

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование)

15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств»

(код и наименование направления подготовки)

Технология автоматизированного машиностроения

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему: Модернизация процесса автоматизированной окраски
пластмассовых изделий

Студент

Д.А. Морозов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов

руководитель

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| 1 Технология подготовки поверхностей | 6 |
| 1.1 Требования, предъявляемые к поверхностям | 6 |
| 1.2 Траектория и параметры газопламенной подготовки | 7 |
| 2 Подготовительные операции | 11 |
| 2.1 Расчет идеальных норм расходов | 11 |
| 2.2 Статические и динамические отпечатки окрасочного факела пневматической технологии | 12 |
| 3 Нанесение грунта | 23 |
| 3.1 Траектории и параметры нанесения грунта | 23 |
| 4 Нанесение базисной эмали | 28 |
| 4.1 Траектории и параметры нанесения базисной эмали | 28 |
| 4.1.1 Описание имеющихся траекторий | 28 |
| 4.1.2 Технологический анализ имеющихся траекторий | 30 |
| 4.2 Модификация траектории и параметров нанесения базисной эмали | 32 |
| 5 Нанесение акрилового лака | 50 |
| 5.1 Траектории и параметры нанесения акрилового лака | 50 |
| 5.1.1 Описание имеющихся траекторий | 50 |
| 5.1.2 Технологический анализ имеющихся траекторий | 52 |
| 5.2 Модификация траекторий и параметров нанесения акрилового лака | 52 |
| 6 Замер толщин методом магнитной индукции | 56 |
| 7 Замер толщин ультразвуковым методом | 66 |
| 8 Микроскопическое исследование | 73 |
| 9 Инструментальный замер показателей соответствия цвету | 77 |

| | |
|---|----|
| 10 Инструментальный замер показателей шагреня | 81 |
| 11 Визуальная оценка внешнего вида..... | 86 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 87 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ..... | 88 |

ВВЕДЕНИЕ

Окраска пластиковых изделий — это сложный технологический процесс нанесения лакокрасочных слоев, со множеством самостоятельных технологических циклов и подциклов, с целью улучшения химической, тепловой и механической устойчивости, а также создания окончательного внешнего вида готовой продукции.

К лакокрасочным слоям относят:

- Грунт
- Базисную эмаль
- Лак

Принято окрашивать пластиковые изделия базисной эмалью в два слоя, металлизированные эмали, с пропорцией 60% от общего количества нанесенной эмали в мл на первом слое и 40% на втором слое, для не металлизированных эмалей в один слой, либо 50% на первом и 50% на втором слое, в целях сохранения производительности линии.

Существует несколько технологий автоматизированного нанесения базисной эмали по слоям:

- Пневматика-пневматика. Это наиболее простой и дешевый метод нанесения ЛКМ на окрашиваемые поверхности. Материал расщепляется потоком сжатого воздуха, проходящим через пистолет робота. К недостаткам можно отнести высокий расход ЛКМ, следовательно низкую экологичность в рабочей зоне, более длительный цикл нанесения ЛКМ, чем у электростатической технологии и более низкое качество финишного покрытия;

- Электростатика-электростатика. Одна из эффективных технологий окраски пластиковых изделий. При использовании этой технологии

увеличивается процент переноса лакокрасочного материала на деталь.

Улучшается равномерность и толщина покрытия, а также экологичность в рабочей зоне. Процесс окраски ускоряется путем попадания материала в труднодоступные места);

-Электростатика-пневматика. Наиболее удачная комбинация технологий нанесения ЛКП. На первом слое применяется электростатическое нанесение, на втором пневматическое, что позволяет добиться хорошего уровня качества ЛКП при этом экономя на оборудовании.

Целью работы является модернизация технологического процесса окраски бампера переднего для получения более высокого качества готовой продукции, в условиях технологии автоматизированного нанесения базисной эмали: пневматика-пневматика. В связи с влиянием кромочных проходов на лицевую поверхность бампера, необходимо их исключение, что позволит сократить процесс окраски, снизить процент разнотолщинности и повысить соответствие цвету, что повысит качество выпускаемой продукции.

В процессе написания магистерской диссертации перед нами были поставлены следующие задачи:

1. Анализ действующего технологического процесса окраски бампера переднего.
2. Изменение параметров обжига.
3. Модификация траекторий и параметров нанесения грунта, базисной эмали, акрилового лака.
4. Получение, синтез и анализ результатов измерений после модификации параметров и траекторий.

1 Технология подготовки поверхностей

После того как годные пластиковые изделия попадают в производство окраски, они не готовы к процессу нанесения ЛКМ так как не соответствуют жестким химико-физическим требованиям. Подготовка поверхностей занимает одну из ключевых позиций в процессе окраски.

1.1 Требования, предъявляемые к поверхностям

Список требований к подготовке поверхностей пластиковых изделий под окраску:

1. Автоматическая мойка с применением поверхностного активного моющего средства. Для очищения поверхности от загрязнений.
2. Выпаривание смазки из пор пластика, при температуре +60°C в течение 35-40 минут, позволит поднять их на поверхность детали.
3. Протирка салфеткой очистит поверхность от смазки.
4. Температурное воздействие, при окраске деталей из не модифицированных полиэтиленов (PE) и полипропиленов (PP) способствует повышению адгезионных свойств.

Высокая адгезия пластиковых поверхностей - основное требование для лакокрасочного слоя. Существует несколько видов воздействий на поверхность подверженной обработки, PE и PP:

1. Коронный разряд – воздействие электрического разряда.
2. Низкотемпературная плазма – воздействие потока плазмы.
3. Газовое пламя – воздействие пламени газовых горелок.

1.2 Траектория и параметры газопламенной подготовки

В ходе данной работы используется метод воздействия газовым пламенем.

Газопламенная обработка лицевых поверхностей левой стороны бампера переднего осуществляется по траектории (Рисунок 1), правая сторона обжигается по зеркальной траектории, нижней части (Рисунок 2).

