МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и инженерной экологии
(наименование института полностью)

Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»
(наименование кафедры)

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Рациональное природопользование, рециклинг и утилизация отходов
(направленность (профиль))

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Выбор технологии и материалов для получения износостойкого покрытия порогов автомобилей 21214

Студент Е.В. Кудряшов _____
(И.О. Фамилия) (личная подпись)

Руководитель Е.П. Загорская _____
(И.О. Фамилия) (личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.п.н., доцент М.В. Кравцова _____
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

«_____»_____2018г.

Тольятти 2018

Аннотация

Представлен литературный обзор по выбору материалов и технологии защиты порогов автомобилей семейства 4x4 LADANIVA. Работа посвящена анализу поведения различных материалов и свойств покрытий на их основе, а также изучению влияния фторполимерной добавки ПТФЭ «ФОРУМ» на свойства покрытий. Исследованы и сравнены свойства покрытий до и после модификации, выбран материал AS-60 с оптимальными свойствами по стойкостью к агрессивным средам, с добавкой фторполимера «ФОРУМ» равная 1 мас. %. Из результатов испытаний покрытий выявлено, что модифицированные покрытиясПТФЭ «Форум» обладает лучшей стойкостью к истиранию по сравнению с покрытиями без добавок. Изучены государственные технические стандарты для проведения исследований.

Работа включает 9 таблиц, 18 рисунков, изложена на 63 страницах. Список используемых источников 41 наименования.

Оглавление

Обозначение и сокращения 5

Введение 6

Глава 1 Литературный обзор 8

1.1 Способы защиты порогов 8

1.1.1 Применение защитных покрытий 9

1.1.2 Обработка антигравием 10

1.1.3 Защитная пленка 11

1.2 Дополнительные пороги 12

Глава 2 Экспериментальная часть 14

2.1 Объект исследования 14

2.1.1 Грунт-эмаль АК-142 ООО «Краски для всех» 14

2.1.2 Грунт-эмаль AS-60 ООО «Экопол» 17

2.1.3 Эмаль GTGE ООО «Ханвал Рус» 20

Глава 3 Фторполимеры 22

3.1 Отходы фторопласта и их переработка 24

3.2 Суспензия фторопласта Форум 27

Глава 4 Исследование свойств покрытий 29

4.1 Методы определения технологических свойств материалов 29

4.2 Исследование декоративных и физико-механических свойств покрытия 34

4.3 Исследования защитных свойств и стойкости покрытия к агрессивным средам 43

4.4 Методика проведения испытаний на стойкость к истиранию основных и модифицированных покрытий 44

Глава 5 Результаты и их обсуждение 46

Заключение 57

Список используемых источников 58
Приложение А 62

Обозначение и сокращения

ЛКП -лакокрасочное покрытие

ЛКМ- лакокрасочный материал

Пк - покрытие

Т, °С- температура в градусах Цельсия

°С- градусы Цельсия

С- сухой остаток

%- проценты

$(-CF_2-CF_2-)_n$- Политетрафторэтилен

ПТФЭ- политетрафторэтилен

С-F- связь углерод фтор

Форум- суспензия фторопласта

ПАВ- поверхностно активное вещество

ОП-7- оксиэтилированныйнонилфенол

мкм - микрометры

г-граммы

η - вязкость

мПас- мега паскаль на секунду

ГОСТ -государственный общий стандарт технический

SST, SolarBox, Твердомер, Тайбер, Блескомер–оборудование, приборы

Введение

Степень важности вопросов защиты автомобиля от коррозии хорошо известна. В комплексе мер, применяемых в мировом автомобилестроении для решения вопроса антикоррозионной (АК) защиты, важное место занимает использование в процессе изготовления кузовов различных типов и марок материалов, применяемых для защиты порогов автомобиля.

Следует отметить, что функциональные свойства используемых при этом материалов позволяют комплексно решать стоящие перед производителями автомобилей задачи, а именно, эти материалы:

- обеспечивают собственно АК защиту;
- повышают потребительские свойства автомобиля;
- препятствуют абразивному износу ЛКП.

Основными факторами механического воздействия со стороны дороги на днище кузова автомобилей являются удары гравия (камней) и абразивный износ частицами песка, грязи, что актуально в реальных условиях эксплуатации.

Наибольшему абразивному износу подвергается днище кузова, арки колес и пороги пола. Учитывая неуклонно растущие требования потребителей, выбор способов защиты от воздействия механических внешних факторов является одной из приоритетных задач при разработке конструкции автомобиля и технологии его производства. В настоящее время для покрытия порогов автомобиля 21214 применяется грунт-эмаль АК-142 ООО «Краски для всех», имеющая проблемы по стойкости к истиранию и к воздействию агрессивных сред (бензина, изооктана, толуола, высокощелочных моющих составов (pH=12), применяемых на предпродажной подготовки на ПССС).

Фторполимерные материалы, как модификаторы, представляют особый интерес. Благодаря повышенной стойкости к различным воздействиям

использование их в качестве покрытий является весьма целесообразным для широкого спектра назначений. Однако их применение ограничено из-за сложной технологии переработки фторполимеров, а также в связи с высокой адгезионной активностью по отношению к металлическим поверхностям. Решением данных проблем является формирование покрытий на основе композиций олигомерных электролитов и водных дисперсий фторполимеров. При этом, образуется послойно-неоднородное покрытие, в котором за адгезию покрытия отвечает олигомерный компонент, а во внешнем слое содержится фторполимер, придающий покрытию гидрофобные и антифрикционные свойства. Интерес представляет получение таких покрытий, обеспечивающим лучшую антикоррозионную защиту, высокую стойкость к истиранию.

В связи с этим расширяются возможные области применения композиционных полимерных, покрытий, а одной из важных научно-технических задач становится разработка новых их видов и методов управления их свойствами.

Целью моей работы являлось проведение исследований физико-механических и защитных свойств различных материалов, применяемые для окраски порогов автомобилей, а также покрытий на их основе, модифицированных ПТФЭ. Выбор материала с оптимальным набором свойств для получения покрытий с высокими эксплуатационными свойствами.

Глава 1 Способы защиты порогов

1.1 Способы защиты порогов

Внешний вид любого автомобиля со временем утрачивает свое первоначальное состояние (рисунок 1), и на металле появляются следы коррозии. Проблемным местом в этом отношении считаются пороги, которые часто недостаточно хорошо подвергаются обработке антикором. Процесс образования ржавчины на металле неизбежен, поэтому основной задачей автовладельца является препятствовать ее появлению и обеспечить надежную защиту поверхности автомобиля [30].

Рисунок 1 - Внешний вид порога автомобиля

Виды коррозии

Выделяются два вида коррозии, жертвой которой могут стать пороги авто:

- химическая – содержащиеся в воде кислород и водород представляют собой естественные окислители, что создает условия для коррозии;

– электрохимическая – вода, содержащая соли и газы, попадая на поверхность металла, становится причиной возникновения электрического тока, которая зарождает образование коррозии.

Поверхность металла может быть подвержена разрушительному воздействию и одновременно двух видов коррозии. Поэтому очень важно обезопасить все элементы авто от их негативного воздействия. В этом могут помочь различные способы и материалы, выполнить которые можно своими руками [41].

1.1.1 Применение защитных покрытий

Нанесение защитных грунтовок (рисунок 2) является одним из самых распространенных способов борьбы с коррозией. Это метод позволяет создать прослойку между металлом авто и лакокрасочным покрытием. Грунт выступает в качестве изолятора, препятствуя попаданию воды или кислорода на металл. Но обеспечить полное предотвращение попадания воды на поверхность он не может, поэтому только немного отдаляет образование коррозии.

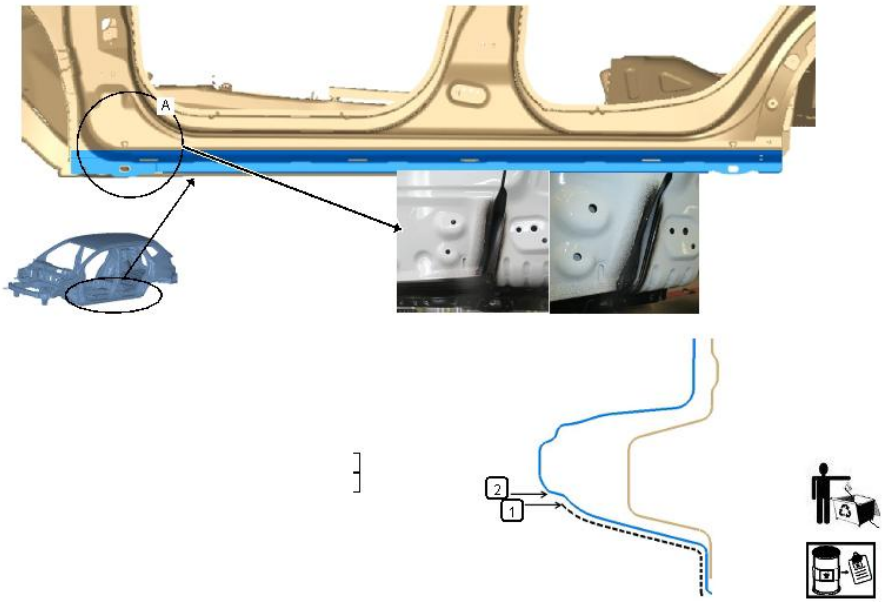

Рисунок 2 - Схема нанесения материалов на порог автомобиля

Однако, благодаря невысокой стоимости этот метод широко применяется для автомобилей среднего класса, в том числе для автомобилей 21214, 2131 на ПАО «АВТОВАЗ». В качестве грунт-эмалей применяются 1К органоразбавляемые материалы естественной сушки. Проблемы с материалами связаны с низкой стойкостью покрытий на их основе к истиранию и воздействию высокощелочных агрессивных составов, применяемых на предпродажной подготовке автомобилей на ПССС.

1.1.2 Обработка антигравием

Предупредить появление ржавчины на порогах позволяет антикор. Это специальное средство, создающее на поверхности защитную пленку, которая не пропускает влагу и соли к лакокрасочному покрытию. Перед тем, как использовать антикор, важно подготовить кузов.

Обработка порогов своими руками начинается с очистки поверхности от грязи, пыли и следов коррозии. Для этого нужно отправить авто на мойку, а затем при помощи наждачной бумаги зачистить участки ржавчины. Когда пятно зачищено, на него наносят слой грунтовки [30].

После того, как поверхность высохнет, нужно распылить специальный спрей антикор. Такое средство отлично растекается, образуя пленку, которая по свойствам схожа с восковой. Защита с помощью антикора помогает вытеснить влагу с поверхности кузова.

