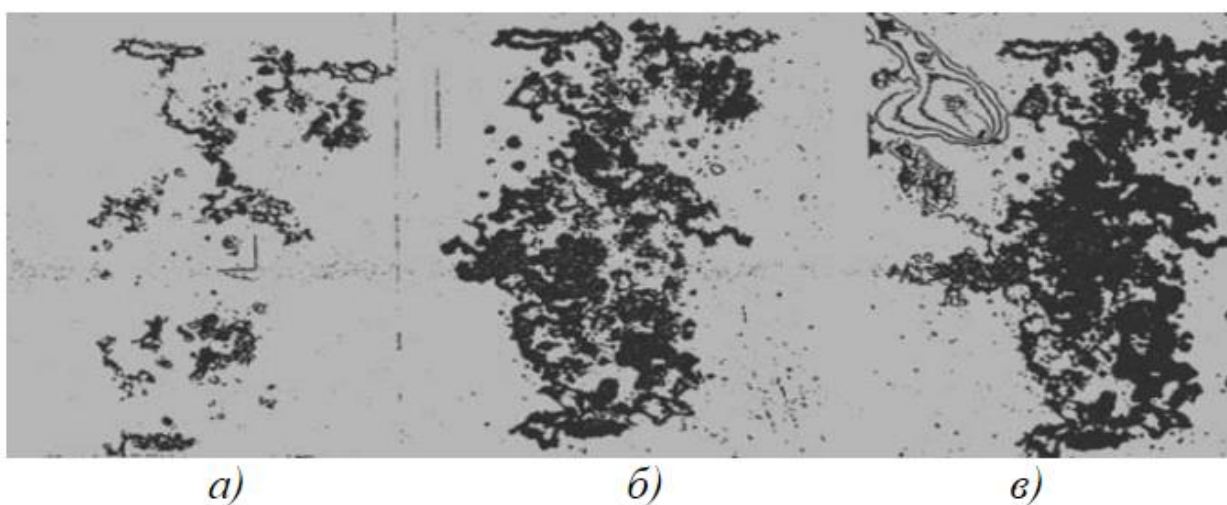


a – x200; *б, в, г* – x100

Рисунок 2 – «Коррозионно-активные неметаллические включения в образцах труб» [28]

Стали с наличием большого количества коррозионно-активных неметаллических включений быстро начинают ржаветь. Соответственно, необходимо заботиться о том, чтоб эти включения в процессе изготовления изделий не появлялись.

В ЦНИИчермет были исследованы пятна коррозии, выявленные в ОАО «АВТОВАЗ» на автомобильных листовых сталях 08Ю, 08ГСЮФ. Установлено, что участки, где произошло образование указанных пятен, содержат коррозионно-активные неметаллические включения, которые и приводят к интенсивному протеканию коррозионных процессов даже после непродолжительного контакта с влажной атмосферой или другой агрессивной средой (рисунок 3). Вопрос о коррозионной стойкости должен разрешаться на стадии проектирования технологии выплавки автолистовых сталей.



а – выдержка менее 20 часов; б – выдержка 7 дней; в – выдержка 14 дней, х400
Рисунок 3 – Коррозионное поражение на поверхности автолистовой стали:

Следовательно, вопрос коррозионной стойкости сталей для изготовления автомобильных кузовов решается путем изменения химического состава (легирования) сталей, а также путем минимизации содержания коррозионно-активных неметаллических включений.

Широкий спектр свойств, которыми отличаются автомобильные листовые сверхнизкоуглеродистые стали, свидетельствует о возможности полного обеспечения потребностей отечественного автомобилестроения в высококачественной металлопродукции. Однако часто большинство деталей и элементов конструкции автомобилей в процессе эксплуатации испытывают циклические нагрузки в присутствии коррозионной среды. При этом не

смотря на то, что изучению коррозионной усталости посвящены работы многих отечественных и зарубежных авторов, в настоящее время еще нет единой точки зрения на процесс коррозионно-усталостного разрушения. [32]

Для создания безопасного и легкого автомобильного кузова белого цвета было разработано множество высокопрочных сталей с различным составом и механическими свойствами. Однако эта схема из нескольких сталей создает существенные проблемы, включая контактную точечную сварку разнородных сталей, оптимизацию обработки и вторичную переработку. Авторы [2] предлагают использование единого химического состава для производства нескольких марок стали. Прочность на разрыв различных марок таких сталей колеблется от 600 до 1680 МПа, что соответствует прочности типичных коммерческих аналогов и при этом обладает достаточной пластичностью. Детали прототипа, изготовленные из стали марки «UniSteel», закаленной прессованием, демонстрируют превосходную стойкость к боковому проникновению и подтверждена удовлетворительная свариваемость. UniSteel уменьшает разницу в удельном сопротивлении внутри стопок листов, что позволяет упростить процессы сварки. Концепция UniSteel потенциально может революционизировать производство BIW для мировой автомобильной промышленности и способствовать обеспечению углеродной нейтральности. [2]

В этом разделе мы изучили марки сталей, используемых при производстве автомобильных кузовов, и их антикоррозийные и другие свойства.

3 Причины коррозионной податливости сталей

Выделяют три основные причины коррозии сталей:

- инкубационный период (в некоторых местах появляются небольшие пятна коррозии, который заканчивается появлением макродефектов);
- субкритический рост трещин, связанных с коррозионно-усталостным разрушением;
- кратковременная стадия, которая связана с очень быстрым выходом из строя металла из-за возникающих напряжений, превышающих предел прочности металла.

«Совершенно очевидно, что полную картину коррозионно-усталостного разрушения металлических материалов, а также влияния на него различных факторов можно представить, лишь изучив этот сложный, распределенный во времени процесс. В то же время успехи теории механики разрушения, позволяющие получить количественные решения на основе концепции о квазихрупком разрушении твердых тел в результате спонтанного или субкритического развития в них дефектов, вызывающих образование трещин, позволили достаточно глубоко изучить вторую (более короткую, чем первая) стадию процесса – закономерности и количественные оценки роста трещин в условиях коррозионной усталости». [11]

К достоинствам методов механики разрушения можно отнести универсальность и простоту исходных концепций, в соответствии с которыми самые разнообразные виды нагружения твердых тел с трещинами и вызванные ими напряженные состояния могут быть описаны коэффициентами интенсивности напряжений (КИН), а различные предельные состояния – критическими и пороговыми значениями этих коэффициентов.

Сегодня без учета современных закономерностей в электрохимии, физики, материаловедения в части разрушения металлов и сплавов нельзя

рассматривать механизмы коррозионного разрушения и возникновения коррозионно-усталостных дефектов.

«Разрушение твердого тела представляет собой процесс разделения его на части под действием нагрузки, который также может сопровождаться термическими, радиационными, коррозионными и другими воздействиями. На атомном уровне разрушение представляет собой разрыв межатомных связей с образованием новых поверхностей. Если разрыв межатомных связей происходит перпендикулярно плоскости разрушения, то происходит разрушение сколом или отрывом. Если разрыв связей идет под действием силы, приложенной параллельно плоскости разрушения, то происходит разрушение сдвигом или скольжением. В металлах может иметь место и тот и другой вид разрушения, что определяется главным образом их кристаллической структурой». [32]

На сегодняшний день имеется большое количество экспериментальных данных, а также предложен ряд теорий, связанных с влиянием коррозионной среды на изменение параметров металлов и сплавов, связанных с их способностью сопротивляться разрушению. Однако многие авторы своими работами и научными трудами противоречат другим ученым, поэтому, основываясь на научно-популярную литературу, предсказать коррозионно-усталостное поведение металлов не представляется возможным.

Влияет и удаление прежнего лакокрасочного покрытия на коррозионную стойкость листа кузова автомобиля. В статье [5] представлено влияние применяемого метода удаления лакокрасочного покрытия на коррозионную стойкость листа кузова автомобиля. Испытания проводились на образцах, изготовленных из элементов кузова автомобиля, окрашенных на заводе перламутровым, металлизированным и акриловым лаком. Удаление слоя лака производилось шлифованием наждачной бумагой, струйной обработкой стеклянными шариками, быстрой зачисткой дисковым пламенем, содовой обработкой и абразивной обработкой пластиковыми гранулами. Средняя толщина окрашенного на заводе покрытия в зависимости от типа

лака составляла примерно от 99 до 140 мкм. С другой стороны, после удаления лака толщина защитного цинкового покрытия составляла от 2 до 12,7 мкм. Самые высокие значения цинкового покрытия были получены для образцов, с которых лак был удален таким методом, как пескоструйная обработка содой и абразивная обработка пластиковыми гранулами. При использовании этих двух методов подготовки поверхности повреждение цинкового слоя, защищающего сталь от коррозии, является наименьшим, а процентное содержание цинка в поверхностном слое колеблется от 58% до 78%. Заключительным этапом исследования было тестирование образцов после снятия слоя лака при двухчасовом воздействии агрессивной среды в камере для распыления соли. Образцы с поверхностью, подготовленной шлифованием наждачной бумагой, достигли уровня поверхностной коррозии R_i 5, в то время как в случае обработки содой и использования пластиковых гранул на поверхности листа кузова автомобиля не наблюдалось очагов коррозии. [5]

Таким образом, в этом разделе мы определились с причинами возникновения коррозии кузовов легковых автомобилей, выполненных из листовых сталей.

4 Нанесение наружных покрытий на автомобильные кузова

На кузова легковых автомобилей для увеличения их коррозионной стойкости наносят различные покрытия, которые разделяют на основные и вспомогательные. К основным покрытиям относят краски, эмали, грунты, мастики. К вспомогательным покрытиям относят различные растворители, затвердители, добавки и так далее.