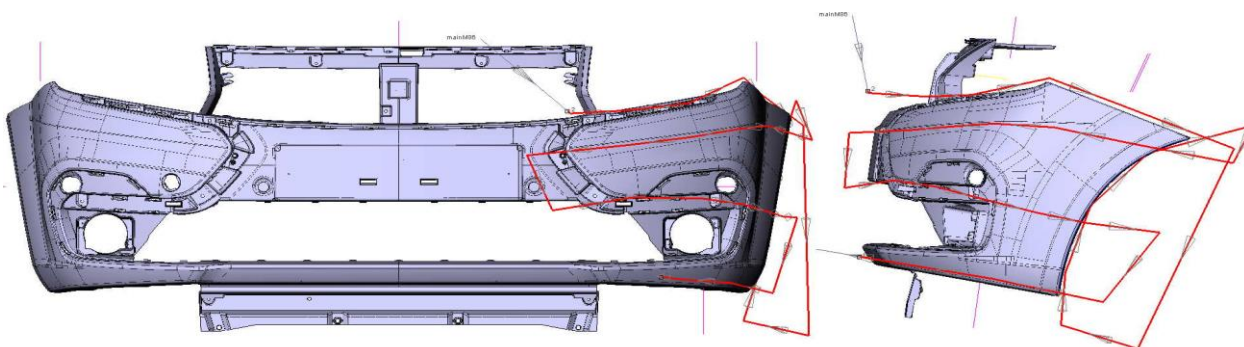


Рисунок 1 – траектория газопламенной обработки 1

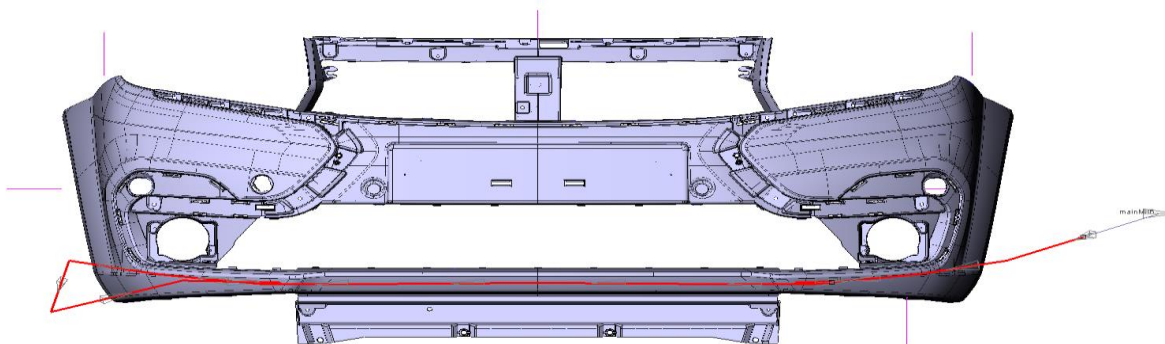


Рисунок 2 – траектория газопламенной обработки 2

Параметры газопламенной обработки:

- Модель горелки: ARCOGAS L = 200 mm;
- Газовая смесь: Природный газ / воздух = 1:8;
- Подача смеси на работе 450 л/ мин;

- Дистанция обжига 80 – 100 мм;
- Скорость конвейера 3,2 мм/мин;
- Скорость на траектории 700 м/с;
- Такт линии 50 – 52 сек.

При заданных параметрах во время проведения замера поверхностного натяжения выяснилось, что обрабатываемая поверхность соответствует замеру поверхностного натяжения тестовым маркерами 46, 48, 54 Дин/см, как показано на рисунке 5, что является недопустимым, по соответствию маркеру 54 Дин/см.

Схематическое отображение капли тестового маркера на обработанной поверхности приведено на рисунке 3. Не обработанной поверхности, либо не соответствию номеру тестового маркера на рисунке 4.

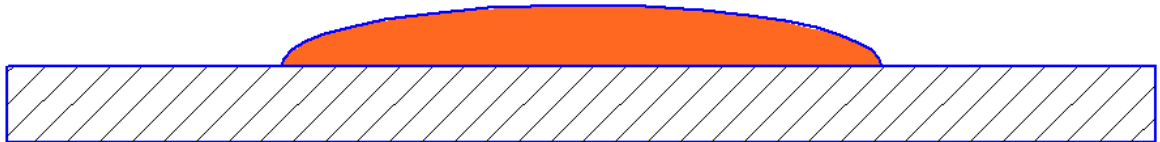


Рисунок 3 – обработанная поверхность

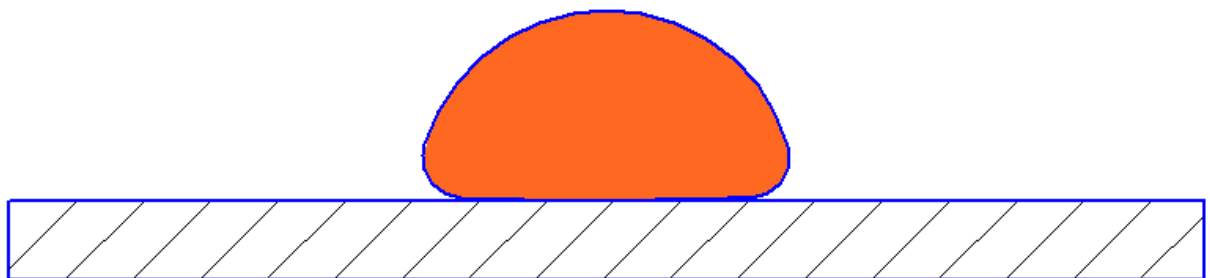


Рисунок 4 – необработанная поверхность



Рисунок 5 – замер поверхностного натяжение №1

В связи с этим было принято решение об увеличении линейной скорости работа с 700 мм/с до 800 мм/с. После корректировки параметров проведен повторный замер поверхностного натяжения, результат которого был удовлетворительным, маркер 52 Дин/см держался на поверхности, а 54

Дин/см собирался на поверхности, как показано на рисунке 4. Удовлетворительный результат замерам поверхностного натяжения показан на рисунке 6.



Рисунок 6 – замер поверхностного натяжение №2

Получив удовлетворительные результаты по замерам поверхностного натяжения, можно считать, что блок подготовки поверхностей завершен и можно переходить к следующему этапу.

2. Подготовительные операции

В подготовительные операции можно отнести несколько пунктов, таких как:

- расчет норм расходов;
- поиск формообразующего воздуха.

Эти пункты позволят сформировать корректный окрасочный факел с учетом процента перекрытия, дистанцией аппликации и шагом траектории.

2.1 Расчет идеальных норм расходов

Первым шагом в подготовительных операциях, перед нанесением ЛКМ, является предварительные расчет идеальных норм расходов. Исходными данными для расчета служат:

- Давление материала;
- Толщина одного слоя.

Давление материала рассчитывается по формуле:

$$F = \frac{(T_1 * S_r * P * 0.6)}{T_e * S_c} \quad (2.1)$$

Где F – давление материала; T₁ – толщина одного слоя; S_r – линейная скорость работа; P – ширина окрасочного факела; T_e – процент переноса материала на деталь; S_c – сухой остаток.

Толщина одного слоя определяется по формуле:

$$T_1 = \frac{T}{O} \quad (2.2)$$

Где T – целевая толщина; O – процент перекрытия.

Расчет давления материала по каждому слою ЛКП позволил определить первоначальные показатели давления. (Таблица 1)

Таблица 1 – первичные показатели давления материала.

| Робот | № цвета | Давление (см ³) |
|---------------------------|---------|-----------------------------|
| Грунт 1 (R32) | - | 228 |
| Грунт 2 (R34) | - | 228 |
| Базисная эмаль 1 (R42) | 221 | 384 |
| | 624 | 885 |
| | 676 | 735 |
| | 242 | 735 |
| | 250 | 668 |
| | 136 | 632 |
| | 498 | 658 |
| Базисная эмаль 2 (R44) | 237 | 761 |
| | 221 | 384 |
| | 624 | 531 |
| | 676 | 441 |
| | 242 | 441 |
| | 250 | 401 |
| | 136 | 379 |
| 498 | 395 | |
| 237 | 457 | |
| Акриловый лак 1 (R52) | - | 503 |
| Акриловый лак 2 (R54) | - | 503 |

2.2 Статические и динамические отпечатки окрасочного факела пневматической технологии

Расчитав первичные показатели давления материала, для проведения экспериментальной работы по получению полезных отпечатков окрасочного факела, задаются параметры формообразующего и центрального воздуха. Процесс подбора параметров воздуха осуществляется, с учетом износа оборудования и рекомендаций поставщика оборудования.

Для проведения экспериментальной работы робот занимает позицию ожидания, а также загружается заранее подготовленная тестовая программа. Под пистолетом окрасочного робота, на полу камеры, размещается лист бумаги или фольги размером 1200x700 мм позволяющий смоделировать процесс нанесения материала непосредственно на деталь. В этот момент следует произвести контроль дистанции между окрасочным пистолетом робота и листом, она обязана соответствовать заданной. Производится первичная окраска в статическом положении. Материал, попавший на картон, индицирует состояние окрасочного факела. Идеальная форма статического отпечаток для пневматической технологии имеет эллиптический вид, как на рисунке 7.