Основные их отличия следующие:

1) средства временной или постоянной защиты;
2) цветовая гамма (прозрачное, белое, черное, серое или с пигментом);
3) метод нанесения (кисточкой, аэрозольный, распыляющим пистолетом);
4) специальные присадки (модификатор ржавчины, антикоррозийная составляющая, повышенное сцепление с поверхностью).

Антигравийная обработка порогов автомобиля – несложная процедура, однако требующая некоторой подготовки. Прежде чем приступить к

локальному улучшению защиты кузова вашей машины, необходимо подобрать специальный раствор, называемый антигравием или антикором для порогов.

Преимущество этого метода заключается в доступности материалов и простоте технологии и более длительной защите от коррозии, чем традиционные лакокрасочные материалы.

1.1.3 Защитная пленка

Одним из методов защиты порогов от ржавчины считается защитная пленка (ламинирование). На участки авто наносится специальная полимерная пленка, прозрачная и абсолютно незаметная на поверхности. Она не отклеивается и не теряет свои свойства при сильных перепадах температуры. Защитная пленка может прослужить до 3 лет, после чего требуется ее повторное нанесение. Многие производители при выпуске своей продукции проводят ламинирование наиболее уязвимых участков автомобиля, к которым относятся и пороги [30].

Сложность работы с пленкой заключается в необходимости точного раскроя образца и подготовки поверхности, так как пленка не ляжет на поверхность с неровностями, поэтому сначала участок нужно прошлифовать и отполировать.

Преимущества защитной пленки для бронирования порогов:

1) защищает поверхность порогов автомобиля от разнообразных царапин, сколов и коррозии;
2) средний срок службы от 4 до 7 лет;
3) не оставляет никаких следов после удаления;
4) не воздействует и не вступает в химическую реакцию с лакокрасочным покрытием;
5) имеет100% прозрачность и абсолютно не заметна на автомобиле;
6) отсутствие какого-либо дальнейшего ухода ;
7) придает поверхности глянец.

Хорошо себя зарекомендовавшие производители защитных пленок для порогов автомобиля:

1) 3M VentureShield. Производитель защитных пленок из США. Является одним из лидирующих игроков на рынке пленок для бронирования. Выпускает пленки с различной толщиной от 150 до 300 микрон. Защитные пленки от 3M отличаются колоссальной прочностью и абсолютной прозрачностью.

2) Hexis. Производитель защитных пленок для автомобилей из Франции. Также считается одним из колоссов в производстве защитных пленок для бронирования. Производит защитные пленки двух видов, 150 и 300 микрон. Выделяется отличным показателем цена/качество и имеет лучшую прозрачность среди своих конкурентов. Срок службы пленки Hexis, 6-8 лет.

3) Защитная пленка SunTek от американской компании Laminating&Coating, Inc. Также входит в тройку лидирующих производителей в производстве защитных пленок для бронирования автомобиля. Отличается высокой плотностью, прочностью и надежность. Срок службы пленки от Laminating&Coating, Inc достигает 10 лет.

4) CarLuxe+. Производитель защитных пленок из Тайваня. Хороший производитель защитных пленок для бронирования порогов и всех остальных элементов автомобиля. Производится двух видов, 200 и 250 микрон.

1.2 Дополнительные пороги

Эти пороги идут в дополнение к существующим. У них есть несколько основных функций:

1) защита машины от камней и прочих предметов, вылетающих из-под колес. Именно из-за них появляются царапины, затем сколы и начинается процесс коррозии открытого металла;

2) защита от столкновений с другими транспортными средствами;

3) дополнительная защита и помощь в преодолении сложных участков, препятствий на дороге;

4) компонент, облегчающий посадку в машину детям или людям, которым сложно сразу попасть в салон без подножки;

5) элемент тюнинга, направленный на то, чтобы улучшить внешние кузовные характеристики.

Защита порогов соответствующими элементами считается грамотным хоть и необязательным решением. Зависимости от цели установки зависит тип элемента:

1) Декоративные. Это пластиковые накладки, которые монтируют по бокам автомобиля. Они чем-то напоминают молдинги для автомобилей, поскольку их легко устанавливать и стоят они дешево. Определенные защитные свойства у них есть, поскольку пластик предотвращает повреждение машины от мелких камней, грязи и пр. На бездорожье помощи ждать от них не стоит.Более того, есть риск их повредить и сломать, поскольку пластик дешевый и хрупкий.

2) Силовые. Это специальные компоненты, которые изготавливаются из нержавейки, стали, либо из профильной трубы, когда их делают своими руками. Хорошо выглядят, надежно защищают, но стоят заметно дороже пластика. Лучше выбирать изделия из нержавейки, либо с качественным покрытием, поскольку на дешевых порогах быстро образуется коррозия.

3) Хромированные. Одновременно декоративные и силовые. Самые привлекательные пороги, но и наиболее дорогостоящие. Если готовы потратить такие деньги, о своем выборе не пожалеете.

Глава 2 Экспериментальная часть

2.1 Объекты исследования

2.1.1 Грунт-эмаль АК-142 ООО «Краски для всех»

Акриловая эмаль АК-142, представляющая суспензию пигментов и наполнителей в растворе акрилового сополимера (СБСМ) в органических растворителях с добавлением нитроцеллюлозы и пластификаторов.

Эмаль наносят на поверхность методом пневматического распыления.

Акриловая эмаль АК-142 изготавливается по техническому регламенту и рецептуре, в утвержденном порядке и соответствует техническим требованиям (таблица 1) и ГОСТ Р 51691-2008.

Таблица 1 - Требования и нормы грунт-эмали АК-142 ООО «Краски для всех»

№	Наименование показателя	Единицы измерения	Норма	Метод испытания
1	Цвет покрытия	-	Черный	-
2	Внешний вид покрытия	-	После высыхания должно быть однородным, матовым, без оспин, кратеров и сорности	-
3	Условная вязкость эмали по вискозиметру типа В3-246 с диаметром сопла 4 мм при температуре (20±0,5) °С	с	40-160	По ГОСТ 8420
4	Массовая доля нелетучих веществ	%	37±5	По ГОСТ 17537

Продолжение таблицы 1

№	Наименование показателя	Единицы измерения	Норма	Метод испытания
5	Время высыхания пленки эмали при температуре (20±2) °С, не более до степени 1 до степени 3	мин ч	 15 2	ПО ГОСТ 19007
6	Твердость покрытия по маятниковому прибору типа ТМЛ, не менее	отн. ед	0,23	По ГОСТ 5233
7	Прочность покрытия при ударе по прибору У-1, не менее	см	40	По ГОСТ 5233
8	Адгезия эмалевого покрытия через 2 ч сушки при температуре (20±2) °С, не более: а) к нешлифованной поверхности б) шлифованной и нешлифованной поверхности или двухслойной системе покрытия: базисная эмаль и акриловый лак	 - 	 1_1 1_1	По ГОСТ 15140
9	Укрывистость высушенной пленки	г/м^2	50	По ГОСТ 8784
10	Условная светостойкость покрытия, не менее	ч	4	По ГОСТ 21903
11	Степень перетира, не более	мкм	35	По ГОСТ 6589
12	Блеск покрытия эмали, не более	%	30	По ГОСТ 896
13	Температура вспышки в закрытом тигле (класс 3)	°С	23 и не более, но не менее 61	По ГОСТ 12.1.044

Маркировка эмали производится по ГОСТ 9980.4.

Токсичность и пожароопастность акриловой эмали АК-142 определяется входящими в ее состав растворителями (таблица 2).

Таблица 2 - Растворители входящие в состав АК-142

Наименование компонента	**Класс опасности**	**ПДК паров вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений, мг/м^3**	**Температура, °С**		**Концентрационные пределы воспламенения, % (по объему)**
			Вспышки	**Самовоспламенения**	
Этилцеллозольв	3	30/10	40-46	228	1,8-15,7
Бутилацетат	4	200/50	29	370	2,2-14,7
Спирт этиловый	5	2000/1000	13	404	3,6-19,0
СБСМ (акриловый сополимер)		10	37	279	-

Этилцеллозольв–пары оказывают слабое наркотическое и раздражающее действие.

Бутилацетат – наркотически действует на организм человека.

Спирт этиловый – вещество малоопасное. Действует на центральную нервную систему и сердечнососудистую систему.

СБСМ – относиться к малотоксичным продуктам. Не проникает через поврежденные кожаные покровы и слизистые оболочки глаз при непосредственном контакте.

При производстве и применении ЛКМ применяются весь комплекс природоохранных мероприятий.

2.1.2 Грунт-эмаль AS-60 ООО «Экопол»

Лакокрасочные материалы на алкидной основе представляет собой дисперсию пигментов и наполнителей в растворе алкидных смол в смеси с органическими растворителями.

Эмаль наносят на поверхность методом пневматического распыления.

Акриловая эмаль АК-142 изготавливается по техническому регламенту и рецептуре, в утвержденном порядке и соответствует техническим требованиям (таблица) и ГОСТ Р 51693-2000.

Таблица 3 - Требования и нормы грунт-эмалиAS-60 ООО «Экопол»

№	Наименование показателя	Единицы измерения	Норма	Метод испытания
1	Массовая доля нелетучих веществ	%	35-45	-
2	Условная вязкость по вискозиметру ВЗ-246 при температуре (20±0,5) ºС с диаметром сопла 4 мм	с	40-90	По ГОСТ 8420
3	Степень перетира	мкм	30, не более	По ГОСТ 5753 (ISO 1524)
4	Время высыхания до степени 3 при температуре (20±2) ºС	мин	20, не более	По ГОСТ 19007
5	Внешний вид покрытия	-	После высыхания должна образовываться ровная однородная матовая поверхность заданного цвета без пор, оспин,	-

Продолжение таблицы 3

№	Наименование показателя	Единицы измерения	Норма	Метод испытания
			морщин, расслаивания, пузырей, кратеров и других включений	
6	Блеск покрытия на приборе типа глоссметр угол 60º	ед.	-	По ГОСТ Р 52663 (ISO 2813)

Маркировка эмали производится по ГОСТ 9980.4.

Токсичность и пожароопастность акриловой эмали AS-60 определяется входящими в ее состав растворителями (таблица 4).

Таблица 4 - Растворители входящие в состав AS-60

Наименование компонента	Класс опасности	ПДК паров вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений, мг/м^3	Характер воздействия на организм
Диметилбензол (ксилол)	3	150/50	Обладает общетоксическим действием, Пары действуют раздражающе на слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей. При попадании на кожу может вызывать дерматиты и экземы
Бутан-1-ол (бутанол)	3	30/10	Обладает наркотическим и общетоксическим действием. Пары действуют раздрожающе на слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей. При попадании на кожу

Продолжение таблицы 4

Наименование компонента	**Класс опасности**	**ПДК паров вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений, мг/м^3**	**Характер воздействия на организм**
			вызывает сухость, шелушение, образование трещин.
4-гидрокси-4-метилпентан-2-он (диацетоновый спирт)	4	100	Обладает общетоксическим действием. Пары действуют раздражающе на слизистые оболочки глаз, верхних дыхательных путей и кожные покровы.