Эмали, применяемые для окраски автомобильных кузовов, в настоящее время отличаются разнообразием красивых цветов и оттенков, блеском, способностью сохранять свои качества в течении длительного времени.

Меламиноалкидные эмали в своем химическом составе имеют меламиноальдегидную и алкидную смолу. Сушка таких покрытий заключается в испарении растворителей, тогда смолы принимают свой окончательный внешний вид. Температура, при которой происходит сушка равна приблизительно 140 °С. Такие покрытия устойчивы при температурах от -40 °С до +60 °С, что отражается на территориальном использовании таких эмалей. Такие покрытия наносят электростатическим или пневматическим способами.

Акриловые эмали в своем составе содержат акриловые и метакриловые смолы. Достоинством таких покрытий является очень быстрое высыхание. Так сушку выполняют при температуре примерно 150 °С, высыхает такое покрытие за 0,5 часа.

Водорастворимые эмали состоят из алкидных, фенолоформальдегидных и других смол, а также частиц пленкообразующих веществ. Перед нанесением покрытия такие эмали растворяют дистиллированной водой. При сушке вода испаряется, а частицы смол начинают сближаться друг с другом, образуя сплошное покрытие.

Автомобильные нитроэмали в своем составе имеют нитролаки и смолы. Эти покрытия очень разнообразны по цвету, устойчивы к воздействиям температур от -40 °С до +60 °С. При воздействии температур

более 90 °С могут самовоспламеняться, что сказывается на ограничении использования таких эмалей. После нанесения таких покрытий формируется полуглянцевая наружная поверхность, которую для появления блеска доводят полированием.

Для лучшей сцепляемости покрытия с металлической поверхностью кузовов автомобилей покрытия выполняют многослойными. Самым ближним к металлу слоем является грунтовка. Грунтовку наносят для лучшей адгезии покрытия с материалом основы. Чаще всего грунтовку наносят распылением, толщина этого слоя составляет приблизительно 15...20 мкм.

Для увеличения глянца наружной поверхности и придания ей повышенного блеска наносят лаки. Лаки наносят на затвердевшее сформированное покрытие из грунта и эмали. [9]

Для получения необходимой вязкости лакокрасочных покрытий до нанесения применяют различные растворители. Эти смеси представляют собой бесцветные жидкости, которые легко испаряются при воздействии на них воздуха и повышенных температур. Составы растворителей различны для каждого типа эмалей и грунтов. Они подбираются для создания оптимальных условий формирования покрытий.

«Отечественными и иностранными производителями предлагается для различных целей ряд фосфатирующих растворов для формирования аморфных и кристаллических фосфатных покрытий. Растворы для фосфатирования содержат различные токсичные компоненты, фосфаты, азотосодержащие соединения. Формирующиеся при этом стоки содержат загрязнения в количествах, в десятки раз превышающих санитарные нормы, и, следовательно, требуют очистки их перед сбросом. Кроме того, появляющиеся новые технологии нанесения полимерных покрытий и расширяющийся ассортимент последних постоянно требуют улучшения качества подготовки поверхности. Другим недостатком процесса фосфатирования является его высокая энергоемкость, обусловленными

высокими рабочими температурами процессов в 70...90 °С. Кроме этого, применение современных технологий кристаллического фосфатирования требуют сложного дорогостоящего оборудования, а сами процессы требуют тщательного контроля, так как характеристики получаемого покрытия зависят от таких параметров нанесения, как кислотность, температура, количество катализаторов и так далее». [23]

В настоящее время на смену адгезионным фосфатным покрытиям приходят наноструктурированные курамические оксидтитановые адгезионные покрытия. Преимуществом данного вида покрытий является из меньшая энергоемкость. Процесс нанесения таких покрытий не требует высокой температуры нагрева растворов, не требуют строгого контроля процесса, а также более экологичны.

«Известно, что растворы должны содержать ионы тяжелых металлов, которые осаждаюсь контактно на поверхности стальной основы инициируют осаждение конверсионных керамических нанопокровтий. С учетом этого в качестве объекта исследования были выбраны растворы, содержащие помимо гексафтортитановой кислоты (H_2TiF_6) ионы никеля, которые вводились в раствор в виде $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$. Исследовано влияние концентрации гексафтортитановой кислоты и концентрации ионов металла на внешний вид и защитную способность получаемых покрытий». [22]

«Проведенные эксперименты позволили определить область концентрации компонентов раствора, в которой удастся получить покрытия хорошего качества с высокой защитной способностью. Защитная способность 13-15 сек по Акимову покрытий в обоих случаях находится в интервале 1,0-2,5 г/л гексафтортитановой кислоты. Изучено влияние рН на внешний вид получаемых оксидтитановых покрытий. Исследования показали, что допустимые значения рН растворов находятся в интервале 4,0-5,5 единиц. До значений рН 3,5 покрытия не формируются, а при рН более 5,5 качество покрытий ухудшается – они становятся неравномерными и несплошными». [23]

«Таким образом, покрытия требуемого качества формируются в диапазоне рН 4,0-5,5, что согласуется с механизмом формирования. При данных значениях рН гексафтортитановая кислота гидролизуется с образованием оксида титана (TiO₂), осадки которого, адсорбируясь поначалу на поверхности контактно выделившегося никеля, далее разрастаются, образуя сплошную пленку (рисунок 4)». [8]

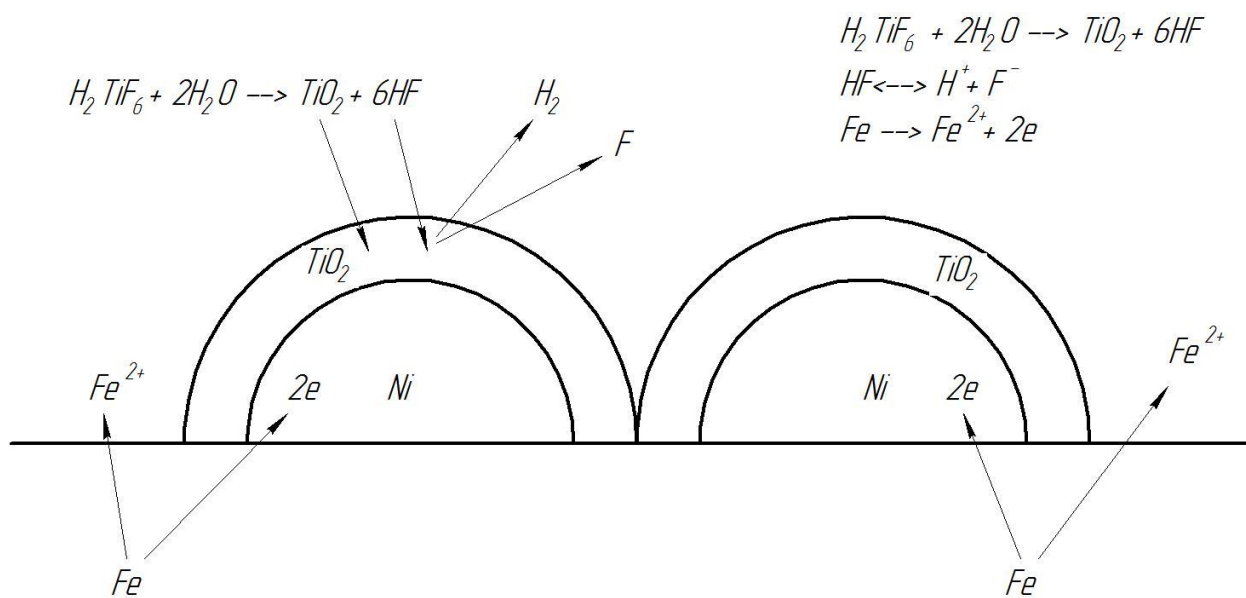


Рисунок 4 – Образование оксидтитановых покрытий

«Была опробована возможность интенсификации процесса за счет введения в раствор таких известных ускорителей, как м-НБС, гидроксиламинсернокислый и молибдат аммония. Оказалось, что время формирования покрытия при этом не сокращается». [23]

Было выявлено, что в присутствии в растворе ионов никеля введение в раствор молибдада аммония в количестве 0,1...0,3 г/л приводит к резкому повышению защитной способности с 15 до 25 секунд. Положительных эффектов от введения других ускорителей не наблюдалось, более того в ряде случаев снижалась защитная способность и ухудшался внешний вид покрытий. Обзорные РФЭ спектры (рисунок 5) показывают наличие в покрытии молибдена (Mo), кислорода (O), железа (Fe) и титана (Ti), причем

графики некоторых имеют два экстремума. Анализ показал, в каких соединениях в покрытии присутствуют отдельные спектры элементов.

«Широкий пик кислорода и вид спектра и положение максимума для титана и железа свидетельствуют и наличии в покрытии оксидов титана и железа. Изучено влияние температуры раствора по защитную способность получаемых покрытий. Выявлено, что нагревание раствора до 40 раствора до 40 градусов не приводит к существенным изменениям внешнего вида и защитной способности покрытий, после 40 градусов начинается снижение защитной способности. Таким образом за рабочий диапазон может быть выбран интервал 18...25 °С, допускается разогрев раствора до 40 градусов».