Рисунок 7 – Статический отпечаток

Получив отпечаток близкий к эталону, переходим к следующему этапу, динамическому отпечатку. Для этого, однородная, стальная пластина размером 700x50 мм располагается перпендикулярно относительно движения робота в соответствии с рисунком 8.

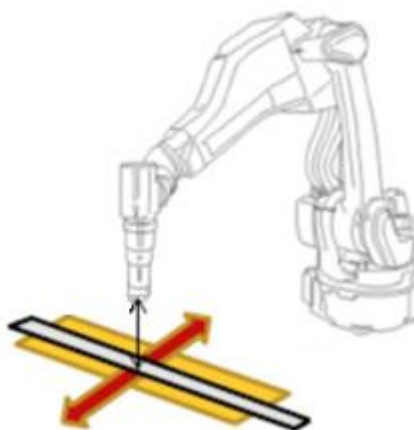


Рисунок 8 – расположение стальной пластины относительно робота

Осуществляется 3 прохода для станций нанесения базисной эмали первого слоя и лака, 6 проходов робота для станции нанесения грунта и базисной эмали второго слоя. Увеличение количества проходов необходимо для получения увеличенной толщины материала в два раза, чтобы снизить погрешность измерения и получить корректные значения. Количество проходов рассчитывается из процента перекрытия и шага траектории. Как только завершены вышеизложенные действия металлическая пластина отправляется в сушильный шкаф на 40 минут при температуре 160 С.

После сушильного шкафа необходимо провести ряд измерений толщин методом магнитной индукции, с шагом 10 мм, начальным и конечным значением применяем толщину около 2-3 мкм.

Далее производится расчет, т. к. осуществлялось 6 проходов, то полученные значения толщин грунта и базисной эмали второго слоя необходимо разделить на 2.

По полученным значениям производим построение графиков и определяем полезный отпечаток окрасочного факела нанесения грунта первого робота рисунок 9, нанесения грунта второго робота рисунок 10, нанесения лака первого робота рисунок 11, нанесения лака второго робота рисунок 12, нанесения базисной эмали 221 первого робота рисунок 13, нанесения базисной эмали 221 второго робота рисунок 14, нанесения

базисной эмали 624 первого робота рисунок 15, нанесения базисной эмали 624 второго робота рисунок 16, нанесения базисной эмали 676 первого робота рисунок 17, нанесения базисной эмали 676 второго робота рисунок 18, нанесения базисной эмали 498 первого робота рисунок 19, нанесения базисной эмали 498 второго робота рисунок 20, нанесения базисной эмали 250 первого робота рисунок 21, нанесения базисной эмали 250 второго робота рисунок 22, нанесения базисной эмали 242 первого робота рисунок 23, нанесения базисной эмали 242 второго робота рисунок 24, нанесения базисной эмали 238 первого робота рисунок 25, нанесения базисной эмали 238 второго робота рисунок 26, нанесения базисной эмали 136 первого робота рисунок 27, нанесения базисной эмали 136 второго робота рисунок 28,

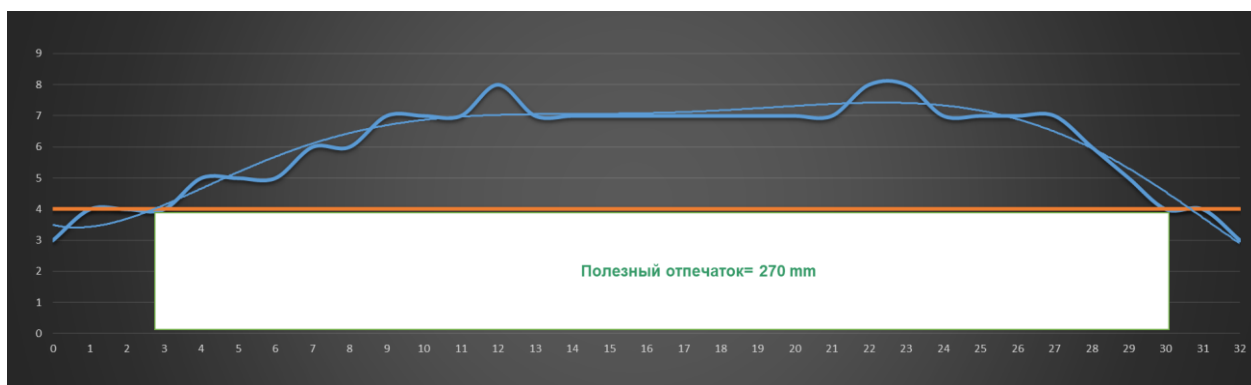


Рисунок 9 – полезный отпечаток окрасочного факела первого робота нанесения грунта.



Рисунок 10 – полезный отпечаток окрасочного факела второго робота нанесения грунта.



Рисунок 11 – полезный отпечаток окрасочного факела первого робота нанесения лака.

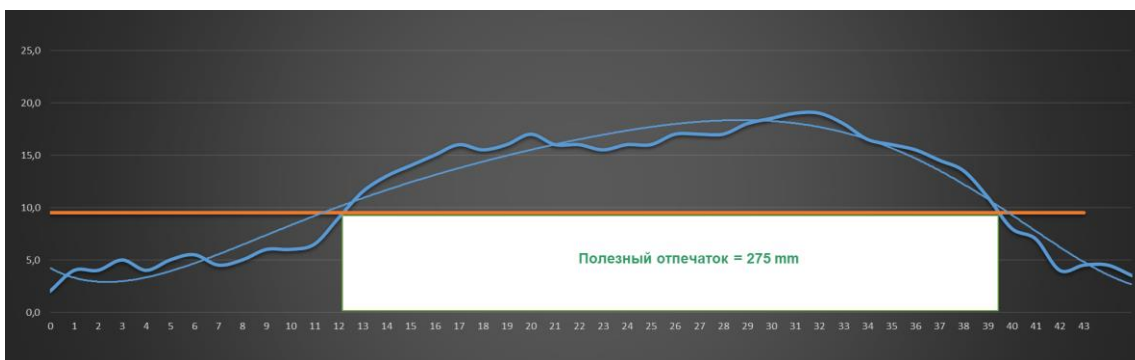


Рисунок 12 – полезный отпечаток окрасочного факела второго робота нанесения лака.

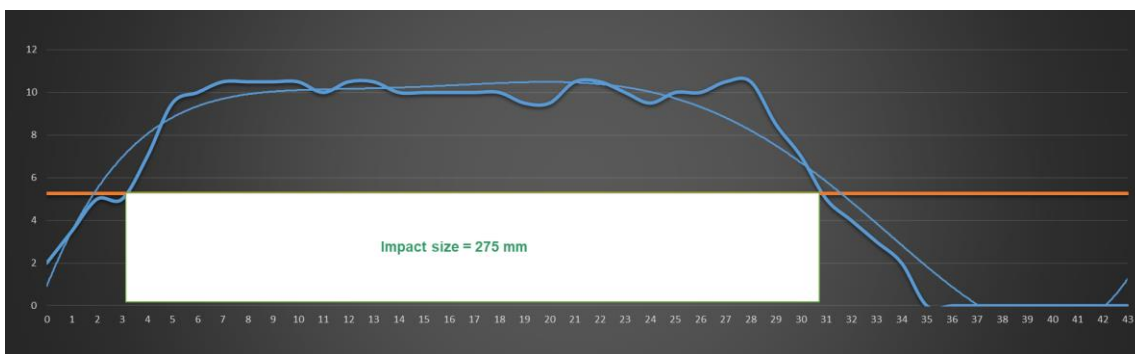


Рисунок 13 – полезный отпечаток окрасочного факела первого робота нанесения базисной эмали 221.