При производстве и применении ЛКМ применяются весь комплекс природоохранных мероприятий.

2.1.3 Эмаль GTGEA ООО «Ханвал Рус»

Лакокрасочные материалы на алкидной основе представляет собой дисперсию пигментов и наполнителей в растворе алкидных смол в смеси с органическими растворителями.

Эмаль наносят на поверхность методом пневматического распыления.

Акриловая эмаль GTGEA изготавливается по техническому регламенту и рецептуре, в утвержденном порядке и соответствует техническим требованиям (таблица 5) и ГОСТ Р 51693-2011.

Таблица 5 - Требования и нормы Эмаль GTGEA ООО «Ханвал Рус»

№	Наименование показателя	Единицы измерения	Норма
1	Цвет покрытия	-	Черный
2	Внешний вид покрытия	-	После высыхания эмаль должна образовывать однородную, без кратеров, пор и морщин поверхность
3	Условная вязкость при температуре (20,0±0,5)°С по вискозиметру ВЗ-246 с диаметром сопла 4 мм, не менее	с	50
4	Массовая доля нелетучих веществ, не менее	%	45
5	Степень перетира, не более	мкм	35
6	Время высыхания при температуре (20,0±2)°С, до степени 1, не более степени 3, не более	ч	 20 2
7	Эластичность пленки при изгибе, не более	мм	1

Продолжение таблицы 5

№	Наименование показателя	Единицы измерения	Норма
8	Твердость покрытия по маятниковому прибору, не менее: типа ТМЛ, маятник А, не менее	отн.ед.	 0,2
9	Укрывистость высушенного покрытия, не более	$г/м^2$	70
10	Адгезия покрытия, не более	баллы	1
11	Прочность покрытия при ударе по прибору У-1, не менее	см	30
12	Блеск по блескомеру ФБ-2, не менее	%	25
13	Стойкость покрытия при температуре (20±2)°С к статическому воздействию, не менее воды минерального масла	ч	 48 24
14	Условная светостойкость покрытия, не менее	ч	4

При производстве и применении ЛКМ применяются весь комплекс природоохранных мероприятий.

Глава 3 Фторполимеры

Для улучшения имеющейся материала мы ввели в него фторопласт.

«Отдельным классом фторорганических соединений являются фторполимеры. Для них характерны высокая химическая и термическая стойкость, высокие электроизоляционные и диэлектрические свойства в широком интервале температур, хорошие механические свойства, стойкость к атмосферным воздействиям, водоотталкивающие свойства, низкий коэффициент трения, невоспламеняемость. Все эти особенности объясняются специфическими свойствами связи C-F.»[39]

«Важнейшими из фторполимеров являются полимеры фторолефинов. Техническое название их фторопласты, или фторлоны. Большинство фторполимеров получают полимеризацией соответствующих мономеров. Для достижения высокой термической и химической стойкости необходимо ввести в полимер возможно большее количество фтора. Выпускают фторполимеры в виде порошков, гранул, паст, суспензий или дисперсий в водной среде, реже – растворов. Политетрафторэтилен (-CF2-CF2-)n.»[39]

«Важнейшим из фторопластов является политетрафторэтилен (ПТФЭ). Его потребление составляет более 90% общего мирового потребления фторполимеров. Высокая термическая стойкость его обусловлена насыщением всех углеродных атомов фтором с образованием высокоэнергетических связей C-F. С точки зрения химической стабильности, наряду с прочностью связи C-F, существенное значение имеет больший по сравнению с водородом размер атома фтора. Если, например, молекула полиэтилена может находиться в одной плоскости, принимая зигзагообразную конфигурацию, то для молекулы ПТФЭ, содержащей более объёмистые атомы фтора, такая структура невозможна, и она принимает линейное строение, характеризующееся тем, что углеродная цепь

окружена расположенными точно по спирали атомами фтора. Поэтому атака химических реагентов по атомам углерода затруднена.»[39]

«Поверхность ПТФЭ характеризуется низкой поверхностной энергией, и также обладает низким коэффициентом трения и антиадгезионными свойствами. Это обусловлено малой величиной межмолекулярного взаимодействия фторуглеродных цепей. Электроизоляционные свойства также связаны с неполярностью молекул или отсутствием у них дипольного момента. В последнее время разработано много новых пластмасс и эластомеров на основе фторсодержащих соединений. Но по масштабам использования они отстают от политетрафторэтилена.»[39]

3.1 Отходы фторопласта и их переработка

Процессы утилизации фторопластов и материалов, их содержащих, сопровождаются образованием высокотоксичных продуктов, таких как карбонилдифторид, перфторизобутилен, фтористый водород. Получение таких и других смесей ксенобиотиков представляет серьезную угрозу для окружающей среды, что существенно затрудняет расширение их применения в современных технологиях.

Предварительно подготовленные фторопласт или материалы, его содержащие, механически смешиваются с фторирующим агентом. При этом подготовка может рассматриваться либо как подготовка сырья, представленного в виде фторопласта и/или изделий из фторопласта, выражающаяся в очистке поверхностей, удалении механических примесей и последующем измельчении сырья до размеров 0,3-2 мм; либо как подготовка сырья, представленного в виде материалов, содержащих фторопласт, (для увеличения выхода ультрадисперсного фторопласта) выражающаяся в выделении фторопласта из таких материалов и последующем измельчении выделенного фторопласта до размеров 0,3-2 мм. В качестве фторирующего агента может быть использован как газообразный фтор, так и различные соединения-переносчики фтора, в том числе фторид кобальта CoF_3, фторид никеля NiF_2 и другие фториды металлов с переменной валентностью. Процесс термодеструкции с одновременным фторированием происходит в реакторе при нагреве. Температурный интервал проведения процесса термодеструкции с одновременным фторированием и оптимальное соотношение фторопласта или материалов, его содержащих, и фторирующего агента обусловлены выбором соответствующего фторирующекго агента, а также особенностями проведения реакции. При использовании в качестве фторирующего агента фторида кобальта CoF_3 оптимальными параметрами проведения процесса является температура в

интервале 480-520°С и соотношение фторопласта или материалов, его содержащих и переносчика фтора CoF_3 в соотношении 1:5-1:10. Образующиеся в процессе термодеструкции с одновременным фторированием продукты, выходя из реактора, охлаждаются и разделяются на твердую, жидкую и газообразную фазы. Твердая фаза, представляющая собой ультрадисперсный фторопласт, отделяется в сборниках в виде порошка белого цвета. После этого происходит накопление жидких и газообразных продуктов, в основном перфторпарафинов $C_nF_{2\,n+2}$, где n до 26, в поглотителе, например перфтордекалине. Для улавливания остаточного количества продуктов термодеструкции предусмотрено использование ловушек.

Продолжительность проведения процесса термодеструкции с одновременным фторированием не превышает 10 минут. Типовая схема установки показана на рисунке 3.

Рисунок 3 - Типовая схема установки

Оптимальное соотношение утилизируемых фторопластов или материалов, их содержащих, и переносчика фтора по массе равно 1:7,5. Дальнейшее увеличение массового избытка переносчика фтора не приводит к существенному росту выхода ультрадисперсного фторопласта при снижении количества газообразных продуктов. Уменьшение массового избытка CoF_3 ниже 5-кратного по отношению к утилизируемым фторопластам или материалам, их содержащим, приводит к существенному сокращению выхода ультрадисперсного фторопласта при некотором увеличении

количества газообразных продуктов. В таблице 6 показаны продукты которые получаются после переработки.

Таблица 6 - Получаемы продукты переработки отходов

№		**Масса CoF_3**	**Выход ультрадисперсного фторопласта % от массы**	**Отходы (жидкие и газообразные) %**
1	Фторопласт	7,5	60,4	39,6
2		5	49,3	50,7
3	Фторопласт, выделенный из отходов производства	7,5	57,3	42,7
4		5	47,8	52,2
5	Парафино-фторопластовые отходы производства эмульсионного фторопласта Ф-4 Д	3	14,9	85,1
6		5	44,4	55,6

3.2 Суспензия фторопласта FORAFLEX-X фирмы «Форум»

Фторопласт «Форум» является ультрадисперсным политетрафторэтиленом, получаемого методом газофазного синтеза. Порошок белого цвета или слегка желтоватый, легкосыпучий. Имеет радикальное различие в строении и морфологии частиц, в отличие от Ф-4ДВ. По строению частицы имеют правильную шаровидную форму [38].

При использовании сухой смазки Форум:

– создается покрытие с рекордно низким коэффициентом трения, стойкое к воздействию температур от - 196 ºС до + 500 ºС;

– заполняются все микро - и нанонеровности в первую очередь в местах, подверженных наиболее интенсивному механическому воздействию;

– создается надежная защита от коррозии;

– значительно уменьшается вибрация;

– быстро восстанавливается поврежденная поверхность в случае негативного воздействия абразивной частицы;

– создается максимальное разделение трущихся элементов, как в момент движения, так и в моменты покоя;

– отсутствует термоупрочнение;

– покрытие защищает от УФ, α и β- излучения.

Области применения сухой смазки Форум:

– для защиты лакокрасочных покрытий от химических и атмосферных воздействий;

– для создания антипригарных и антифрикционных покрытий, компонентов противопожарных средств, для снижения виброактивности и износа механизмов;

– для создания защиты от УФ, α и β- излучения;

– для придания изделиям из кожи и меха водоотталкивающих свойств и защиты от ультрафиолетового излучения;

– для полирования кузова автомобилей;

– в качестве наполнителя полимерных и лакокрасочных материалов, работающих в агрессивных и стерильных средах, для защиты от обрастания и трения подводной части судов.

Дополнительно следует отметить, что сухая смазка ПТФЭ «Форум» при нанесении на металл превращается в прозрачную пленку толщиной 1-2 мкм и после нанесения, как и при хранении, не испаряется и сохраняется на поверхности неограниченно долго [38].

Порошок ПТФЭ «Форум» можно так же вводить в лакокрасочные материалы. Это дает следующие эффекты:

1) максимальная защита от коррозии и воздействия агрессивных сред;

2) высокая гидрофобность покрытия;

3) увеличение противообрастающих свойств ЛКМ в 2-3 раза; стойкость к наледообразованию;

4) увеличение максимальной скорости и снижение энергозатрат водного транспорта;

5) экологичность покрытия.