[23]

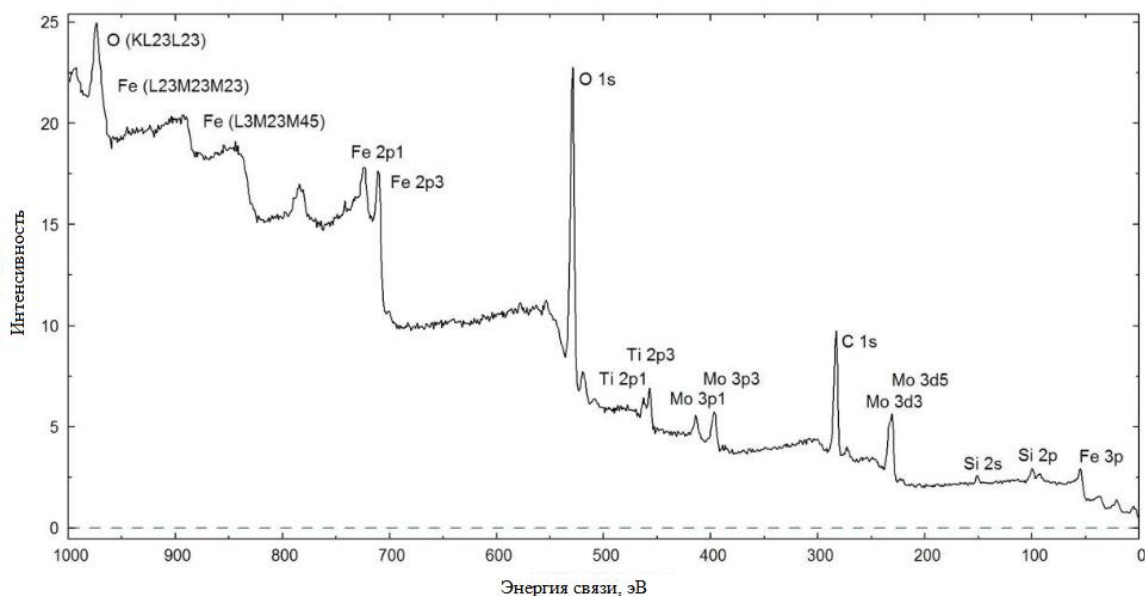


Рисунок 5 – Обзорный спектр образца с оксидтитановым покрытием

Эллипсометрическим методом была определена в зависимости от времени осаждения толщина покрытия. В первые три минуты толщина покрытия растет и стабилизируется в районе 60 нм (рисунок 6). С учетом этих данных принято оптимальная длительность процесса 3 минуты.

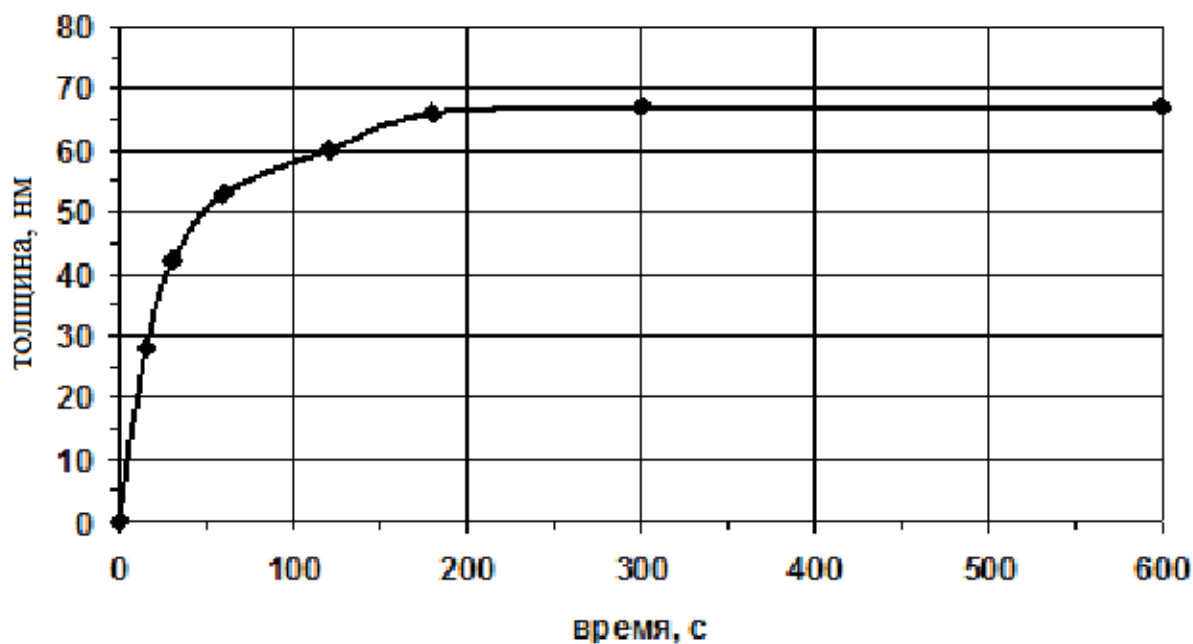


Рисунок 6 – Зависимость толщины получаемого слоя от времени нанесения

«Проведены циклические коррозионные испытания окрашенных стальных образцов с адгезионным оксидтитановым покрытием. Испытания стальных образцов в сочетании с катафорезным грунтом марки РРJ или порошковой полиэфирной краской ARSONSISI [4] проводили в камере соляного тумана в течение 10 суток в соответствии с международным стандартом и с ГОСТ 9.401-91 [19]. Испытания показали, что оксидтитановые покрытия по защитной способности удовлетворяют предъявляемым требованиям, поскольку ширина проникновения коррозии от места надреза во всех случаях не превышает 2,0 мм после 240 часов испытаний (рисунок 7)». [23]

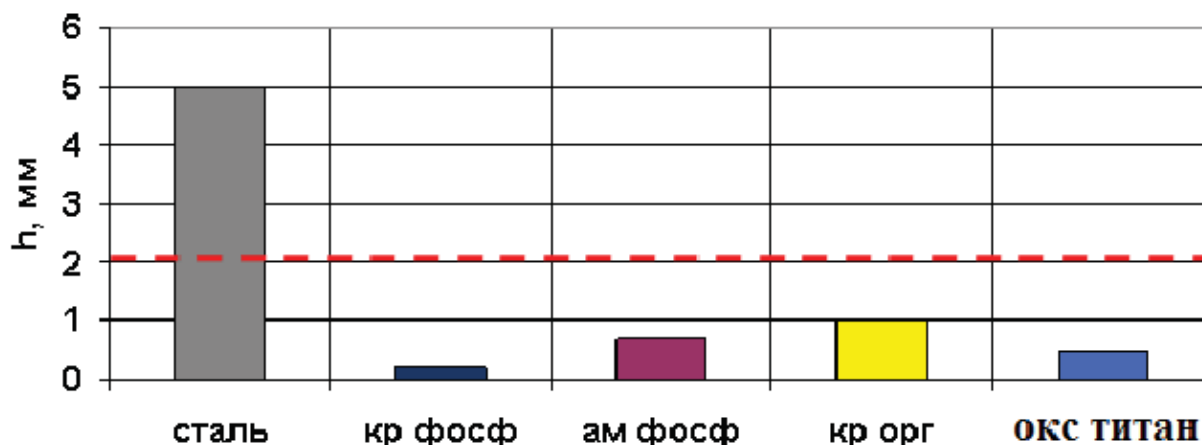


Рисунок 7 – Результаты коррозионных испытаний

Таким образом, в результате этой работы изучался процесс нанесения оксидтитановых покрытий. В результате был разработан раствор и определены параметры процесса, при котором наносятся адгезионные оксидтитановые слои, удовлетворяющие всем предъявляемым требованиям.

«Защита кузова автомобиля от коррозии, как правило, осуществляется либо электрохимическим способом, либо использованием различных ингибиторов коррозии [10]. Электрохимическая защита основана на снижении скорости коррозии путем смещения потенциала до значений, соответствующих крайне низким скоростям растворения. В зависимости от направления смещения потенциала металла электрохимическая защита подразделяется на катодную и анодную». [30]

Большую популярность для повышения коррозионной стойкости автомобильных кузовов получили всевозможные ингибиторы коррозии. Среди них пленкообразующие ингибиторные нефтяные составы, пластинчатые консервационные смазки, мастики, восковые составы. [27] На мировых рынках присутствуют различные ингибиторы коррозии для обработки кузовов автомобилей отечественных и зарубежных производителей различных ценовых категорий. Они, соответственно, обладают различными характеристиками и эффективностью.

Авторами [30] проводились испытания образцов из стали 09Г2С размерами 50x50x2 мм. Сталь 09Г2С отличается низкой устойчивостью к коррозии. Поверхность образцов заранее подвергалась шлифованию до шероховатости Ra 0,325 мкм.

Образцы подвергались обработке следующими ингибиторами коррозии: 1) пушечное сало «Ойлрайт»; 2) грунт универсальный «Kudo»; 3) антикоррозионный материал «Dinitrol Metallic».