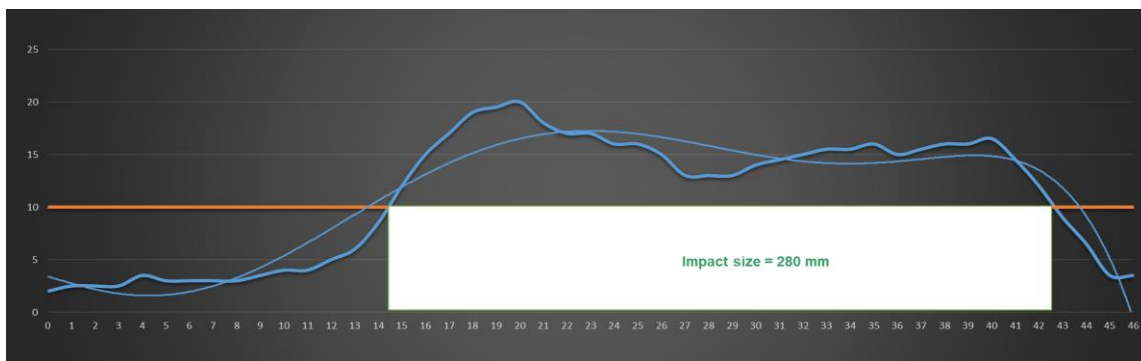


Рисунок 14 – полезный отпечаток окрасочного факела второго робота нанесения базисной эмали 221.

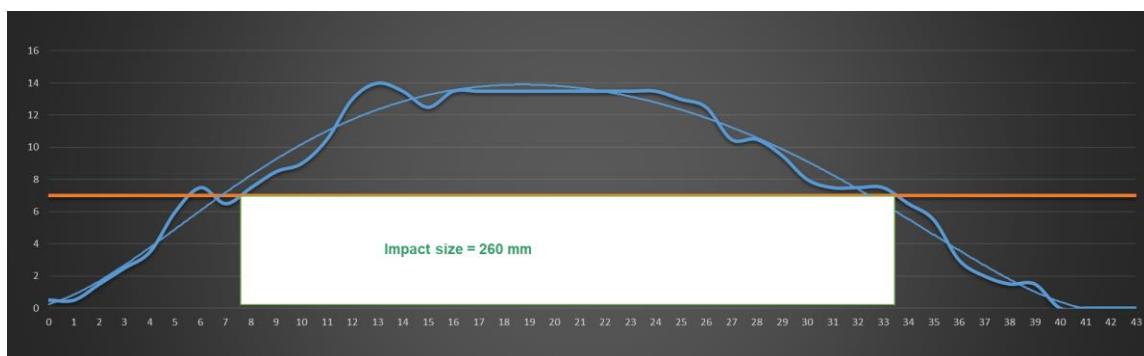


Рисунок 15 – полезный отпечаток окрасочного факела первого робота нанесения базисной эмали 624.

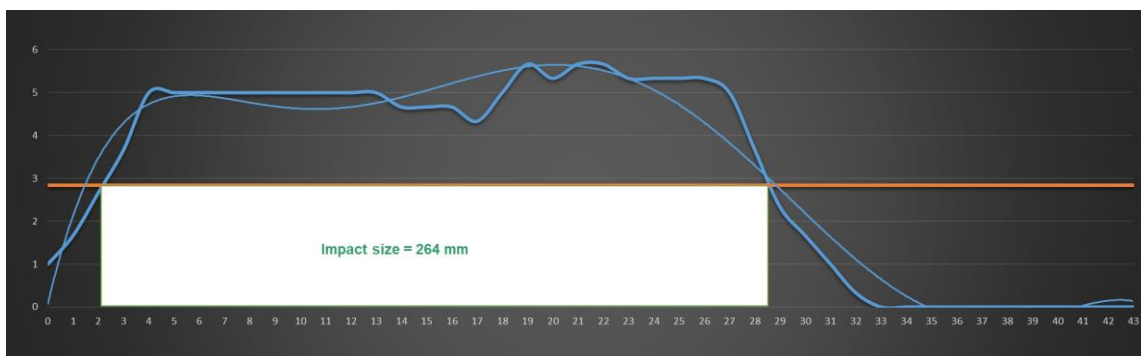


Рисунок 16 – полезный отпечаток окрасочного факела второго робота нанесения базисной эмали 624.



Рисунок 17 – полезный отпечаток окрасочного факела первого робота нанесения базисной эмали 676.

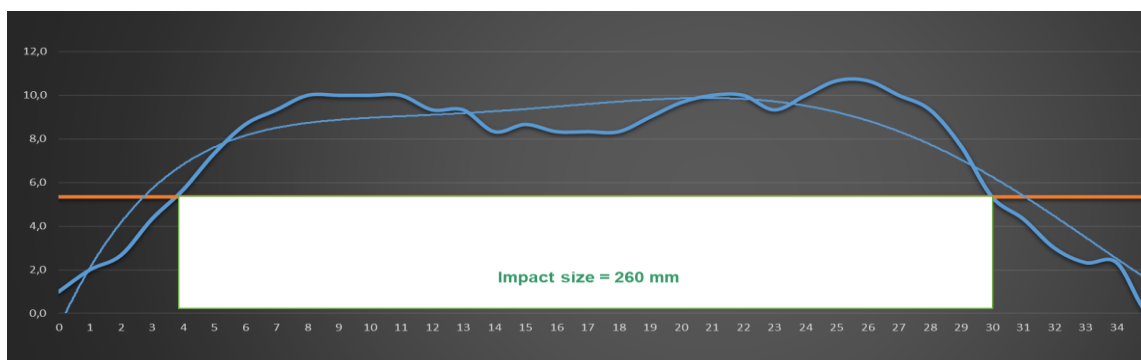


Рисунок 18 – полезный отпечаток окрасочного факела второго робота нанесения базисной эмали 676.

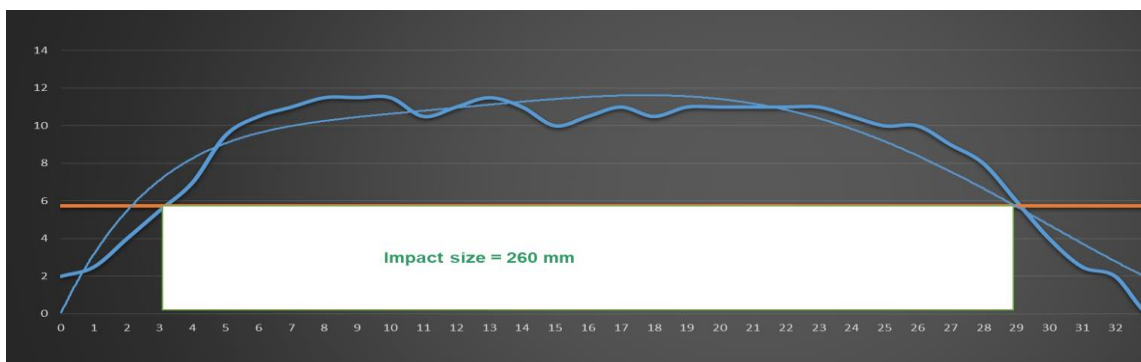


Рисунок 19 – полезный отпечаток окрасочного факела первого робота нанесения базисной эмали 498.