В ее состав входит: ультрадисперсный ПТФЭ «Форум», различные активаторы и растворители ЛКМ.

Для получения нужного смеси нужно смешать FORAFLEX-X и ЛКМ из расчета 1:7 (добавка FORAFLEX-X : краска).

Глава 4 Исследование свойств покрытий

4.1 Методы определения технологических свойств материалов

Определение условной вязкости по вискозиметру типа ВЗ-246

«Вискозиметр (рисунок 4) помещают в штатив и с помощью уровня устанавливают в горизонтальном положении. Под сопло вискозиметра ставят сосуд. Отверстие сопла закрывают пальцем, испытуемый материал наливают в вискозиметр с избытком, чтобы образовался выпуклый мениск над верхним краем вискозиметра. Наполняют вискозиметр медленно, чтобы предотвратить образование пузырьков воздуха. Избыток материала и образовавшиеся пузырьки воздуха удаляют при помощи стеклянной пластинки или алюминиевого диска, сдвигаемых по верхнему краю воронки в горизонтальном направлении таким образом, чтобы не образовалось воздушной прослойки.»[16]

Открывают отверстие сопла и одновременно с появлением испытуемого материала из сопла включают секундомер. В момент первого прерывания струи испытуемого материала секундомер останавливают и отсчитывают время истечения.

Рисунок 4 - Вискозиметр ВЗ-246

Массовая доля нелетучих веществ

Аппаратура:

1) плоскодонная чашка из металла или стекла;
2) чашки другого диаметра .

Проводят два параллельных определения.

Обезжиривают и очищают чашку.

Определяют массу чистой сухой чашки с точностью до 1 мг. Взвешивают пробу для испытаний с точностью до 1 мг в чашке и равномерно распределяют ее по дну чашки [13].

При работе с высоковязкими ЛКМ или смолами для них (вязкость - не менее 500 мПа·с при скорости сдвига 100 с или времени истечения свыше 74 с по вискозиметру ВЗ-246 с диаметром сопла 6 мм по ГОСТ 8420) или материалами, быстро образующими поверхностную пленку, равномерно распределяют пробу для испытаний по дну чашки, используя металлическую проволоку (например, согнутую скрепку для бумаг без покрытия). В случае необходимости допускается добавление 2 см подходящего растворителя.

Для испытания конденсационных смол, используемых для получения ЛКМ, требуется проба большей массы, поскольку такие материалы должны испытываться в слоях большей толщины, для того чтобы мономеры этих смол смогли прореагировать с образованием поперечных связей. При проведении сравнительных испытаний толщина слоя пробы для испытаний в чашке должна быть одинаковой [13].

Примечание - Массовая доля нелетучих веществ в пробе для испытаний может колебаться в широком диапазоне значений в зависимости от равномерности и продолжительности ее распределения по дну чашки. Если распределение было выполнено неправильно, например из-за высокой вязкости, полученный результат будет выше истинного значения.

Для повышения точности результатов испытаний ЛКМ и смол для ЛКМ рекомендуется добавлять по 2 см подходящего растворителя с высокой степенью летучести.

Также рекомендуется закрывать чашку во время взвешивания.

При работе с ЛКМ и смолами для ЛКМ, обладающими высокой степенью летучести, рекомендуется тщательно перемешанную пробу поместить в колбу с притертой пробкой или мерную пипетку, или шприц без иглы вместимостью 10 см и взвесить. Отбирают пробу для испытаний в чашку и равномерно распределяют ее по дну чашки. Массу пробы для испытания определяют с точностью до 1 мг по разности взвешиваний колбы, пипетки или шприца до и после отбора пробы для испытания в чашку.

Если добавляют растворитель, рекомендуется чашку с пробой для испытаний выдержать при комнатной температуре 10-15 мин.

Водно-дисперсионные системы, такие как полимерные дисперсии, разбрызгиваются при нагревании из-за образования поверхностной пленки, на этот процесс могут также влиять такие факторы, как температура, поток воздуха в сушильном шкафу и, возможно, относительная влажность. Поэтому необходимо следить, чтобы слой материала в чашке был максимально тонким.

После взвешивания и добавления растворителя помещают чашку в сушильный шкаф, предварительно нагретый до заданной или согласованной температуры. Выдерживают чашку в шкафу в течение заданного или установленного по согласованию времени нагрева.

После окончания времени нагрева чашку переносят в эксикатор и охлаждают до комнатной температуры. Допускается охлаждать чашку в помещении, в котором воздух очищен от пыли.

Взвешивают чашку с остатком с точностью до 1 мг.

Время высыхания при температуре (20,0±2)°С [11]

Испытание заключается в определении времени высыхания лакокрасочного материала, необходимого для достижения им степени высыхания, указанной в таблице 7.

Таблица 7 - Степени высыхания ЛКМ

Степень высыхания	Условия испытания	Результаты испытания
1	Насыпание стеклянных шариков	Стеклянные шарики полностью удаляются мягкой волосяной кистью, не повреждая поверхности пленки
2	Нагрузка 20 г	Бумага не прилипает к покрытию
3	Нагрузка 200 г	Бумага не прилипает и не оставляет никаких следов

Пластинки со слоем лакокрасочного материала естественной сушки выдерживают в горизонтальном положении в помещении, защищенном от пыли, сквозняка и прямого попадания солнечных лучей, при (20±2) °С и относительной влажности воздуха (65±5)%, в течение времени, указанного в нормативно-технической документации на испытуемый материал, а затем проводят испытание.

Пластинки со слоем лакокрасочного материала горячей сушки выдерживают в горизонтальном положении при режиме сушки, указанном в стандарте или другой нормативно-технической документации на испытуемый лакокрасочный материал, а затем после выдержки покрытия в течение 3 ч при (20±2) °С и относительной влажности воздуха (65±5)% проводят испытание.

При естественной и горячей сушке допускается вертикальное или под углом 45° положение пластин с нанесенным лакокрасочным материалом, если это указано в стандарте или другой нормативно-технической документации на испытуемый лакокрасочный материал [11].

Для установления степени и времени высыхания испытание проводят последовательно, как указано в таблице 7.

«Если по нормативно-технической документации требуется установить определенную степень высыхания, то другие степени высыхания не определяют. Каждое испытание проводят на новом месте пленки.

Степени высыхания, подлежащие определению при контроле качества, указывают в нормативно-технической документации на испытуемый лакокрасочный материал.»[3]

4.2 Исследование декоративных и физико-механических свойств покрытия

Блеск, угол 60° [20]

С помощью устройства для определения коэффициента зеркального отражения - блескомера (рисунок 5), определяют значения блеска окрашенных поверхностей, которые коррелируются с визуальным восприятием блеска. Используя блескомер, получают отношение блеска покрытия к блеску плоской полированной стеклянной пластинки с установленным показателем преломления.

Рисунок 5 -Блескометр

Метод определения блеска задается следующими параметрами:

- углами измерения;
- полевыми апертурами;
- спектральной адаптацией;

– показателем преломления эталона.

Адгезия [10]

По существующему стандарту (ГОСТ 15140-78, ISO 2409) определение адгезии методом параллельных надрезов производится визуально и оценивается по трёхбалльной системе или по числу квадратов пленки, отслоившихся от подложки. Параллельные надрезы наносятся простейшим устройством, рабочей частью которого являются лезвия (рисунок 6). За результат испытания принимается средний балл, полученный при испытании не менее двух параллельных образцов и на двух участках поверхности каждого образца.

Рисунок 6 – Нож-адгезиметр

Определение толщины покрытия

Определение толщины покрытий проводили в соответствии с ГОСТ Р 51694-2000.

Исследование проводится с помощью специального электронного толщиномера (рисунок 7).

Рисунок 7 – Толщиномер (микрометр)

Измерение толщины высушенного покрытия прибором, использующим механический контакт. Достаточно твёрдое покрытие на практически плоской поверхности сопротивляется вдавливающему усилию при контакте с измерительным стержнем. Прибор выдаёт значение на электронный экран менее чем за секунду. Измеренная величина отображается в микрометрах. Для более точных результатов, измерения проводят по всей плоскости покрытия, по краям и в середине пластины [18].

Твердость пленки по ТМЛ

Определение времени затухания колебаний маятника (рисунок 8) на контрольной пластинке ("стеклянное число")

Рисунок 8 - Маятник

Контрольную пластинку тщательно протирают растворителем, вытирают насухо и помещают на столик прибора, который плавно поднимают до соприкосновения с опорными шариками маятника. Проверяют установку маятника в нулевое положение [19].

Маятник освобождают и определяют число колебаний по показанию счетчика при прекращении отсчета колебаний, после чего столик опускают, пластинку передвигают и повторяют испытание.

Измерение выполняют не менее чем в трех участках пластинки.

Проверку прибора по контрольной пластинке проводят до и после выполнения серии измерений. Время затухания колебаний должно соответствовать величине [19].

Испытание образцов покрытий

Контрольную пластинку заменяют пластинкой с испытуемым лакокрасочным материалом и проводят испытание.

За результат испытания принимают среднее арифметическое полученных результатов измерения времени или числа колебаний маятника на контрольной пластинке и испытуемом образце покрытия.

Отклонение значений единичных измерений от среднего арифметического не должно превышать 3%.

Испытания на влагостойкость

Окрашенные пластины или стержни сушат в вертикальном положении.

Перед испытаниями покрытие выдерживают в течение времени, указанного в стандартах или технических условиях на лакокрасочный материал, при отсутствии требований покрытие естественной сушки выдерживают при температуре (20±2) °С и относительной влажности воздуха (65±5)% в течение 5 суток, а покрытие горячей сушки - в течение суток.

Проведение испытаний.

В эксикатор с водой вертикально помещают окрашенные образцы на высоты или полностью так, чтобы расстояние между ними и до стенок эксикатора было не менее 10 мм, и закрывают крышкой. Стержни подвешивают за крючки на стеклянные палочки, опирающиеся концами в стенки эксикатора. В каждом эксикаторе испытывают образцы только с одинаковым покрытием. Для испытаний при температуре (20±2)°С допускается применять стеклянные стаканы. Уровень жидкости в процессе испытаний поддерживают постоянным. Во избежание улетучивания стакан после загрузки образцов плотно закрывают полиэтиленовой пленкой.

После испытаний образцы извлекают из воды и готовят к осмотру. После испытаний (растворах солей, кислот и щелочей так же) образцы промывают проточной водой и сушат фильтровальной бумагой.

Определяют декоративные и защитные свойства покрытий. Изменение декоративных и защитных свойств покрытий определяют сравнением с контрольным образцом невооруженным глазом или с помощью лупы.