«Образцы после выдержки взвешивали и определяли толщину слоя h нанесенного ингибитора по формуле (1)

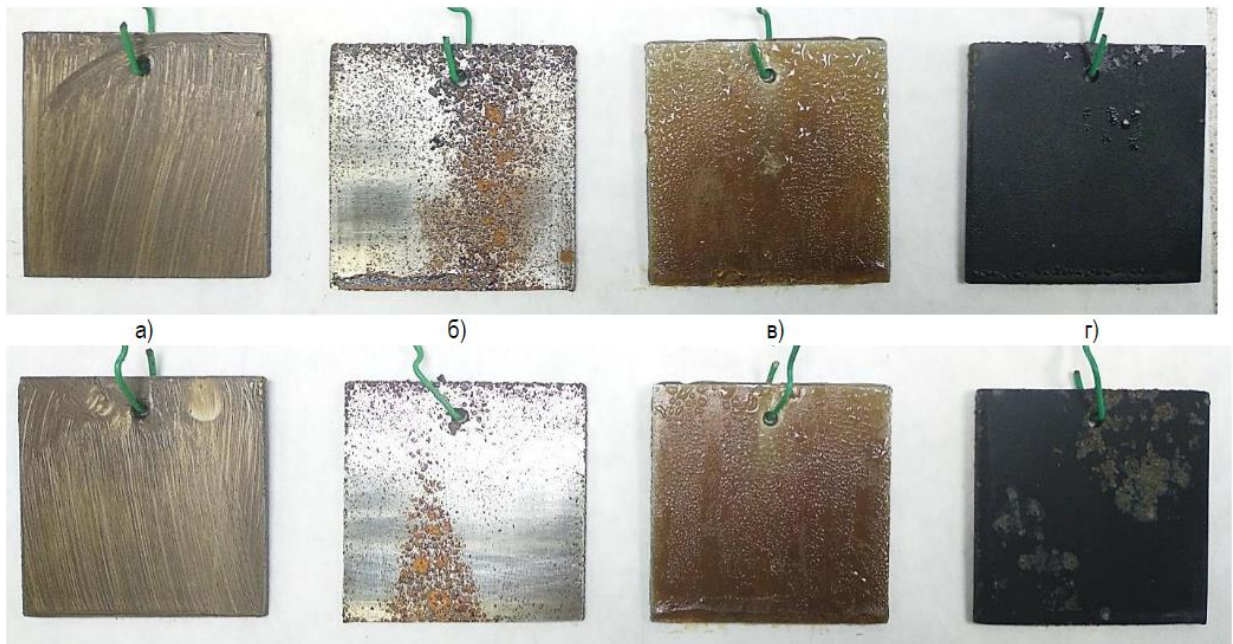
$$h = \frac{m_1 - m_0}{\rho \times F \times 0,1}, \quad (1)$$

где m_1 – массы пластины с нанесенным ингибитором коррозии, г; m_2 – масса чистой пластины, г; ρ – плотность антикоррозионного материала, г/см³; F – площадь поверхности пластины, см²». [30]

«Коррозионные исследования с периодической конденсацией влаги на образцах проводили на основе ГОСТ Р 9.905-2007 [20]. Для этого на верхней крышке лабораторного эксикатора была смонтирована струна для подвешивания образцов. В чашу эксикатора наливали дистиллированную воду до уровня выступа в нижней части чаши. Затем на выступ устанавливали фарфоровую вставку с отверстиями. Пластины с нанесенными ингибиторами коррозии подвешивались в эксикаторе. После этого крышка эксикатора закрывалась». [30]

По окончании экспериментов продукты коррозии очищались с поверхностей образцов согласно ГОСТ Р 9.907-2007 [21] химическим способом.

Исследования показали, что на образцах с покрытием «Dinitrol Metallic» продукты коррозии отсутствовали (рисунок 8).



а – «Dinitrol Metallic»; *б* – без обработки; *в* – «Ойлрайт»; *г* – «Kudo»
 Рисунок 8 – Фото образцов после проведения экспериментов

На образце, которые не обрабатывались никакими средствами (рисунок 8б), видны явные пятна коррозии на довольно большой части. На пластине, покрытой пушечным салом «Ойлрайт» (рисунок 8в) также нет следов коррозии, но есть следы конденсации влаги в виде небольших капель. На образцах с покрытием «Kudo» видны следы коррозии, которая проникла на небольшую глубину, которая со временем увеличивалась.

Таким образом, в данных испытаниях лучшие антикоррозионные свойства показали образцы с нанесенным на них антикоррозионным материалом «Dinitrol Metallic». Это значит, что данным антикоррозионный материал эффективен для обработки кузовов легковых автомобилей в местах колесных арок, днища и так далее, где возникают благоприятные среды для возникновения коррозии металла.

Результаты коррозионных испытаний при погружении образцов в электролит показывают, что площадь металла с коррозией на поверхности пластины, не обработанной ингибитором, составляет порядка 88% от всей площади образца (рисунок 9).



а)



б)



в)



г)

а – без обработки; б – с покрытием «Kudo»; в – с покрытием «Dinitrol Metallic»;
г – с покрытием «Ойлрайт»

Рисунок 9 – Фото образцов после воздействия на них электролита

Результаты проведения данного эксперимента приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Определение площади коррозии

Покрытие	Площадь коррозии на стороне 1, мм ²	Площадь коррозии на стороне 2, мм ²	Общая площадь коррозии, мм ²	Общая площадь коррозии, %
Без покрытия	2086	2192	4278	88
«Ойлрайт»	11	29	40	0,8
«Kudo»	307	274	581	11,9
«Dinitrol Metallic»	1527	498	2025	41,6

Самым износостойким антикоррозионным ингибитором по отношению к раствору электролита оказалось пушечное сало «Ойлрайт», оно наиболее сильно защищает стальную поверхность от воздействия солей. Наиболее слабо из изучаемых средств защищает стальную поверхность материал «Dinitrol Metallic».

Значения изменения масс пластин после удаления продуктов коррозии представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Значения изменения масс пластин после удаления продуктов коррозии

Покрытие	Масса образца, г	Масса образца после испытаний, г	Изменение массы образца, г
«Ойлрайт»	45,4877	45,468	0,0192
«Kudo»	46,1906	46,112	0,0779
«Dinitrol Metallic»	45,5878	45,443	0,1458
Без покрытия	45,5218	45,318	0,2044

На рисунке 10 представлены графики скорости роста коррозии на поверхности экспериментальных пластин с нанесенными антикоррозионными покрытиями и без них.

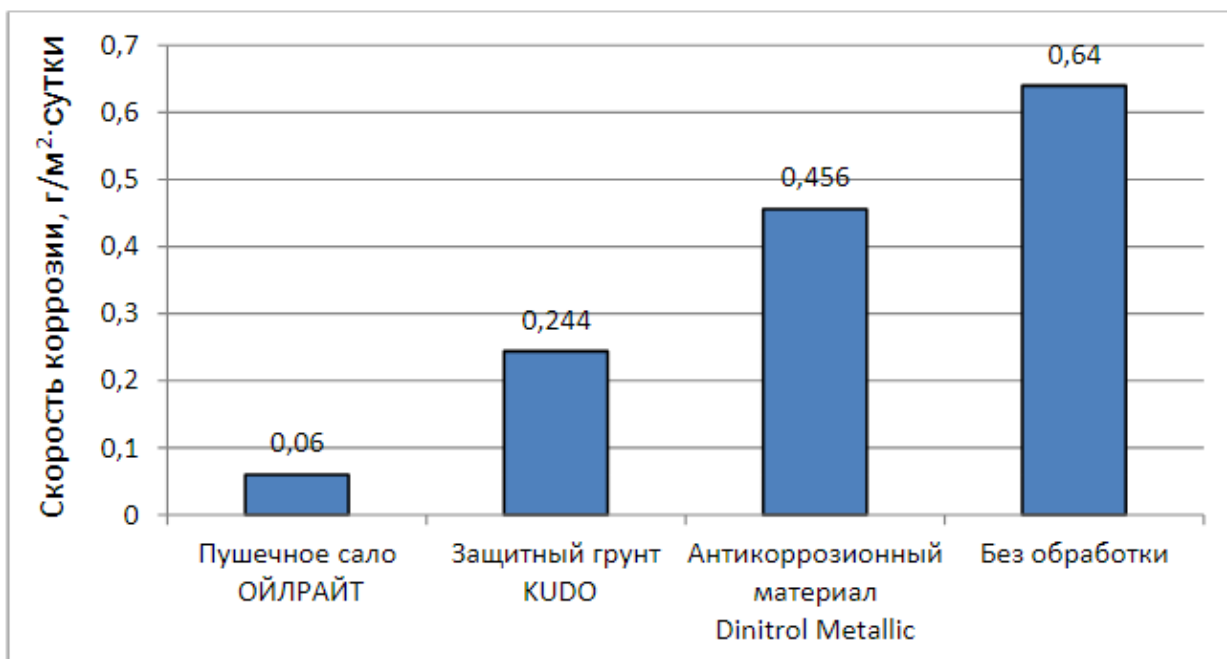


Рисунок 10 - Графики скорости роста коррозии на поверхности экспериментальных пластин

«Наименьшая скорость коррозии (0,06 г/м² в сутки) получена для пластины, обработанной пушечным салом «Ойлрайт», скорость коррозии замедляется почти в 11 раз по сравнению с пластиной не обработанной ингибитором. Менее стойкой к раствору электролита оказалось пластина, обработанная материалом «Dinitrol Metallic». Покрытие снизило скорость коррозии лишь в 1,4 раза. Защитный грунт «Kudo» замедлил скорость коррозии до 0,244 г/м² в сутки или в 2,6 раза. Эффективность ингибиторов оценивалась степенью защиты покрытия. Антикоррозионный материал «Dinitrol Metallic» защищает сталь от воздействия солей только на 28,8%, грунт «Kudo» обеспечивает степень защиты на 61,9%. Наивысшей степенью защиты от воздействия магния хлористого, кальция хлористого, натрия сернокислого, натрия хлористого обладает пушечное сало «Ойлрайт», его степень защиты составило 90,6%». [30]

Таким образом, при выборе активных сред необходимо руководствоваться данными эксперимента.

Для осуществления наружной шумоизоляции кузовов легковых автомобилей используют несколько обмазочных материалов, которые обладают данными полезными свойствами.

Битумно-каучуковые мастики используют как при производстве автомобилей, так и для гидроизоляции при строительстве зданий и сооружений. Этот вязкий материал состоит битума, который придает покрытию влагозащитные свойства, каучука, который своими эластичными свойствами предотвращает покрытие от растрескивания при низких температурах. У такого покрытия довольно большая вязкость, поэтому наносится оно методом обмазки.

Еще одним вариантом снижения уровня шума и увеличения коррозионной стойкости кузовов автомобилей (рисунок 11) является нанесение резинобитумной мастики. Этот материал состоит из битума, получаемого из нефти, а также резиновой крошки.