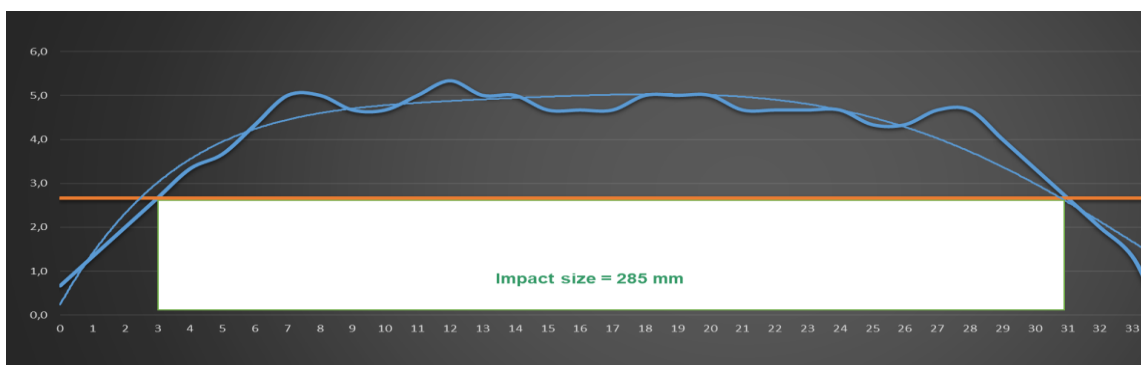


Рисунок 20 – полезный отпечаток окрасочного факела второго робота нанесения базисной эмали 498.



Рисунок 21 – полезный отпечаток окрасочного факела первого робота нанесения базисной эмали 250.

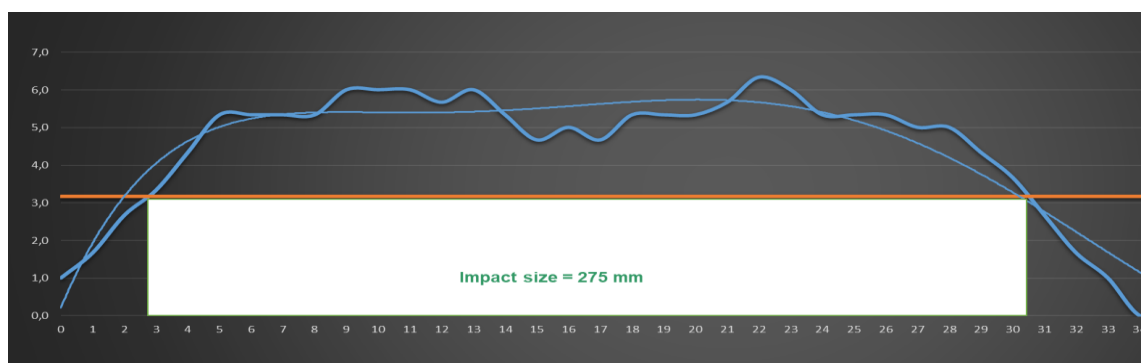


Рисунок 22 – полезный отпечаток окрасочного факела второго робота нанесения базисной эмали 250.

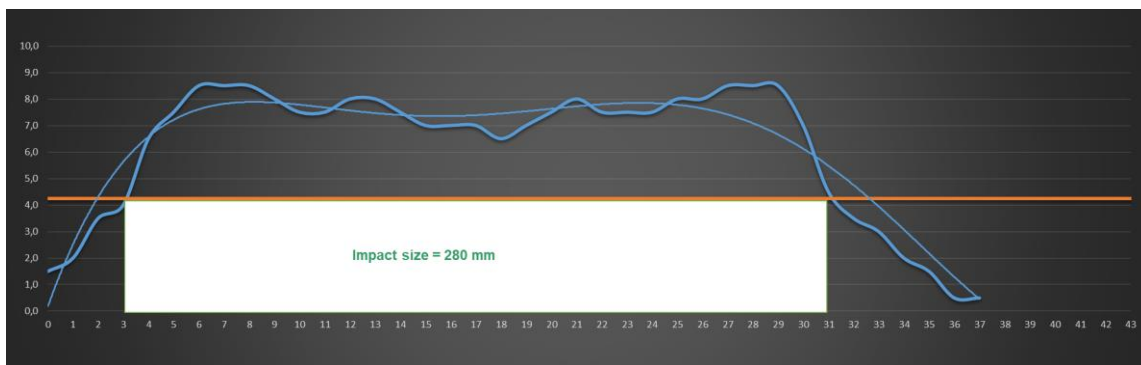


Рисунок 23 – полезный отпечаток окрасочного факела первого робота нанесения базисной эмали 242.

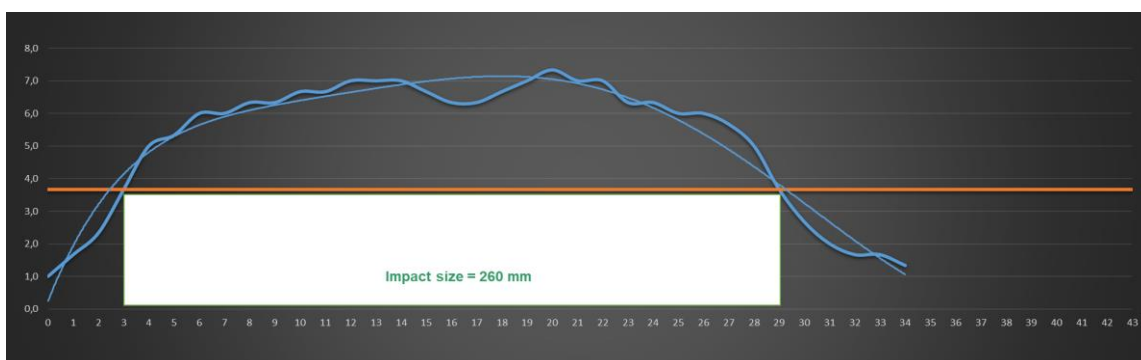


Рисунок 24 – полезный отпечаток окрасочного факела второго робота нанесения базисной эмали 242.

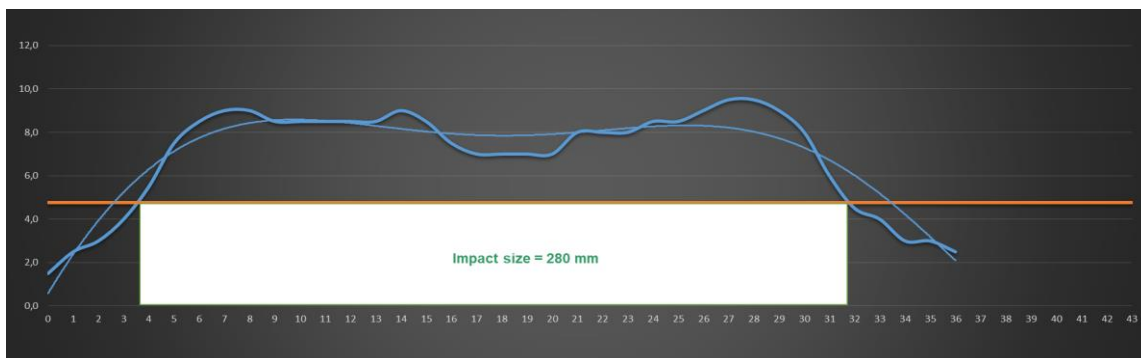


Рисунок 25 – полезный отпечаток окрасочного факела первого робота нанесения базисной эмали 238.