Изменения, происшедшие с образцами (изменение блеска, изменение оттенка, побеление пленки, появление пузырей, отслаивание, сморщивание пленки, коррозия, время, через которое снова восстанавливается блеск или оттенок, и т.п.), фиксируют. Изменения свойств покрытия, находящегося на расстоянии менее 10 мм от края образца, не учитывают.

Состояние металла под покрытием определяют визуально после окончания испытаний, для этого осторожно снимают покрытие с пластины при помощи смывки и ланцета и определяют наличие коррозии.

Лакокрасочное покрытие считают стойким к статическому воздействию жидкостей, если покрытие после испытаний соответствует требованиям, установленным в стандарте или технических условиях на лакокрасочный материал. При несоответствии одного из испытанных образцов указанным требованиям испытания повторяют на удвоенном числе образцов. Результат повторного испытания считают положительным, если из четырех образцов только один не соответствует требованиям стандарта или технических условий на лакокрасочный материал.

Стойкость к сколам

Аппаратура

- Дробеструйный аппарат (рисунок 9).
- Чугунная дробь
- Весы
- Секундомер
- Клейкая лента

Рисунок 9 – Дробеструйный аппарат

Панель для испытания прикрепляют к опоре для образцов. В бункер засыпают 500гр ±10гр дроби. Включают устройство, пока не закончатся все дроби. Выключают устройство и вновь засыпают 500гр ±10гр дроби в бункер. Включают устройство, пока не закончатся все дроби. После испытания резервуар для сжатого воздуха очищают и выключают устройство.

Чтобы избавиться от всех фрагментов краски, частично отслаивающихся, наносят клейкую ленту на зону, подвергаемую воздействию гравия, затем быстро отрывают её.

Испытуемую панель протирают хлопчатобумажной тканью, пропитанной красящим раствором, в течение минимум 30 секунд, затем оставляют на 2 минуты.

Промывают водопроводной водой и высушивают. Если удары всё ещё чёрного цвета, а не красного, повторяют предыдущий шаг.

В случае окрашенных алюминиевых панелей: все загрязнения удаляют с помощью хлопчатобумажной ткани, смоченной водой.

Подсчет результатов

Количество и размер ударов, приходящихся на подложку. На окрашенную панель устанавливают прозрачную решётку. Подсчитывают количество ударов о лист на всю испытываемую площадь. С помощью увеличительного стекла оценивают средний размер ударов о лист и указывают согласно следующей шкале: размерA≤0,5мм, 0.5мм<размерB≤1мм,размерC>1мм.

Условная светостойкость пленки

При проведении испытания образцы покрытий помещают в ванночку с дистиллированной водой, помещая их во избежание перегрева на стеклянных палочках. Толщина слоя воды над образцами должна составлять (15±2) мм и помещают специальное устройство (рисунок 10).Устанавливают заданную температуру воды в ванночке, после чего лампу включают. Для поддержания постоянного уровня воды и заданной температуры воды в ванночке в процессе испытания периодически подливают воду [12].

Рисунок 10 – Камера ультрафиолетового излучения

Вентилятор помещают так, чтобы поток воздуха был направлен на образцы.

Образцы с покрытием допускается на 1/3 поверхности накрывать светонепроницаемым материалом.

Характеристика и интенсивность излучения при использовании других источников искусственного света должны быть указаны в нормативно-технической документации на лакокрасочный материал или пигмент [12].

4.3 Исследования защитных свойств и стойкости покрытия к агрессивным средам

Для проведений испытаний нам понадобиться:

- Камера кондиционированная
- Пипетка
- Секундомер
- Жидкость С
- Мерный цилиндр

Проведение испытания

Наберите в пипетку жидкости и нанесите по капли на поверхность с расстоянием друг от друга не менее 2,5 см. Оставьте на 2 минуты, затем удалите ватный диск.Высушите это место, воспользовавшись новым ватным диском.Оставьте образец на 15 минут.

Представление результатов

Осмотрите участок, который был в контакте с растворителем, и обратите внимание на дефекты, такие как образование пятен, вздутие или образование морщин.Затем поскоблите ногтем и осмотрите на предмет разупрочнения или окрашивания клеевой краской.Если дефект не исчезает через 15 минут, отметьте, сколько времени потребуется для того, чтобы его устранить.

4.4 Методика проведения испытаний на стойкость к истиранию основных и модифицированных покрытий

Истирание на приборе TABER на системах покрытия

Для этого испытания используется прибор для испытаний на устойчивость к истиранию «TABER» (рисунок 11).

Рисунок 11 – Абразиметр Табер

Основные технические характеристики:

- диаметр пластины под образец: 90 мм;
- скорость вращения пластины для образцов: 60 об/мин;
- масса прилагаемой силы: 125 г, 250 г, 750 г и 1000г;
- габаритные размеры: 840×720×380 мм;
- масса: 62 кг.

Приготовленный образец размещают на рабочей зоне и запускают прибор. После запуска два колеса с истирающими дисками начинают последовательно передвигаться по образцу, оставляя тертые следы на круге

площадью около 30 $см^2$. Выбор абразивного круга завесить от материала проверки и нужных вам технических характеристик.

Глава 5 Результаты и их обсуждение

Исследование покрытияакриловых грунт-эмалей проводилось на стальных пластинах. Подготовка поверхности проводилось по ГОСТ 9.402-2004. По технологическим свойствам все образцы грунт-эмалям соответствуют требованиям своих ТУ и имеют сопоставимые результаты.

По декоративным и физико-механическим свойствам покрытий можно отметить, что грунт-эмали соответствуют требованиям своих ТУ, за исключением действующего материала АК-142, у которого по показателю «адгезия» по шлифованной и нешлифованной поверхности были получены неудовлетворительные результаты. Результаты адгезии показаны на рисунке 12.

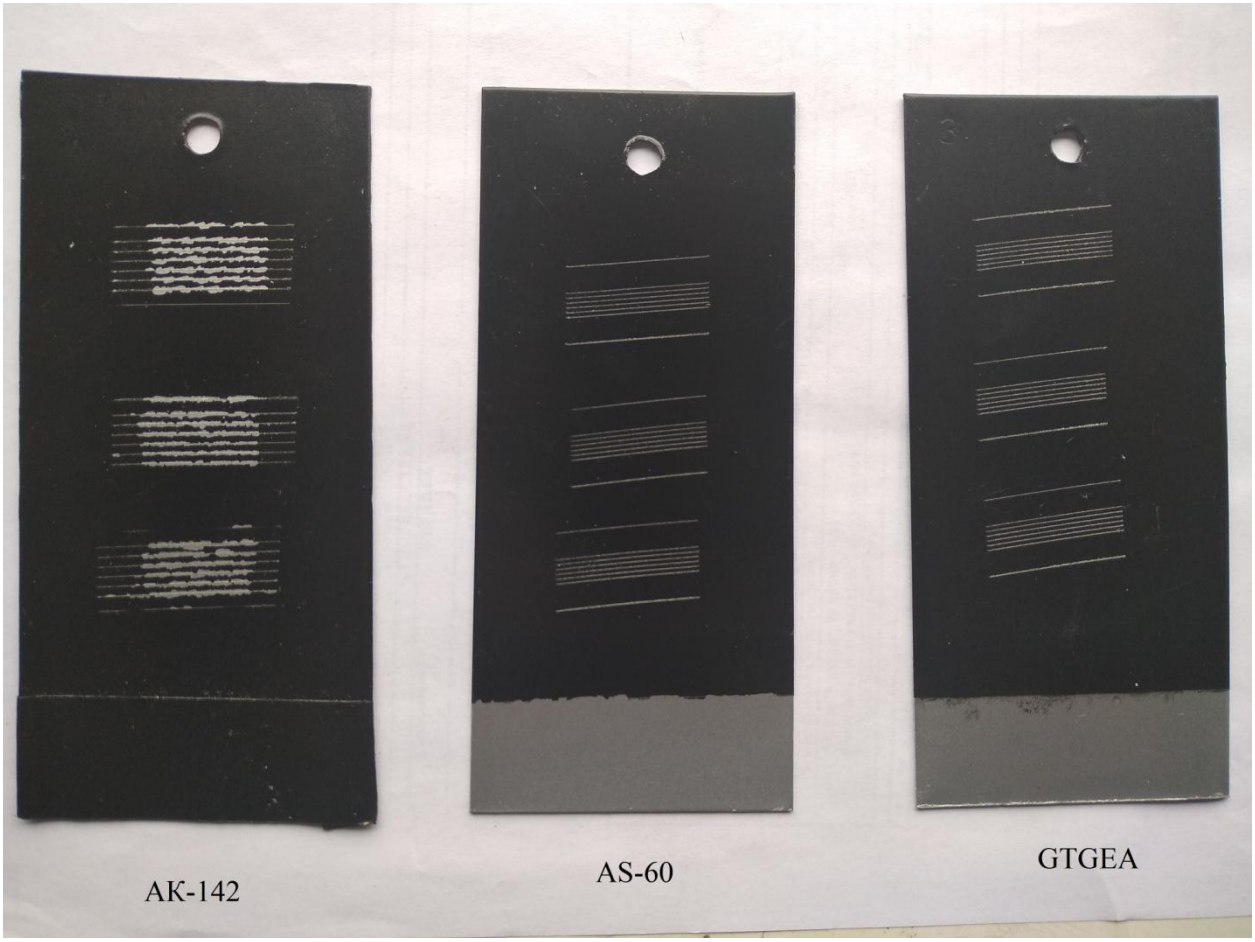

Рисунок 12 - Адгезия покрытий

Также, можно отметить, что по показателю «твердость пленки» на покрытиях опытными грунт-эмалями AS-60 ООО «Экопол» и GTG-EA ООО «Ханвал Рус» получены результаты выше, чем на покрытии эмалью АК-142 ОАО «Русские краски».

Отмечается изменение оттенка цвета на системе покрытия с применением грунт-эмали AS-60 ООО «Экопол» после испытания на «условную светостойкость пленки через 4 часа». Результаты по испытаниям на светостойкость на рисунке 13.