Рисунок 11 – Днище автомобиля с резинобитумным покрытием

Резинобитумные мастики не соответствуют по качеству некоторым стандартам, поэтому в крупносерийном и массовом производстве легковых автомобилей не используются.

Еще одним материалом для обработки кузовов автомобилей является традиционный «мовиль». Название этого материала появилось от названий научно-исследовательских институтов-разработчиков (Москва-Вильнюс). Этот материал изолирует поверхности металла и полностью герметизирует их. Кроме этого этот материал имеет свойства борьбы с ржавчиной. Мовиль может применяться с любыми типами красок. Недостатком его является то, что он не становится твердым (у него малая вязкость), поэтому применяется он в основном внутри автомобилей поверх основной краски.

Составы на парафиновой основе осуществляют в основном антикоррозийное действие. Они активно действуют до тех пор, пока антикор имеет жидкую фазу. Недостатком этих покрытий является недостаточная механическая прочность, поэтому их также как и мовиль используют в основном внутри кузовов.

Еще одним видом покрытий, который является и антикоррозионным и противозащитным, является нанесение пластоизольных мастик. Этот вид покрытий стандартизирован ТУ 2241-006-48677159-2011. [33]

«Мастика пластоизольная предназначена для защиты днища и порогов кузова автомобилей от абразивного износа и коррозии. Мастика пластоизольная наносится на катафорезную металлическую поверхность. Мастика пластоизольная представляет собой дисперсию поливинилхлоридных смол в пластификаторе с добавлением наполнителей, термостабилизаторов, стабилизаторов вязкости, адгезионных, тиксотропных и других добавок». [33]

«В комплект поставки должны входить: мастика пластоизольная, сертификат качества, копия свидетельства о государственной регистрации, сертификат по форме, представленной ГИБДД Российской Федерации,

аварийная карточка системы информации об безопасности. Каждая партия мастики пластизольной поставляется в упаковках в сухих, закрытых металлических контейнерах вместимостью 1000 л без пластиковых вкладышей, а также упакованной в сухих, закрытых металлических бочках по ГОСТ 13950-91 [16], тип 1А2 вместимостью 200 л с двойными вкладышами из полиэтиленовой пленки толщиной 0,080-0,100 мм по ГОСТ 10354-82 [12], внутренний вкладыш с т-скользящей добавкой. Верхняя часть вкладышей скрепляется любым способом, обеспечивающим сохранность и переработку материала. В соответствии с ГОСТ 12.1.044-89 [23] мастика пластизольная относится к горючим невзрывоопасным материалам: температура вспышки 300°С, температуры воспламенения 400°С, теплотворная способность 24,1 МДж/кг. При контакте с водой, кислотами, щелочами и кислородом воздуха мастика пластизольная не горит и взрывобезопасна». [33]

«На приспособлении для нанесения диска опытного испытуемого образца проводят контроль правильности установки глубины цилиндра с помощью штангенциркуля, при необходимости регулируют при помощи винта и гайки, затем фиксируют положение. На дно цилиндра укладывают полиэтиленовую пленку, вырезанную с помощью кругового ножа. Затем цилиндр устройства заполняют мастикой, таким образом, чтобы в нем не было пузырьков. Избыток мастики устраняют с помощью шпателя. Приспособление устанавливают над пластиной так, чтобы цилиндр с мастикой был направлен вниз и располагался над серединой пластины в ее верхней части. Затем мастика в форме диска выдавливается на пластину, а устройство аккуратно поднимают с подложки. При помощи маркера обозначают нижнюю границу диска мастики». [33]

«Пластина с нанесенным диском мастики сразу же устанавливается на подставке под углом $(60 \pm 2)^\circ$ к горизонтали и выдерживается в лабораторных условиях в течение 30 минут. Затем контролируют положение диска мастики, и в случае его стекания или смещения, при помощи маркера

обозначают его положение на пластине. После чего образец, также на подставке под углом $(60 \pm 2)^\circ$ к горизонтали устанавливают в термошкаф, нагретый до температуры $(145 \pm 2)^\circ\text{C}$, и выдерживают в течение 30 минут. Затем образец извлекают из термошкафа, охлаждают до комнатной температуры и, в случае стекания или смещения диска мастики, при помощи маркера обозначают его положение на пластине. Образец осматривают и с помощью линейки измеряют величину стекания или смещения диска мастики. Стеkanie (изменение формы слоя мастики) и смещение нижней границы слоя мастики (сползание диска, но без изменения формы) не допускается». [33]

Таким образом, в этом разделе мы проанализировали различные виды покрытий, которые наносятся на кузов новых легковых автомобилей, оценили их достоинства, недостатки и применимость с том или ином случаем.

5 Автоматизация процесса нанесения покрытий

Автоматизация технологических процессов в машиностроении является очень важным аспектом в развитии производства. От степени автоматизации производства зависит стабильность качества и себестоимость выпускаемой продукции.

«Решающим фактором роста производительности труда и качества в автомобилестроении Японии явилось существенное повышение а 1970-80-х годах технического уровня как основного, так и вспомогательного производства, резкий рост его автоматизации. Важной особенностью автомобилестроения Японии тех лет являлся самый высокий среди других автомобилестроительных компаний мира уровень автоматизации производства, ориентированный на широкое использование передовых технических процессов и гибких переналаживаемых комплексов с широким применением манипуляторов и роботов. Автомобилестроение в этой стране выступало в роли катализатора в производстве автоматического станочного оборудования, средств управления производством и важного стимулятора развития прикладной электронной промышленности». [29]

На большинстве машиностроительных предприятий после технологических процессов связанных с механической и термической обработкой изделий производится их окраска. Такую операцию можно автоматизировать промышленным роботом, оснатив его пульверизатором. Роботы-окрасчики (рисунок 12) программируются так, чтобы он многократно выполнял одну и ту же работу, при этом программой регулируется скорость нанесения краски, грунта или мастики. Роботизированная окраска зачастую дает лучшее качество окрашенной поверхности, так как исключаются неточности и другие факторы, свойственные человеку. [6]



Рисунок 12 – Робот для окраски

Еще одним технологическим процессом, который может выполняться аналогичным способом является нанесение антикоррозионных покрытий на металлические поверхности для защиты их от различного рода воздействий из окружающей среды.

На сегодняшний день для нанесения наружных покрытий, уменьшающих проникновение шумов в салон, чаще всего применяется метод автоматизированного окунания части кузова в ванны, в которых находятся различные антикоррозионные и противомумные мастики.

Самым распространенным способом нанесения мастики на кузов легковых автомобилей является обмазывание вручную. При этом либо кузов поднимается вверх и проходит над головой маляра, который производит обмазку мастики, либо кузов проходит по конвейеры в перевернутом состоянии так, чтобы маляру было удобно наносить мастику вручную (рисунок 13).



Рисунок 13 – Подача кузовов по конвейеру при ручном нанесении мастики

В нашем случае работой предлагается для нанесения шумоизоляционной мастики применять промышленный робот, аналогично нанесению лакокрасочного покрытия. Такой метод нанесения, также как и способ нанесения вручную, может быть либо в горизонтальном положении кузова, либо в положении под углом.

Затруднение вызывает то, что краски и лаки имеют малую степень вязкости, а мастики большую. Значит необходимо подобрать такой вид шумоизоляционной мастики, вязкость которой бы позволяла наносить ее методом распыления или разбавлять мастику материалами, которые бы имели большую скорость испарения. [1]



Рисунок 14 – Вертикальный автоматизированный способ нанесения мастики

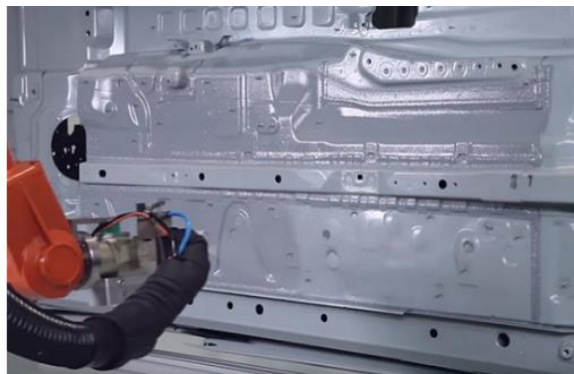


Рисунок 15 – Автоматизированный способ нанесения мастики под углом

Согласно действующим стандартам, например ГОСТ 15150-69 [17], необходимо наносить антикоррозийную и шумоизоляционную пластоизольную мастику на кузова автомобилей.

Робот, наносящий покрытие, предлагается оснастить пистолетом, имеющим две форсунки, представленном на рисунке 16, и в графической части работы.

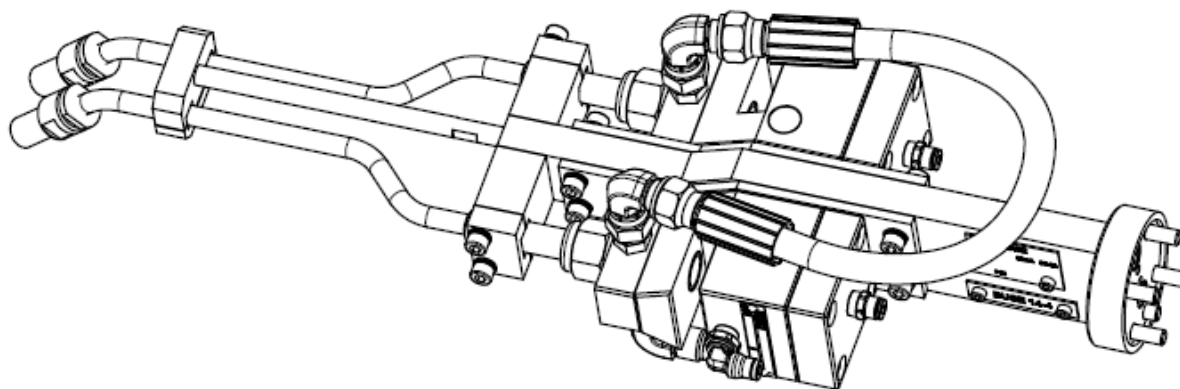


Рисунок 16 – Пистолет для нанесения мастики

Пластоизольная мастика - это смесь поливинилхлоридных смол в пластификаторе с включением термостабилизаторов, регуляторов вязкости и других веществ. Российские производители автомобилей закладывают

толщину такого покрытия 800...1500 мкм, максимальная толщина такого слоя может быть до 2500 мкм.