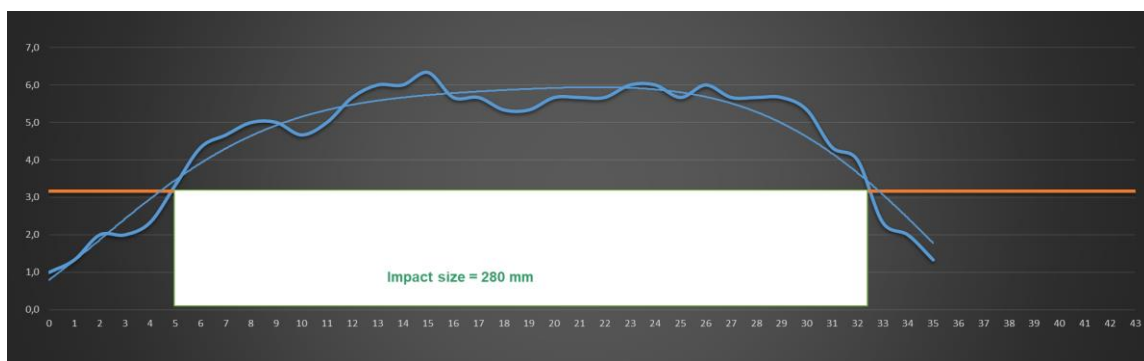


Рисунок 26 – полезный отпечаток окрасочного факела второго робота нанесения базисной эмали 238.

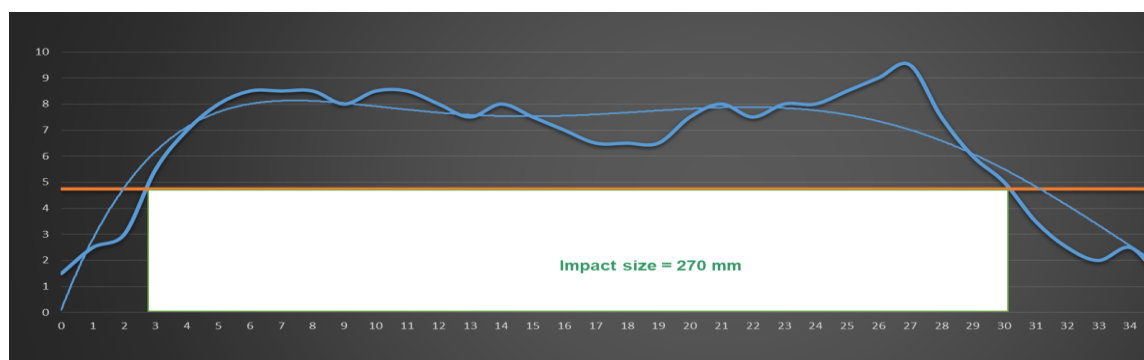


Рисунок 27 – полезный отпечаток окрасочного факела первого робота нанесения базисной эмали 136.

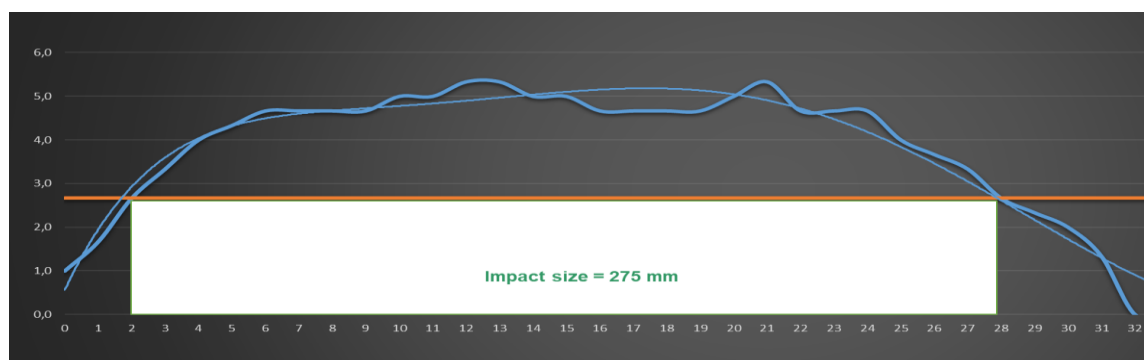


Рисунок 28 – полезный отпечаток окрасочного факела второго робота
нанесения базисной эмали 136.

3. Нанесение грунта

Слой грунта для пластиковых изделий является промежуточным слоем между подложкой и базисной эмалью, который напрямую влияет на основные требования, предъявляемые к поверхностям. Основными задачами грунта являются:

- скрывание микроскопических царапин и неровностей пластика для получения гладкой поверхности;
- созданию подложки для базисной эмали;
- повышения адгезионных свойств;
- улучшения шагрени.

3.1 Траектории и параметры нанесения грунта

3.1.1 Описание имеющихся траекторий

Окраска грунтом производится в два слоя с соотношением материала 50% / 50% по траекториям, показанным на рисунке 28 для кромочных кистей, на рисунке 29 для лицевой. Лицевой кистью называют часть траектории, которая окрашивает большую площадь детали. Траектории симметричны относительно противоположной стороны бампера.