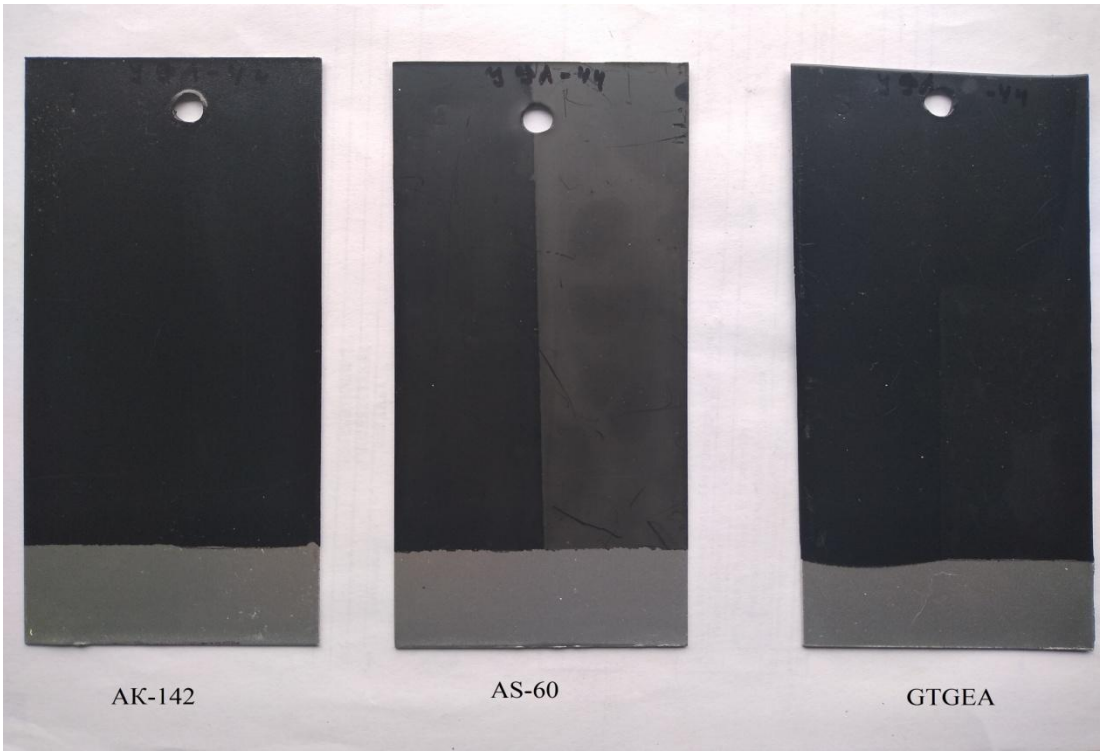

Рисунок 13 - Испытания на светостойкость

На остальных системах покрытий, окрашенных грунт-эмалями, -без изменений.

По показателю «стойкость к сколам системы ЛКП с грунт-эмалью» лучшие результаты получены на системе ЛКП с ПШМ и без нее с грунт-эмалью GTG-EA ООО «Ханвал Рус». На системе покрытия грунт-эмалью AS-60 без ПШМ отмечено снижение стойкости к воздействию гравия по сравнению с другими образцами грунт-эмалей. На системе покрытия с применением ПШМ и введением ПТФЭ «Fortol» ООО «Промметэкс» получены удовлетворительные результаты, сравнимые с результатами на

других системах с опытным и серийным грунтом для окраски порогов. Результаты на по испытаниям на сколы показаны на рисунке 14.

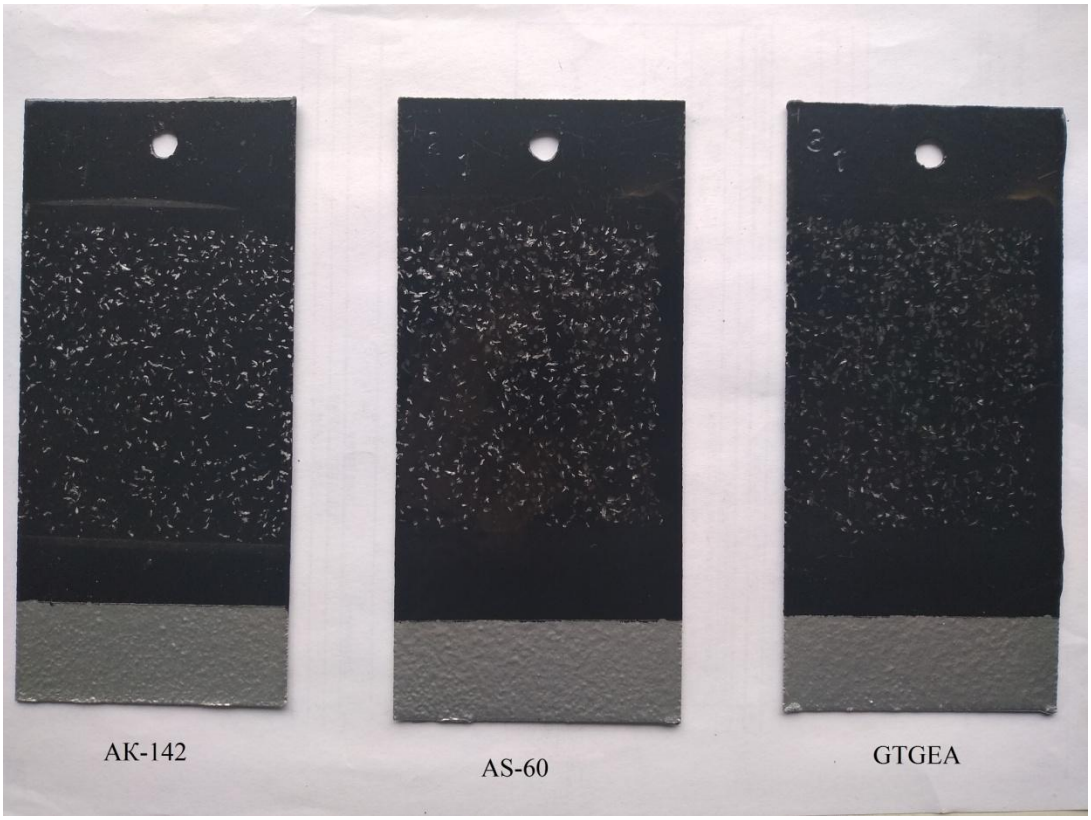

Рисунок 14 - Пластинки после испытаний на сколы

По стойкости к истиранию на приборе «Табер» лучшими результатами обладают системы покрытия с применением опытных грунт эмалей AS-60 ООО «Экопол» и GTG-EA ООО «Ханвал Рус». На модифицированных покрытиях отмечается увеличение стойкости к истиранию до 4 раз (система с AS-60 ООО «Экопол»). Условия проведения испытаний: частота вращения 60об/мин; нагрузка-1000г, тип абразива CS-10 (абразивный круг). Результаты записаны в таблицу 8.

Таблица 8 – Результаты испытаний на истирание

№	Материал	Значение
1	1. Грунт АК-142 (серийный)	
1.1	ЛКП + АК-142 с модификацией ПТФЭ марки "Форум" ф. "ПромэТэкс"	500
1.2	ЛКП + АК-142	150
1.3	мастика + ЛКП + АК-142	100

Продолжение таблицы 8

№	Материал	Значение
2	Грунт АС-60, ф. "ЭКОПОЛ" (опытный)	
2.1	ЛКП + АС-60 с модификацией ПТФЭ марки "Форум"	1200
2.2	ЛКП + АС-60	300
2.3	мастика + ЛКП + АС-60	200
3	Грунт GT пр-ва Корея, поставки г. Москва	
3.1	ЛКП + GT с модификацией ПТФЭ марки "Форум"	400
3.2	ЛКП + GT	300
3.3	мастика + ЛКП + GT	200

Для большей наглядности приведена диаграмма на рисунке 15.

Рисунок 15 – Диаграмма устойчивости к истиранию

По стойкости к воздействию агрессивных жидкостей система покрытия с грунт-эмалью AS-60 ООО «Экопол» обладает лучшими результатами, так как обладает стойкостью к бензину, хим.реагенту Grais Active 700205 и жидкости С. Результаты показаны на рисунках 16 и 17.