В Европе существует технология нанесения мастики под названием «Старт-Стоп», при которой кузова на конвейере в количестве не менее 10 штук помещают в специальную камеру. В это время конвейер останавливают для выполнения цикла нанесения данного покрытия (рисунок 17).



Рисунок 17 – Технология «Старт-Стоп»

В зависимости от производительности роботов и площади нанесения покрытия кузова выдерживаются в данной камере, а затем кузова перемещаются в сушильную камеру или печь. Там покрытие принимает более твердую форму. Также для сушки могут использоваться сушильные инфракрасные лампы.

6 Безопасность и экологичность технического объекта

6.1 Исходные данные

Данная работа направлена на исследование различных способов нанесения противозумового покрытия на наружную часть кузова автомобиля Лада Веста, который выпускается на АО «АВТОВАЗ». От шумоизоляции зависит комфорт пребывания в салоне легкового автомобиля, что, несомненно, сказывается и на безопасности, и на качестве и привлекательности автомобиля в целом.

В качестве материала для нанесения этого покрытия выбрана мастика пластизольная поливинилхлоридная.

«В соответствии с ГОСТ 12.1.044-89 [23] мастика пластизольная относится к горючим невзрывоопасным материалам:

- температура вспышки 300°С;
- температуры воспламенения 400°С;
- теплотворная способность 24,1 МДж/кг». [33]

«При контакте с водой, кислотами, щелочами и кислородом воздуха мастика пластизольная не горит и взрывобезопасна». [33]

«В помещениях, где производится и хранится мастика пластизольная, запрещается использование открытого огня и электрооборудования с открытой спиралью. В помещениях устанавливается знак безопасности «Запрещается пользоваться открытым огнем» по ГОСТ 12.4.026 [15]. Должны соблюдаться требования пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.044-89 [23]. По степени воздействия на организм мастика пластизольная относится к малотоксичным и малоопасным продуктам при пероральном введении – 4 класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76 [13]. Кожно-резорбтивным и кожно-раздражающим действием не обладает». [33]

«Ни один компонент продукта не входит в список канцерогенных и ядовитых веществ, согласно предписаниям здравоохранительных и

санитарно-эпидемиологических органов. При нормальных условиях, то есть при отсутствии других химических реагентов и высокой температуры, материал стабилен в своих химических и физических параметрах». [33]

Производственные помещения должны быть оборудованы общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией и соответствовать санитарным нормам СНиП 41-01-2003 [31]. Оборудование, емкости, коммуникации должны быть герметичны, работы механизированны.

6.2 Производственный микроклимат

В помещениях при ручном способе нанесения мастики на кузов легковых автомобилей стены постоянно смачиваются водой, а также существуют мероприятия, которые выполняются после нанесения покрытий на партию кузовов.

В связи с автоматизацией процесса нанесения мастик на кузова автомобилей «Лада-Веста», производимых на ОАО «АВТОВАЗ» эти мероприятия можно сократить.

Автоматизация процесса представляет собой постановку работа, у которого на «руку» закрепляется распылитель, при помощи которого выполняется нанесение мастики пластоизольной поливинилхлоридной на кузов автомобиля.

Автоматизация приводит к тому, что из вредной зоны окраски практически выводится рабочий-маляр. Это приводит с одной стороны к экономической выгоду, так как при крупносерийном производстве, которое существует на данный момент на ОАО «АВТОВАЗ», затраты на покупку и установку работа-окрасчика вместо рабочего-маляра довольно быстро окупятся. С другой стороны данное мероприятие увеличит безопасность работ в целом, производимых на данном автомобилестроительном предприятии, так как работа маляра является довольно вредной из-за

имеющихся в виде взвесей в воздухе окрасочной камеры частиц пластизольной поливинилхлоридной мастики.



Рисунок 18 – Робот для нанесения мастики на днище автомобиля

«В процессе труда в производственном помещении человек находит под влиянием определенных метеорологических условий, или микроклимата – климата внутренней среды этих помещений. К основным нормируемым показателям микроклимата воздуха рабочей зоны относятся температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Существенное влияние на параметры микроклимата и состояние человеческого организма оказывает также интенсивность теплового излучения различных нагретых поверхностей, температура которых превышает температуру в производственном помещении». [26]

В нашем случае при автоматизации процесса нанесения мастики вводится новое оборудование, которое будет нагреваться под действием сил трения. Поэтому для улучшения микроклимата необходимо оснастить

помещение приточной вентиляцией. Это снизит температуру воздуха в рабочей зоне и улучшит условия труда.

6.3 Электробезопасность

При автоматизации процесса нанесения мастики на кузов легковых автомобилей мы применили робот, который является электрической установкой, потребляющей электрический ток. С этим связана возможность возникновения поражения рабочих-наладчиков электрическим током.

«Электрические установки, приборы и агрегаты широко распространены в различных отраслях техники и в быту. При работе с ними необходимо соблюдать требования электробезопасности, которые представляют собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества». [26]

Для электробезопасности работа по нанесению мастики на кузов автомобиля необходимо выполнить изоляцию токопроводящих частей, защитное заземление электроустановки. Заземление даст функцию установке на выключение в случае возникновения скачка напряжения, связанной с той или иной причиной. Защитному заземлению подвергают части электроустановок, доступные для прикосновения человека.

6.4 Безопасность работы оборудования под давлением выше атмосферного

В работе робота при нанесении антикоррозионного и шумоизолирующего покрытия используется воздух, который подается в систему разбрызгивателя для подачи мастики в струе воздуха под давлением.

Как уже описывалось мастика пластизольная поливинилхлоридная не является взрывоопасным веществом.

Существует возможность разгерметизации пневмосистемы робота. Технологические причины разгерметизации – это различные дефекты (трещины, вмятины, дефекты сварки и так далее), возникшие при хранении, изготовлении и транспортировке оборудования. Для своевременного обнаружения этих дефектов применяют различные методы контроля: внешний осмотр, неразрушающие методы контроля (люминесцентный, ультразвуковой метод). Необходимо тщательно следить за исправностью оборудования.

Таким образом, мы оценили возможные вредные и опасные производственные факторы, связанные с работой робота по нанесению мастики на кузов автомобилей «Лада Веста» на ОАО «АВТОВАЗ». Даны рекомендации по минимизации производственного травматизма.

6 Экономическая эффективность

В этом разделе проведем сравнение двух вариантов нанесения мастики на кузов легкового автомобиля Лада Веста. Годовая программа выпуска автомобилей Лада Веста на ОАО «АВТОВАЗ» составляет 400 000 автомобилей в год.

Первым (базовым) вариантом является нанесение мастики маляром-рабочим при помощи пневматического аппарата по нанесению краски. Время, за которое эту работу выполняет маляр, равняется 2,58 минуты.

Проектным вариантом является нанесение мастики роботом-окрасчиком. Стоимость этого робота составляет 3360000 рублей. Время, за которое, днище автомобиля покрывает мастикой робот равно 2,12 минуты.

Таким образом, сокращается время окраски каждого кузова автомобиля при внедрении робота. Соответственно предполагается, что применение робота вместо рабочего-маляра должно дать экономическую выгоду. Чтобы предположения подтвердить или опровергнуть, необходимо провести некоторые экономические расчеты, на основании которых можно будет сделать заключение о целесообразности таких изменений.

Расчеты будут проводиться последовательно по двум вариантам, то есть, сначала рассчитаем расходы по базовому варианту, а затем – по проектируемому.

В базовом варианте мастику на кузов наносит маляр, поэтому рассчитаем его заработную плату с учетом обязательных социальных выплат предприятия, по формуле (2)

$$Z_{ПЛ.Р} = \left(\frac{P_{ОБЩ} \cdot C_{ч} \cdot \Phi_{ЭР} \cdot K_{ЗР}}{П_r} \cdot K_{У} \cdot K_{ПФ} \cdot K_{ПР} \cdot K_{Д} \cdot K_{Н} \right) \cdot (1 + K_{С}) \quad (2)$$

где: « $P_{ОБЩ}$ – общее количество рабочих (маляров) необходимых для выполнения заданных работ, чел;

$C_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка, руб./час.;

$\Phi_{\text{ЭР}}$ – эффективный годовой фонд времени рабочего, час;

$\Pi_{\text{Г}}$ – годовая программа выпуска, шт.;

$K_{\text{ЗР}}$ – коэффициент загрузки рабочего;

$K_{\text{У}}, K_{\text{ПФ}}, K_{\text{ПР}}, K_{\text{Д}}, K_{\text{Н}}$ – коэффициенты, соответственно, доплат за условия труда; доплат за профмастерство; премирования; доплат до часового, дневного и месячного фонда и доплат за вечерние и ночные часы;

$K_{\text{С}}$ – единый социальный налог» [25].