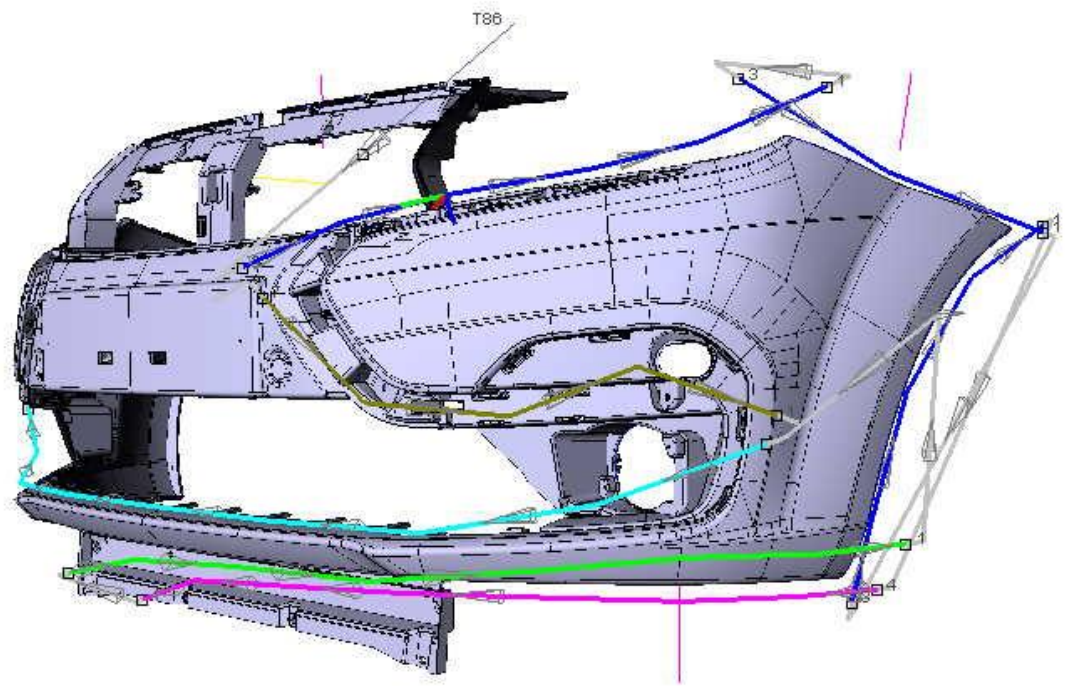


Рисунок 28 – кромочные и вспомогательные кисти нанесения грунта

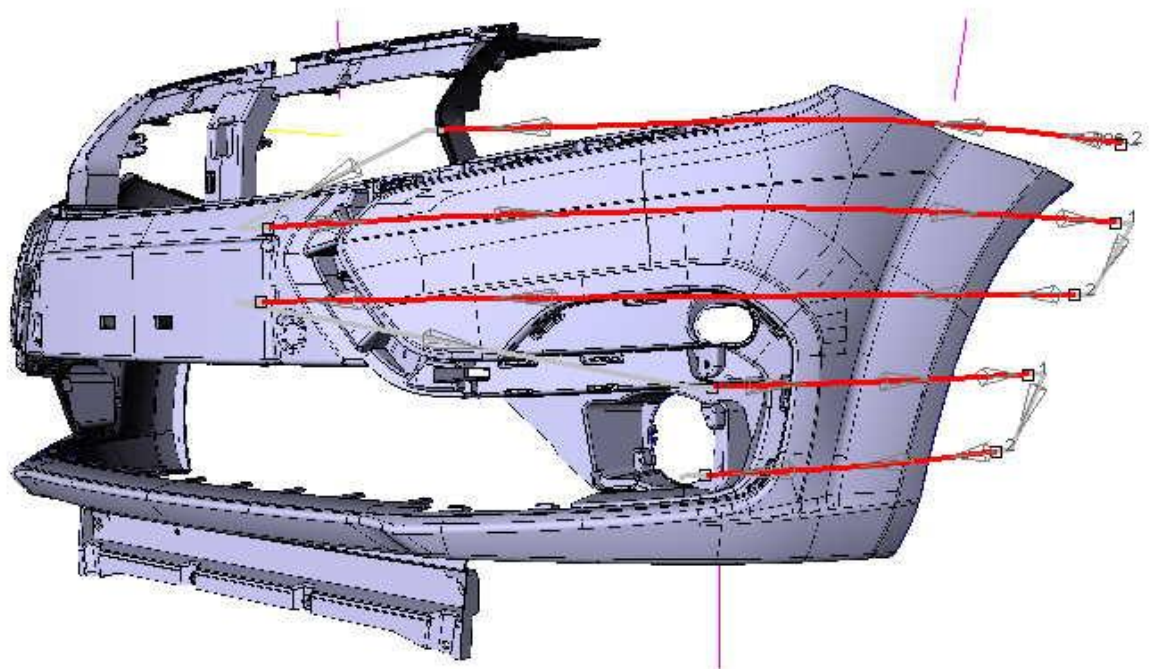


Рисунок 29 – лицевая кисть нанесения грунта

Бампер с позиционирован горизонтально, с координатами $X=203$, $Y=0$, $Z=292$ и ориентацией $Rx=0$, $Ry=60$, $Rz=0$, как на рисунке 30.

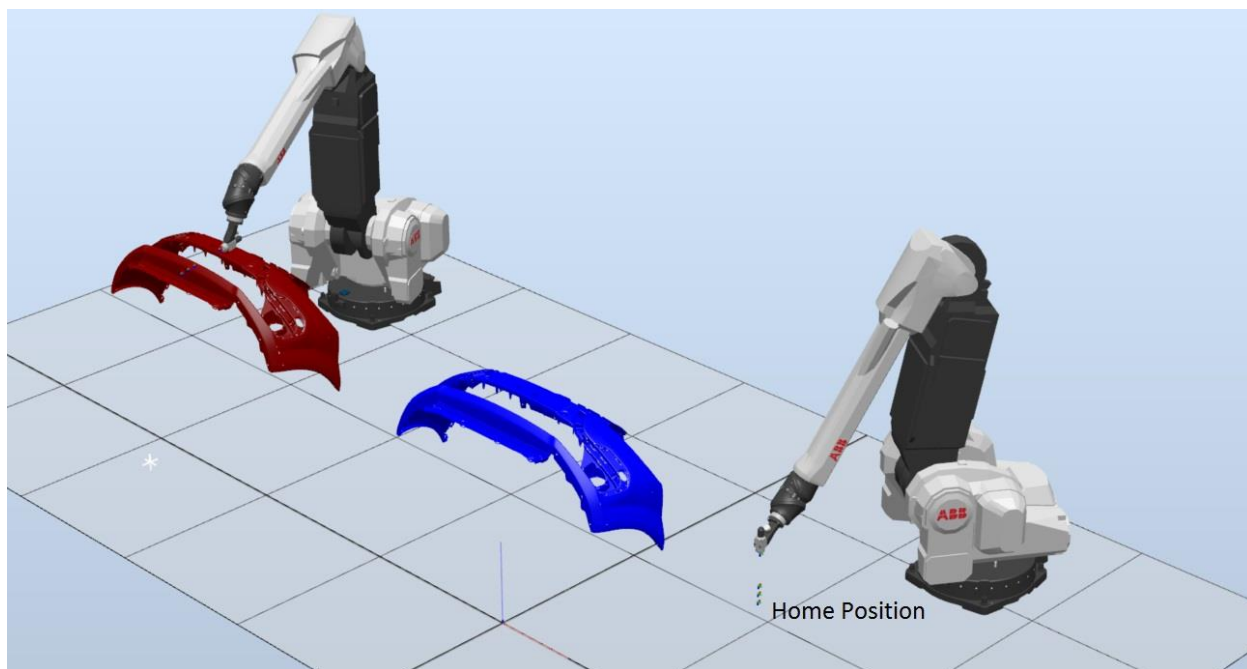


Рисунок 30 – Позиционирование бампера относительно окрасочного робота

3.2 Модификация траектории и параметров нанесения грунта

Траектория нанесения грунта на двух слоях была изменена путем разделения лицевой кисти № 2 на кисти № 2,8 с левой стороны и № 9, 10 с правой стороны, как на рисунке 31. Это позволило задавать различные параметры с учетом изогнутости поверхностей.

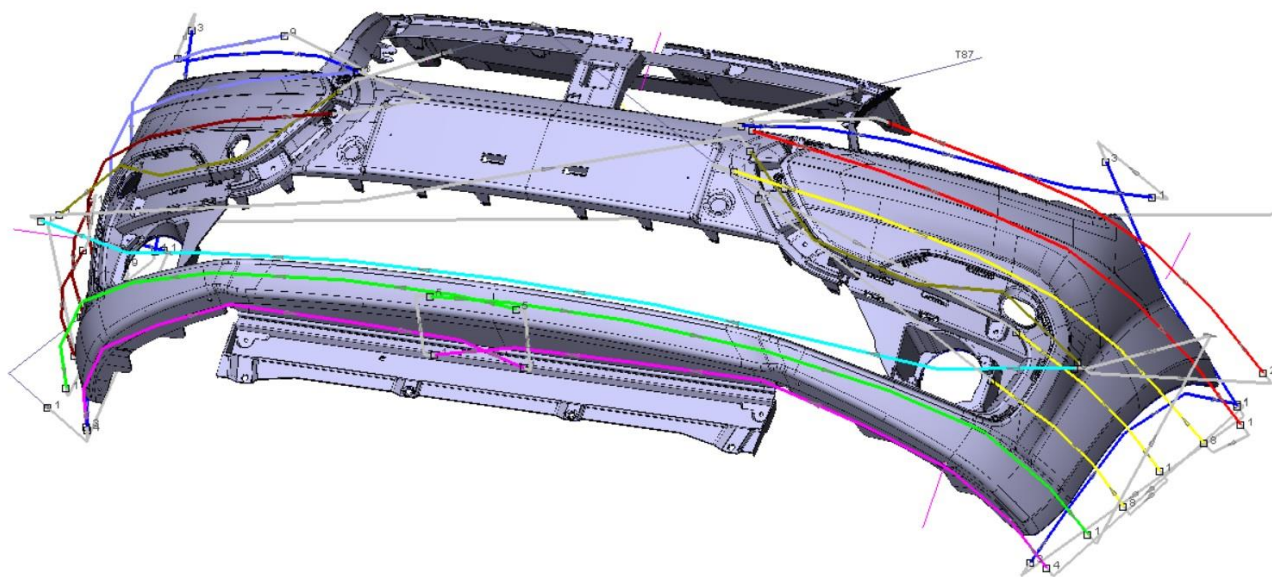


Рисунок 31 – траектории нанесения грунта

Подобранные опытным путем параметры нанесения грунта фиксируются и заносятся в таблицу, итоговые параметры первого робота отображены в таблице 2, второго робота в таблице 3.