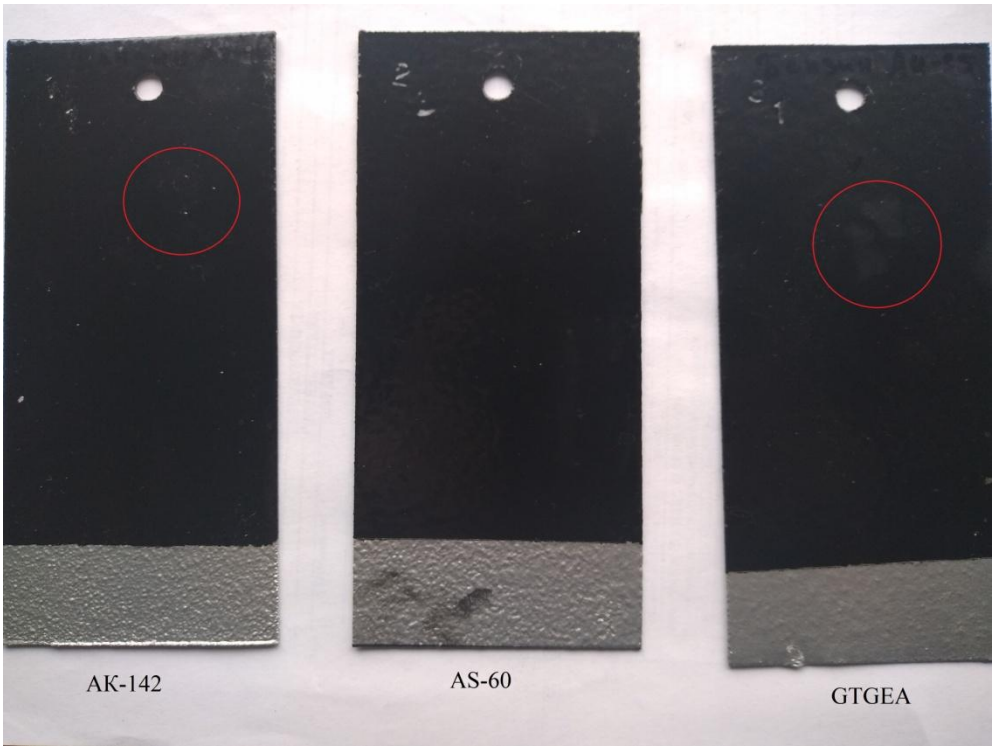

Рисунок 16 - Воздействие бензина

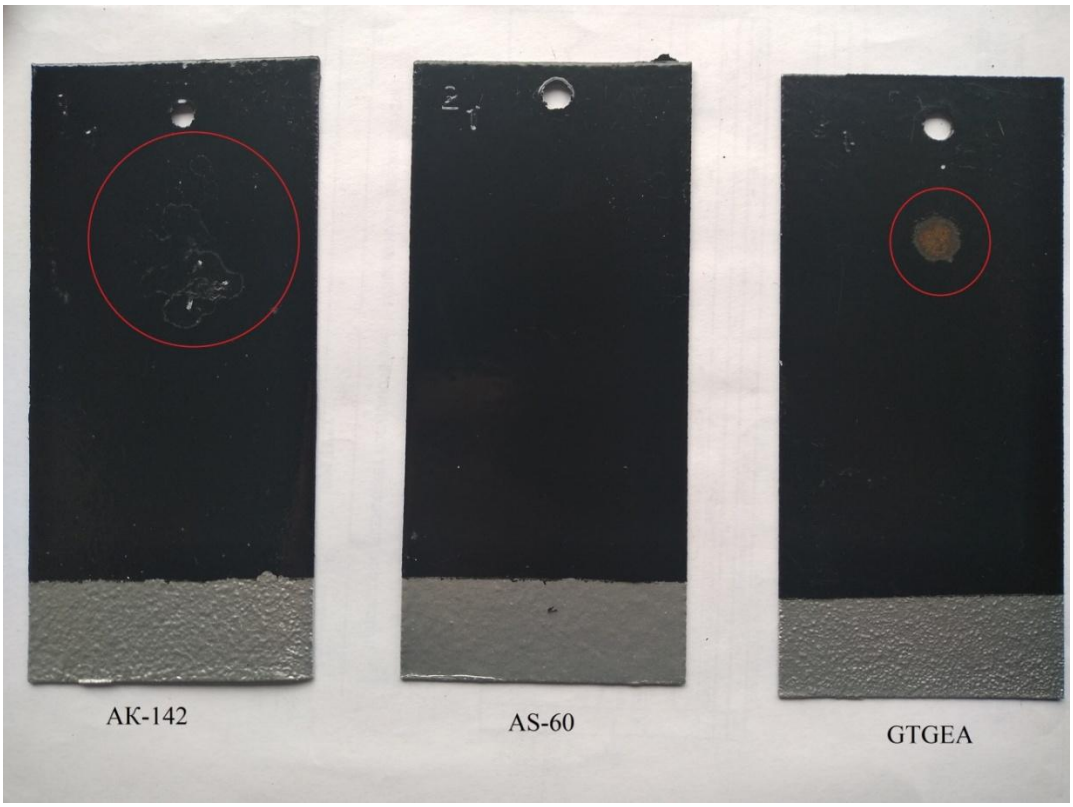

Рисунок 17 –Воздействия химического реагента Grais Active 700205

По стойкости к воздействию влаги все объекты исследования проявили удовлетворительные результаты (рисунок 18).

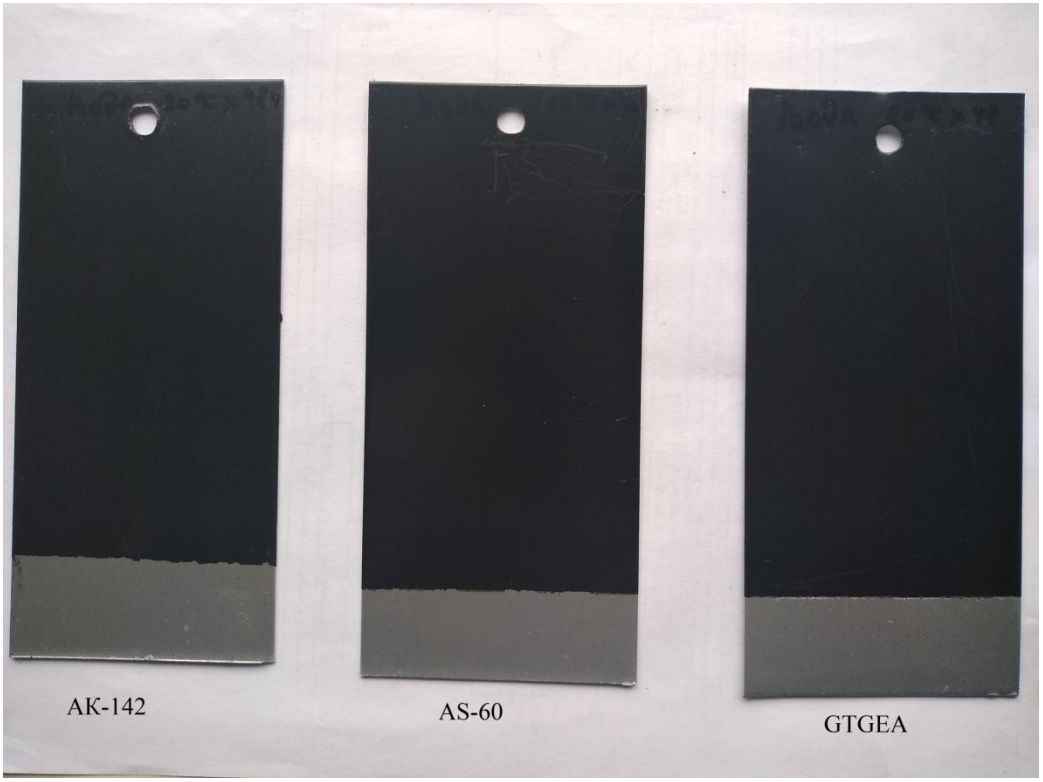

Рисунок 18 -Воздействие воды

Полные данные полученные в результате исследований были занесены в таблицу 9.

Таблица 9 – Результаты испытаний

№	Наименование показателей	Ед. изм	Методика испытаний	Результаты испытаний			Норма по	
				АК-142	AS-60	GT G-EA	Спецификации поставщиков AS-60/ GTG-EA	ТУ 6-21-05474337-51-95 «Акриловая эмаль АК-142»
1	Условная вязкость по ВЗ-246 (Ø 4 мм) при температуре (20,0±0,5)°С -при поставке -рабочая	с	ГОСТ 8420-74	 55,1 20,2	 67,1 19,3	 47,9 19,5	40-90/не менее 50 -	40-160 15-18
2	Степень разведения	%	-	24,8	23,9	32	-	-
3	Массовая доля нелетучих веществ	%	ГОСТ 31939-2012 ISO 3251:2008	32,5	43,8	52,6	35-45/не менее 45	32-42
4	Время высыхания при температуре (20,0±2)°С -до степени 2 -до степени 3	 мин час	ГОСТ 19007-73	 10 2	 10 2	 12 2	 - -/ 2ч	 - 2
5	Степень перетира, не более	мкм	ГОСТ 31973-2013 ISO 1524-2013	30	25	35	30/35	35

Продолжение таблицы 9

№	Наименование показателей	Ед. изм	Методика испытаний	Результаты испытаний			Норма по	
				АК-142	AS-60	GT G-EA	Спецификации поставщиков AS-60/ GTG-EA	ТУ 6-21-05474337-51-95 «Акриловая эмаль АК-142»
5	Степень перетира, не более	мкм	ГОСТ 31973-2013 ISO 1524-2013	30	25	35	30/35	35
6	Укрывистость высушенного покрытия, не более	г/м^2	ГОСТ 8784	44,4	46,3	43,7	-/ 70	50
7	Внешний вид:	-	Визуально в проходящем свете По ГОСТ 20481-80	Удовлет.	Удовлет.	Удовлет.	После высыхания эмаль должна образовывать однородную без кратеров, пор и морщин поверхность	После высыхания эмаль должна быть однородной, матовой, без кратеров и сорности
8	Блеск, угол 60°, не менее	Ед	ISO 2813:2014	18,7	22,4	24,8	-/ 25	30
9	Адгезия к - шлифованной поверхности -нешлифованной поверхности	балл	ГОСТ 15140-78, метод 4	**2_1** **3_1**	1_1 1_1	1_1 1_1	Не более 1_1	1_1

Продолжение таблицы 9

№	Наименование показателей	Ед. изм	Методика испытаний	Результаты испытаний			Норма по	
				АК-142	AS-60	GT G-EA	Спецификации поставщиков AS-60/ GTG-EA	ТУ 6-21-05474337-51-95 «Акриловая эмаль АК-142»
10	Толщина покрытия	мкм	И 34200.37.101.0037-2014	33,8-35,7	30,8-33,0	35,3-36,3	-	-
11	Твердость пленки поТМЛ -30 мин -2 часа -24ч -48ч -5 суток	отн. ед	ГОСТ 5233-89 ISO522:2006	 0,05 0,12 0,23 0,24 0,27	 0,05 0,14 0,3 0,32 0,39	 0,084 0,17 0,24 0,26 0,36	Не менее 0,2	0,23
12	Стойкость покрытия к статическому воздействию жидкостей -воды не менее 48ч -бензин *3мин	 ч мин	ГОСТ 9.403-80 метод А	 Удовлет остается ореол от пятна в зоне контакта	 Удовлет Удовлет	 Удовлет остается пятно в зоне контакта	-/не менее 48 -	Внешний вид без изменений

Продолжение таблицы 9

№	Наименование показателей	Ед. изм	Методика испытаний	Результаты испытаний			Норма по	
				АК-142	AS-60	GT G-EA	Спецификации поставщиков AS-60/ GTG-EA	ТУ 6-21-05474337-51-95 «Акриловая эмаль АК-142»
13**	Стойкость к сколам комплексного ЛКП с грунт-эмалью - без ПШМ - с ПШМ -модифицированного без ПШМ	Балл	D 24 1702	Cot4 Cot3 -	Cot4bis Cot 2-3 Cot 2-3	Cot2 Cot2 -	-/-	Cot ≤4 По CDC PEHO 46-07-001
14**	Условная светостойкость пленки	ч	ГОСТ 21903-76,метод 1	удовлет	Изменение оттенка цвета	Удовлет.	Не менее 4	-
15**	Стойкость к растворителям, воздействие в течении 2 мин с жидкостью С	-	D25 1816	Размягчение покрытия	Удовлет.	Пятно в зоне контакта	-	Норма по 46-07-001 Без изменений, без размягчений

Продолжение таблицы 9

№	Наименование показателей	Ед. изм	Методика испытаний	Результаты испытаний			Норма по	
				АК-142	AS-60	GT G-EA	Спецификации поставщиков AS-60/ GTG-EA	ТУ 6-21-05474337-51-95 «Акриловая эмаль АК-142»
16**	Истирание на приборе TABER на системах покрытия -ЛКП+эмаль -мастика+ЛКП+эмаль -ЛКП+эмаль(модиф)	обор	Инструкция к прибору	 150 100 500	 300 200 1200	 300 200 400	-	-
17**	Стойкость к воздействию хим.реагентGrais Active 700205 -2 мин без промывки -2 мин с промывкой под давлением	-	Технология «АКЦЕНТ-АВТО М» г.Челябинск.	Пятно в зоне контакта Размягчение и отслоение покрытия	Без изменений Без изменений	Пятно в зоне контакта Пятно в зоне контакта	-	-

*-набор статистических данных

**-дополнительные показатели

Заключение

В ходе проделанной работы были получены модифицированные грунт-эмали добавкой ПТФЭ «Форум». По изученным методикам испытаний было установлено исследовательским путем, что однокомпонентная черная матовая грунт-эмаль AS-60 ООО «Экопол» по результатам испытаний показала себя лучше по многим показателям, чем грунт-эмали АК-142 и GT G-EA на соответствие требованиям ПАО «АВТОВАЗ». AS-60 обладает наилучшей стойкостью к истиранию и воздействию агрессивных жидкостей и может быть рекомендована для производственных испытаний в технологии окраски порогов автомобиля 21214. Прилагаю акт производственных испытаний в приложении А.