Общее количество рабочих-маляров составляет 23 человека. Это значение определено с учетом трудоемкости, программы выпуска, количества рабочих смен и времени нахождения в отпуске и на больничном, согласно законодательству. Поэтому заработная плата одного маляра за нанесение мастики на один автомобиль будут составлять:

$$Z_{\text{ПЛ.Р(баз)}} = \left(\frac{23 \cdot 126,55 \cdot 1731 \cdot 0,994}{400000} \cdot 1,04 \cdot 1,1 \cdot 1,35 \cdot 1 \cdot 1,076 \right) \cdot (1 + 0,3)$$
$$= 27,05 \text{ руб.}$$

Также расходную часть по выполнению этой операции в базовом варианте будут составлять: расходы на обслуживание и ремонт аппарата ($P_{\text{Р.ОБ}}$), расходы на электроэнергию ($P_{\text{Э}}$) и расходы на мастику ($P_{\text{М}}$).

Расходы на обслуживание и ремонт аппарата, которые приходятся на один автомобиль, определяем по формуле (3)

$$P_{\text{Р.ОБ}} = \frac{C_{\text{ОБ}} \cdot H_{\text{ОБ}} \cdot K_{\text{З}}}{\Pi_{\text{Г}}} \cdot K_{\text{Р}} \quad (3)$$

где: « $C_{\text{ОБ}}$ – цена пневматического аппарата для покраски, руб.;

H_{OB} – количество аппаратов необходимых для выполнения заданной программы;

K_3 – коэффициент загрузки аппарата;

K_P – коэффициент затрат на текущий ремонт» [25].

$$P_{P.OB(баз)} = \frac{590000 \cdot 5 \cdot 0,856}{400000} \cdot 0,3 = 1,9 \text{ руб.}$$

Расходы на электроэнергию, по одному автомобилю, которую потребляет пневматический аппарат, определяем по формуле (4):

$$P_{\mathcal{E}} = \frac{M_y \cdot T}{60} \cdot K_{II} \cdot C_{\mathcal{E}} \quad (4)$$

где: « M_y – установленная мощность аппарата, кВт;

T – трудоемкость выполнения операции, мин;

K_{II} – коэффициент потерь электроэнергии в сети;

$C_{\mathcal{E}}$ – тариф платы за электроэнергию» [25].

$$P_{\mathcal{E}(баз)} = \frac{2 \cdot 2,58}{60} \cdot 1,08 \cdot 5,05 = 0,7 \text{ руб.}$$

Расходы на мастику по одному автомобилю, определяются по формуле (5):

$$P_M = H_M \cdot C_M \quad (5)$$

где: « H_M – норма расхода мастики на один автомобиль, л;

C_M – стоимость 1 литра мастики, руб./л.» [25].

$$P_{M(баз)} = 3 \cdot 360 = 1080 \text{ руб.}$$

Далее проведем расчеты по проектному варианту. В данном случае расходы учитывают такие параметры: ремонт и обслуживание робота-окрасчика ($P_{P.OB}$), данные расходы определяются по формуле (3); электроэнергию ($P_{Э}$) – формула (4); мастика (P_M) – формула (5); производственную площадь ($P_{ПЛ}$) и заработную плату обслуживающего робот персонала ($Z_{ПЛ.OBСЛ}$).

$$P_{P.OB(np)} = \frac{3360000 \cdot 4 \cdot 0,88}{400000} \cdot 0,3 = 8,87 \text{ руб.}$$

$$P_{Э(np)} = \frac{3,5 \cdot 2,12}{60} \cdot 1,08 \cdot 5,05 = 0,68 \text{ руб.}$$

$$P_{M(np)} = 3 \cdot 360 = 1080 \text{ руб.}$$

Расходы на производственную площадь для робота определяются по формуле (6):

$$P_{ПЛ} = \frac{H_{OB} \cdot P_{уд} \cdot K_3}{ПГ} \cdot Ц_{ПЛ} \quad (6)$$

где: « $Ц_{ПЛ}$ – тариф эксплуатации производственной площади;

$P_{уд}$ – площадь, занимаемая одним роботом-окрасчиком» [25].

$$P_{ПЛ(np)} = \frac{4 \cdot 1,5 \cdot 0,88}{400000} \cdot 4500 = 0,06 \text{ руб.}$$

Зарботная плата обслуживающего робот-окрасчик персонала определяется по формуле (7):

$$Z_{ПЛ.P} = \left(\frac{H_{OБЩ} \cdot C_{ч.OБСЛ} \cdot \Phi_{ЭР} \cdot K_3}{ПГ \cdot H_{OБСЛ}} \cdot K_{У} \cdot K_{ПФ} \cdot K_{ПР} \cdot K_{Д} \cdot K_{Н} \right) \cdot (1 + K_C) \quad (7)$$

где: « $H_{ОБЩ}$ – общее количество оборудования, необходимого производства всей программы выпуска;

$C_{ч.ОБСЛ}$ – часовая тарифная ставка обслуживающего оборудование персонала, руб./час.;

$H_{ОБСЛ}$ – норма обслуживания оборудования для одного работника» [25].

$$Z_{ПЛ.Р(пр)} = \left(\frac{4 \cdot 146,52 \cdot 1731 \cdot 0,88}{400000 \cdot 20} \cdot 1,04 \cdot 1,1 \cdot 1,35 \cdot 1 \cdot 1,076 \right) \cdot (1 + 0,3) = 0,25 \text{ руб.}$$

Учитывая полученные значения по базовому и проектному варианту и методику расчета себестоимости, на рисунке 19 представлены итоговые значения этого показателя.

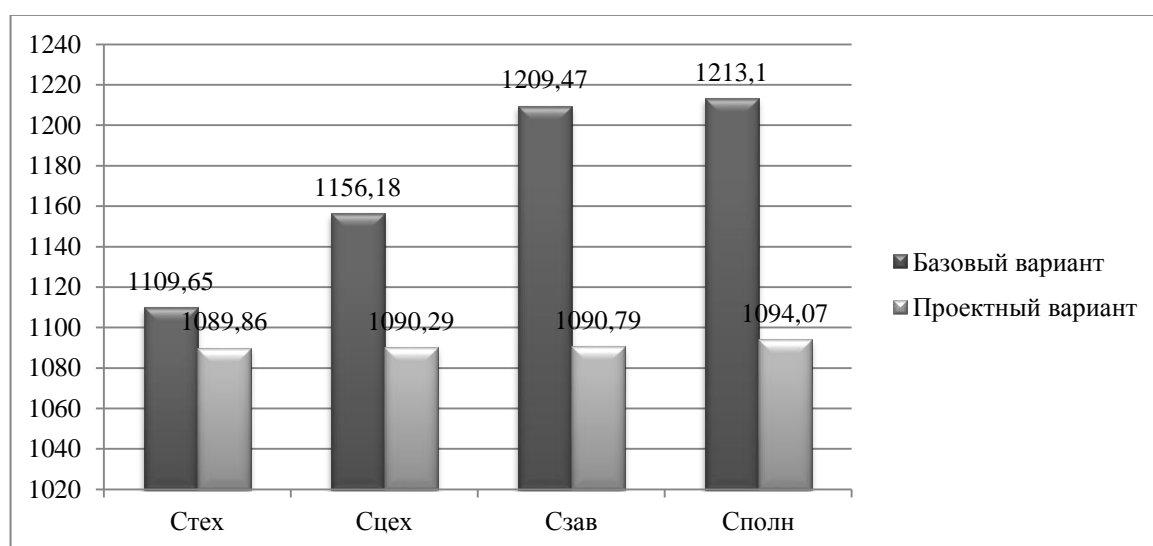


Рисунок 19 – Итоговые значения всех видов себестоимости по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 19, себестоимость в проектируемом варианте существенно снижается, разница значений полной себестоимости составляет 9,8 %, то есть в проектном варианте полная себестоимость ниже.

Используя, соответствующую методику [25] и программное обеспечение Microsoft Excel, была определена величина инвестиций в предлагаемые совершенствования. На рисунке 20 представлен объем инвестиций и его слагаемых.

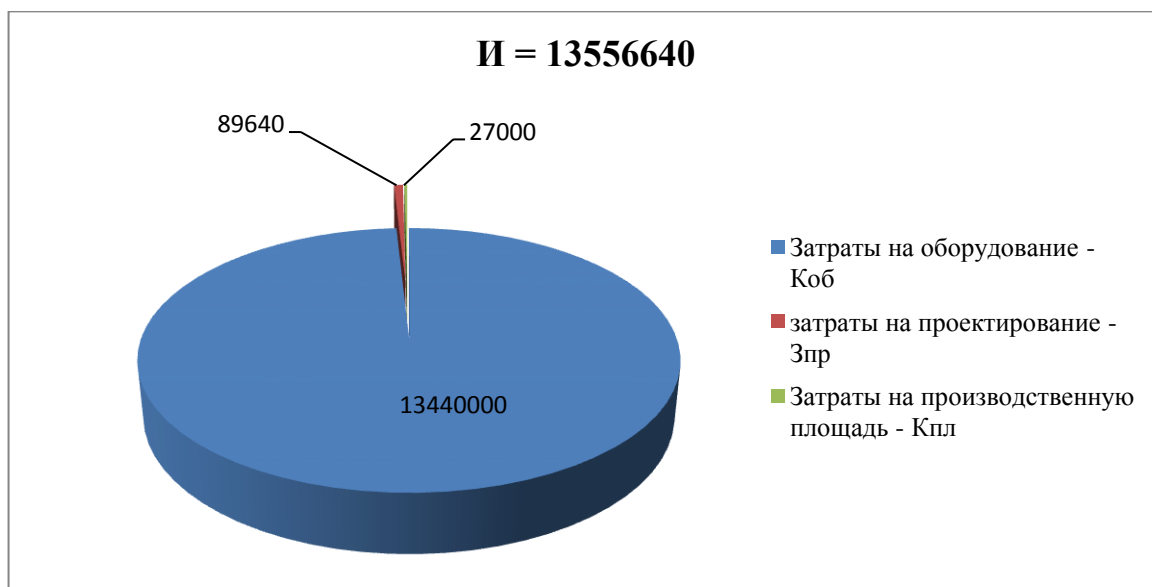


Рисунок 20 – Величина инвестиций в проект, руб.