Список используемых источников

1) Encyclopedia of Polymer Science and Technology. V. 13, New York — London, 1970. 843 p.: Teflon Fluorocarbon Resins — Safety in handling and use. Prospect of du Pont, 1970 (USA).

2) Hamilton I. M. In: Stacey M. e. a. Advances in Fluorine Chemistry, 1963, № 3.

3) I.A. Krylova Progressin Organic Coatings/ I.A.Krylova, S.V. Sazonova, N.I. Morozova 1992. V.21.P.1-15.

4) Krylova I.A. Progr. in Organic Coatings/ Krylova I.A., Zubov P.I. - 1984. v.32 p.1 - 13.

5) Авт. Свид. СССР №883120; 883121; 883122; все 1983. Опубликовано в «Бюллетене изобретений» №3/85.

6) Алексеева Г.А. Лакокрасочные материалы и их применение/ Алексеева Г.А, Смирнов В.А., Сухоленцева Т.В., Смирнов В.А., Сухоленцева Безуглый В.Д., Бугоркова И.А. и др. - 1986.№ 5. - с.34-36.

7) Алтухова В.В. Лакокрасочные материалы и их применение/ Алтухова В.В., Ерочкин М.П., Титова Е.И., Бугоркова И.А. - 1978.№1. - с.39-41.

8) Величко А.И. Окрашивание электроосаждением/ Величко А.И., Дворниченко Г.Л. - Украинский издательский центр, 2004. - 318с.

9) Верхоланцев В.В. и др. Двухкомпонентные ЛКП// Лакокрасочные материалы и их применение.- 1983.- №3. - С54-56 24. [Электронный ресурс]: База данных. - Электронные текстовые данные. - Режим доступа: http://climat-test.ru/corrosionbox/corrosionbox.html.

10) ГОСТ 15140-78Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии.

11) ГОСТ 19007-73 Материалы лакокрасочные. Метод определения времени и степени высыхания.

12) ГОСТ 21903-76 Материалы лакокрасочные. Методы определения условной светостойкости

13) ГОСТ 31939-2012 (ISO 3251:2008) Материалы лакокрасочные. Определение массовой доли нелетучих веществ.

14) ГОСТ 4765-73Материалы лакокрасочные. Метод определения прочности при ударе.

15) ГОСТ 5233-89 (ИСО 1522-73) Материалы лакокрасочные. Метод определения твердости покрытий по маятниковому прибору.

16) ГОСТ 8420-74 Материалы лакокрасочные. Методы определения условной вязкости.

17) ГОСТ 8832-76 (ИСО 1514-84) Материалы лакокрасочные. Методы получения лакокрасочного покрытия для испытания

18) ГОСТ 9.401-91 Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на влажность.

19) ГОСТ Р 51694-2000 (ISO 2808-97) Материалы лакокрасочные. Определение толщины покрытия.

20) Дидюков, З. С. Лакокрасочные покрытия / З.С. Дидюков. - М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной и судостроительной литературы, 1982. - 216 с.

21) Исикава М. Соединения фтора - Мир.1990. - 478 с.

22) Карякина, М. И. Лабораторный практикум по испытанию лакокрасочных материалов и покрытий / М.И. Карякина. - М.: Химия, 1977. - 240 с.

23) Королёва И.А. Лакокрасочные материалы и их применение/ Королёва И.А., Крылова И.А., Панкина Л.Д. - 1986.№1.6-8.

24) Корбакова А. И., Макулова И. Д., Марченко Е. Н. и др. Токсикология фторорганических соединении и гигиена труда в их производстве. М., «Медицина», 1975. 183 с.

25) Крылова И.А. ВХО им. Д.И.Менделеева/ Крылова И.А., Р.К.Абрамян Ж. - 1988.т.23 - с.47-53.

26) Крылова И.А. Окраска электроосаждением/ Крылова И.А., Коган Н.Д., Ратников В.Н. - М. Химия, 1982. 248с.

27) Кузьмичев В.И. Водорастворимые пленкообразователи и лакокрасочные материалы на их основе/ Кузьмичев В.И., Абрамян Р.К., Чагин М.П. - М.: Химия.1986.152 с.

28) Кумачёва Е.Э. Коллоидные жидкости/ Кумачёва Е.Э., Панкина Л.Д., Крылова И.А. - 1984.т.45.№5. - с.1022-1024.

29) Лакокрасочные покрытия функционального назначения-А.Д. Яковлев, С.А. Яковлев 2018 г.

30) Любимов, В.В. Защитные покрытия изделий / В.В. Любимов. - М.: Машиностроение, 1989. - 216 с.

31) Паншин Ю.А. Фторопласты/ Паншин Ю.А., Малкевич С.Г., Дунаквская В.С. Л. - 1978. - 230 с.

32) Пугачёв А.К. Переработка фторопластов в изделия/ Пугачёв А.К., Росляков О.А. Л. - 1987.

33) Розенфельд, И. Л. Защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытиями / И.Л. Розенфельд, Ф.И. Рубинштейн, К.А. Жигалова. - М.: Химия, 1987. - 224 с.

34) Славинская Н.М. Лакокрасочные материалы и их применение/ Славинская Н.М., Бирман Я.И., ВейцманМ.Р.и др. - 1979.№5. - с.499-508.

35) Смирнов В.А. Лакокрасочные материалы и их применение/ Смирнов В.А., Сухоленцева Т.В., Антипов С.И. - 1987.№2. - с.40-41.

36) Сорокин М.В. Химия и технология плёнкообразующих веществ/ Сорокин М.В., Кочнова З.А., Шодэ Л.Г. - Москва: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1989. - 477с.

37) Справочник по пластическим массам. Т. 2. Под ред. В. М. Катаева, В. А. Попова, Б. И. Сажина. М., «Химия», 1975. 566 с.

38) Сухая смазка ФОРУМ [Электронный ресурс]: База данных. - Электронные текстовые данные. - Режим доступа: http://forumshop.ru/suhaja-smazka-phorum-tovar.html, свободный.

39) Фторхинолоны. Синтез и применение, Липунова Г.Н., Носова Э.В. 2016 г.

40) Химическая энциклопедия. - М.1998. т.5 18. Давыдова С.Л. Успехи в химии/ Давыдова С.Л., Платэ Н.А., Каргин В.А., -1970-т.39,выпуск 12.-2256-2285 19. [Электронный ресурс] : База данных. - Электронные текстовые данные. Режим доступа: http://www. plasma.com.ua/chemistry/chemistry/wetting_agent.html, свободный.

41) Шангин, Ю. А. Восстановление лакокрасочного покрытия легкового автомобиля / Ю.А. Шангин. - М.: Транспорт, 1987. - 128 с.

Приложение А

Результаты технологического опробования грунт-эмали «AS-60» ТУ 2312-115-25546303-2011 производства ф.ООО «Экопол» г.Дзержинск, в технологии окраски кузовов ц.0442 СКП «Приора».

Цель испытаний: внедрение грунт-эмали «AS-60» производства ф.ООО «Экопол» с улучшенной стойкостью к воздействию агрессивных жидкостей. Определение возможности

использования грунт-эмали «AS-60» взамен эмали АК-142 черная на операциях «окраска пневмораспылением эмалью черной матовой», «окраска ручная кистью эмалью черной матовой» в цехе 0442 СКП «Приора».

Основание: программа испытаний № 00918-2018 от 01.03.18г., протокол совещания

«Комитет по изменениям автомобилей 4х4» №181 от 26.02.2018г.,протокол испытаний ОИМ УИ №3D383_3/0020-18 от 15.02.2018.

Объект испытаний: опытно-промышленная партия грунт-эмали «AS-60» ТУ 2312-115-25546303-2011 в количестве 25кг., разбавитель для акриловых ЛКМ, ортоксилол, серийные кузова 21214-5000014.

Технологические испытания:

1) Лабораторные испытания проведены ОИМ УИ (протокол испытаний №3D383_3/0020-18 от 15.02.2018) на соответствие требованиям ПАО «АВТОВАЗ, на основании положительных результатов исследований материал допущен к производственным испытаниям в СКП.

2) Технологическое опробование грунт-эмали «AS-60» проводилось 23.03.18г., 18.04.2018г. в ц.0442 на линии окраски кузовов ЛАК- 3 на а/м 21214 на операциях: «окраска ручная кистью эмалью черной» и «окраска

пневмораспылением эмалью черной матовой» в камере нанесения черной эмали код № 610.4001.04420.

3) Приготовление грунт-эмали осуществлялось по рекомендации поставщика. Для разведения грунт-эмали «AS-60» применялся комплексный разбавитель для акриловых ЛКМ, рабочая вязкость 20с по вискозиметру ВЗ-246 (диаметр сопла 4 мм) при температуре 20±2□ С и ортоксилол рабочая вязкость 20,(16)с по вискозиметру ВЗ-246 (диаметр сопла 4 мм) при температуре 20±2□ С.

4) Окраска поверхностей кузова выполнялась согласно действующего ТП 21214-5000014, в труднодоступных местах салона кузовов окраска проводилась вручную с помощью кисти, при окраске порогов нанесение грунт-эмали осуществлялось пневмораспылением (на комплекс покрытия КТФ + ПШМ + вторичный грунт + базисная эмаль + лак).

5) В дни испытаний 23.03.18г окрашено 5 серийных кузовов (№ 2315728, № 2315670, № 2315761,№ 2315424, 2315737), 18.04.2018г. куз (№2319614, №2319641, №2319505, №2319616,2319656) в процессе оценивалось: внешний вид покрытия, время сушки грунт-эмали.

В результате испытаний отмечено:

− после окраски кузовов по выходу из камеры оценен внешний вид окрашенных поверхностей, окрашенная пленка имела гладкий однотонный матовый вид,

− на комплексном ЛКП имел место дефект «подтек» наносного характера;

Выводы:

По результатам технологического опробования грунт-эмали «AS-60» в технологии окраски СКП «Приора» ц.0442 удовлетворяет требованиям для выпуска товарной продукции в условиях производства.