Из рисунка 20 видно, что весомую долю инвестиций занимает покупка оборудования.

Итоговым расчетом станет определение экономического эффекта, который может быть получен от внедрения предложенных совершенствований. Применение специальной методики [25] и данных полученных в результате расчетов, получилась величина экономического эффекта со значением 2907589,6 руб. Как видно, эта величина – значение положительное, что означает, эффективность проекта, который может быть внедрен в производстве.

Заключение

В результате проделанной работы нами определены технологические мероприятия по увеличению коррозионной стойкости кузовов легковых автомобилей Лада Веста, выпускаемых на ОАО «АВТОВАЗ».

Первым методом увеличения коррозионной стойкости стальных автомобильных кузовов является внесение в химический состав сталей легирующих элементов, таких как цинк и медь. Данные мероприятия повышают не только коррозионную стойкость, но и увеличивают прочность листовых автомобильных сталей.

Кроме этого, необходимо следить за тем, чтобы стали имели минимальное количество коррозионно-активных неметаллических включений (это соединения на основе кальция), так как эти элементы способствуют ржавлению. Соответственно, необходимо заботиться о том, чтоб эти включения в процессе изготовления изделий не появлялись.

Далее был изучен вопрос нанесения на кузов автомобиля твердых оксидтитановых покрытий. В результате определен оптимальный химический состав раствора и определены параметры процесса, при котором наносятся адгезионные оксидтитановые слои, удовлетворяющие всем предъявляемым требованиям.

Рассмотрен вопрос о нанесении на наиболее подверженные поверхности кузовов эластичных антикоррозионных покрытий. В результате даны рекомендации по выбору таких покрытий в зависимости от условий эксплуатации автомобилей.

В последнем разделе предложена конструкция, которая автоматизировала бы процесс нанесения антикоррозионных мастик. Это существенно снизит себестоимость процесса нанесения.

Список используемой литературы

1. Chen H., Sheng W., Xi N., Song M. Automated robot trajectory planning for spray painting of free-form surfaces in automotive manufacturing. Conference on Robotics, 2002. p. 356-362.
2. Lu Q., Lai Q., Chai Z., Wei X., Xiong X., Yi H., Huang M. Revolutionizing car body manufacturing using a unified steel metallurgy concept. Science. 2021. p. 53-58.
3. Prosek T., Nazarov A., Goodwin F., Serak J. Improving corrosion stability of ZnAlMg by alloying for protection of car bodies. Surface and Coatings. 2016. p. 346-350.
4. T.S.N. Sankara Narayanan / Surface pretreatment by phosphate conversion coating – a revive // Rev. Adv. Mater. Sci. 2005. No 9. – P. 134-137.
5. Ulbrich D., Kowalczyk J., Stachowiak A., Sawczuk W. The Influence of Surface Preparation of the Steel during the Renovation of the Car Body on Its Corrosion Resistance. Coatings, 2021. p. 35-42.
6. Zbiss K., Kacem A., Santillo M., Mohammadi A. Automatic Collision-Free Trajectory Generation for Collaborative Robotic Car-Painting. IEEE Access, 2022. p. 118-129.
7. Алексеев Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Материаловедение» : учебное пособие / Г.В. Алексеев, И.И. Бриденко, С.А. Вологжанина. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 206 с.
8. Ваграмян Т.А. Фосфатирование. Современное состояние и перспективы развития в России / Т.А. Ваграмян, Н.С. Григорян, Д.В. Мазурова, А.А. Абрашов, Е.Ф. Акимова // Коррозия: материалы, защита. - №2, 2011. – С. 44-48.
9. Вербицкий В.В. Конструкционные и защитно-отделочные материалы в автомобилестроении : учебное пособие / В.В. Вербицкий, А.Б. Шепелев, А.Л. Мечкало. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 96 с.

10. Гайдар С.М. Совершенствование противокоррозионной защиты машин и оборудования АПК / С.М. Гайдар, Е.А. Петровская // Доклады ТСХА : сб. ст. – М. : Изд-во РГАУ-МСХА, 2018. – Вып. 290, Ч. II. – С. 225-227.
11. Галимов Э.Р. Материаловедение для транспортного машиностроения : учебное пособие / Э.Р. Галимов, Л.В. Тарасенко, М.В. Унчикова, А.Л.Абдуллин. - СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 448 с.
12. ГОСТ 10354-82. Пленка полиэтиленовая. Технические условия. – 23 с.
13. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – 7 с.
14. ГОСТ 12.1.044-89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – 100 с.
15. ГОСТ 12.4.026-2015. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний. – 81 с.
16. ГОСТ 13950-91. Бочки стальные сварные и закатные с гофрами на корпусе. Технические условия. – 34 с.
17. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. – 71 с.
18. ГОСТ 4041-71. Прокат листовой для холодной штамповки из конструкционной качественной стали. – 8 с.
19. ГОСТ 9.401-91. Лакокрасочные покрытия. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов. – 105 с.
20. ГОСТ Р 9.905-2007. Единая система защиты от коррозии и старения. Методы коррозионных испытаний. Общие требования. – 20 с.

21. ГОСТ Р 9.907-2007. Единая система защиты от коррозии и старения. Металлы, сплавы, покрытия металлические. Методы удаления продуктов коррозии после коррозионных испытаний. – 19 с.
22. Григорян Н.С. Фосватирование: учеб. пособие / Н.С. Григорян, Е.Ф. Акимова, Т.А. Ваграмян. – М. : Глобус, 2008. – 144 с.
23. Жиленко Д.Ю. Разработка технологии нанесения защитных адгезионных оксидотитановых покрытий на стальной основе / Д.Ю. Жиленко, А.А. Абрашов, Н.С. Григорян, Т.А. Ваграмян // Успехи в химии и химической технологии – №2(151), 2014. – С. 12-15.
24. Зайцев С.А. Основы теории дизайна легковых автомобилей : монография / С.А. Зайцев, Е.А. Вязникова. – Екатеринбург : Изд-во УрГАХУ, 2019. – 166 с.
25. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством : учеб.-метод. пособие / И.В.Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 183 с.
26. Кривошеин Д.А. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие для вузов / Д.А. Кривошеин, В.П. Дмитриенко, Н.В. Горькова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 223. – 340 с.
27. Куюков В.В. Сохранение антикоррозионных покрытий элементов кузова в эксплуатационных условиях / В.В. Куюков, С.А. Хуажев, В.В. Катков // КАНТ. – 2011. - №3. – С. 98-100.
28. Пачурин Г.В. Кузов современного автомобиля: материалы, проектирование и производство : учебное пособие для вузов / Г.В. Пачурин, С.М. Кудрявцев, Д.В. Соловьев, В.И. Наумов ; под общей редакцией Г.В. Пачурина. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 316 с.
29. Поезжаева Е.В. Промышленные роботы : учеб. пособие: в 3 ч. / Е.В. Поезжаева. – Пермь : Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – Ч. 2. – 185 с.
30. Сазонов Д.С. Влияние ингибиторов коррозии на эффективность защиты элементов кузова автомобиля / Д.С. Сазонов, М.П. Ерзамаев, С.Н.

Жильцов, А.П. Быченин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии - №1, 2020. – С. 29-36.

31. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – 60 с.

32. Солнцев Ю.П. Специальные материалы в машиностроении : Учебник / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин, В.Ю. Пиирайнен. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 664 с.

33. ТУ 2241-006-48677159-2011. Мастика пластизольная поливинилхлоридная EFCOAT PV 1270. – 28 с.

34. Фокин М.Н. Методы коррозионных испытаний металлов / М.Н. Фокин, К.А. Жигалова. – М. : «Металлургия», 1986. – 80 с.

Приложение А

Спецификация к сборочному чертежу

Таблица А.1 – Спецификация к сборочному чертежу

Формат Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
<i>Документация</i>					
A1		23.БР.ОТМП.250.001.000СБ	Сборочный чертеж		
<i>Сборочные единицы</i>					
	1	23.БР.ОТМП.250.000.100	Сопло	2	
	2	23.БР.ОТМП.250.000.200	Пистолет правый	1	
	3	23.БР.ОТМП.250.000.300	Пистолет левый	1	
<i>Детали</i>					
	4	23.БР.ОТМП.250.001.004	Пролонгатор	2	
	5	23.БР.ОТМП.250.001.005	Удлинитель жесткости	1	
	6	23.БР.ОТМП.250.001.006	Крепление	1	
	7	23.БР.ОТМП.250.001.007	Фланец нижний	1	
	8	23.БР.ОТМП.250.001.008	Фланец верхний	1	
	9	23.БР.ОТМП.250.001.009	Удлинитель правый	1	
	10	23.БР.ОТМП.250.001.010	Удлинитель левый	1	
	11	23.БР.ОТМП.250.001.011	Сухарь	2	
	12	23.БР.ОТМП.250.001.012	Пластина	2	
	13	23.БР.ОТМП.250.001.013	Суппорт	1	
<i>Стандартные изделия</i>					
	14		Винт М5х20 ГОСТ 11738-84	6	
	15		Винт М6х25 ГОСТ 11738-84	12	
	16		Винт М4х16 ГОСТ 10338-80	6	
23.БР.ОТМП.250.001.000					
			Распылитель		
			мастики		
			ТГУ, ТМд-1901а		
Копировал Формат А4					