Таблица 2 – параметры нанесения грунта первого робота.

| № кисти | Расход | Воздух | |
|----------|----------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 0 | 200 | 110 |
| 2 | 160 | 220 | 130 |
| 3 | 210 | 200 | 100 |
| 4 | 320 | 230 | 125 |
| 5 | 260 | 230 | 130 |
| 6 | 250 | 230 | 100 |
| 7 | 180 | 210 | 100 |

Продолжение таблицы 2

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----|-----|-----|-----|
| 8 | 160 | 220 | 130 |
| 9 | 160 | 220 | 130 |
| 10 | 160 | 220 | 130 |

Таблица 3 – параметры нанесения грунта второго робота.

| № кисти | Расход | Воздух | |
|---------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 1 | 0 | 200 | 110 |
| 2 | 160 | 220 | 130 |
| 3 | 210 | 200 | 100 |
| 4 | 320 | 230 | 125 |
| 5 | 260 | 230 | 130 |
| 6 | 250 | 230 | 100 |
| 7 | 180 | 210 | 100 |
| 8 | 160 | 220 | 130 |
| 9 | 160 | 220 | 130 |
| 10 | 160 | 220 | 130 |

Проанализировав итоговые параметры нанесения грунта, которые указаны в таблице 2 и таблице 3, можно сделать вывод, что оборудование совершенно исправно и пропорция нанесения материала 50% на 50% соблюдается. Это является положительным индикатором к старту работ по модификации траекторий и параметров нанесения базисной эмали.

4. Нанесение базисной эмали

4.1 Траектории и параметры нанесения базисной эмали

4.1.1 Описание имеющихся траекторий

Траектории нанесения базисной эмали имеют одну лицевую кисть на левую и правую сторону окрашиваемой детали как показано на рисунке 32. Кромочные кисти по верхней полке, колесной арке, места стыка крыла и бампера так же имеют идентичные кисти на левую и правую сторону как на рисунке 33

На первом слое в первую очередь производится окраска лицевой кистью, затем кромочными. На втором слое траектории идентичны, но окраска производится кромочными кистями в первую очередь, лицевыми во вторую.

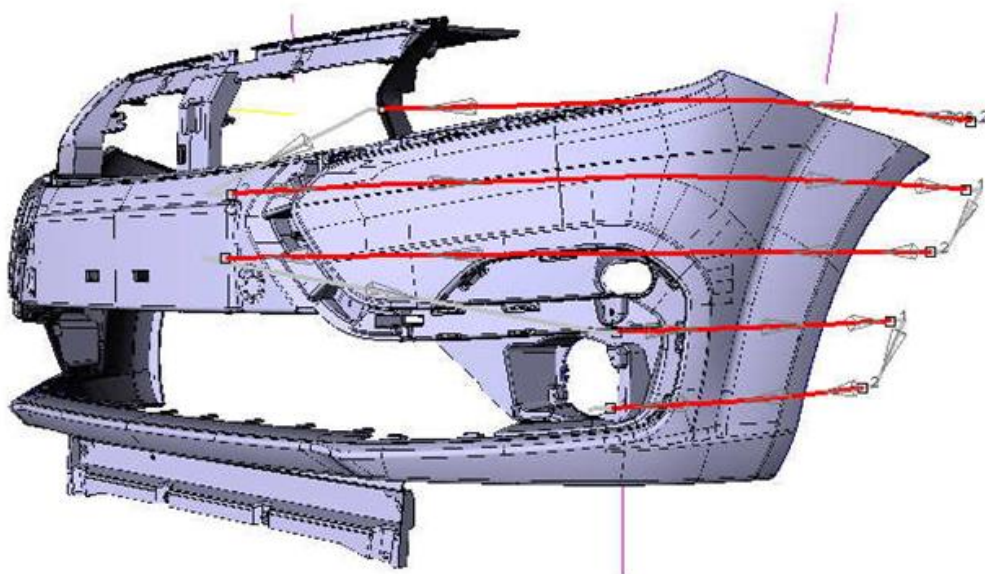


Рисунок 32 – лицевая кисть нанесения базисной эмали

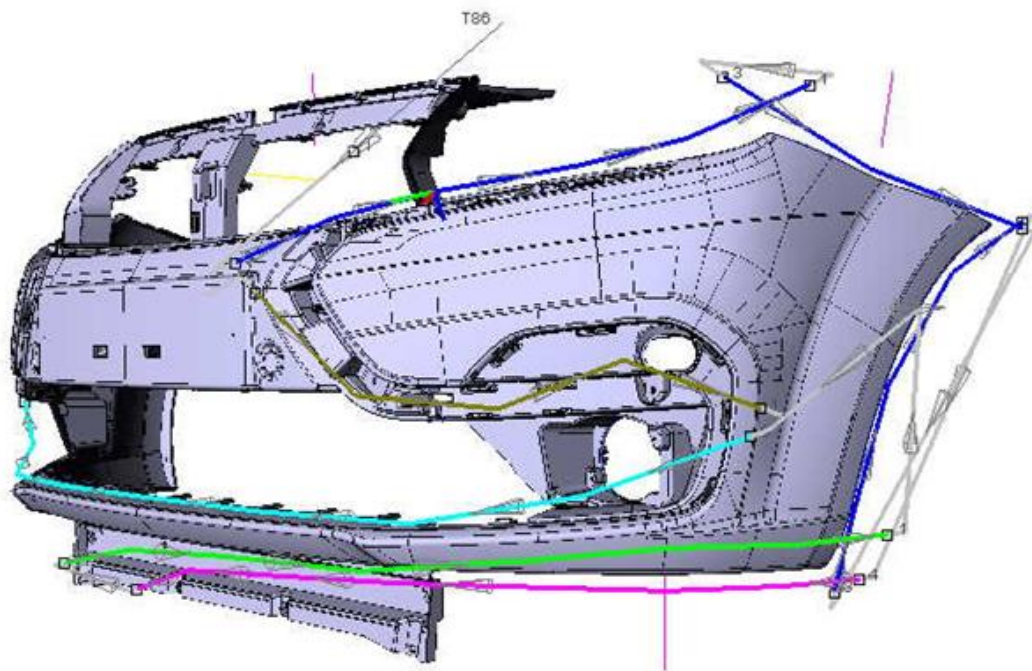


Рисунок 33 – кромочные и вспомогательные кисти нанесения грунта

Позиционирование бампера в пространстве осуществлено горизонтальным методом завески на оснастку, с координатами $X=203$, $Y=0$, $Z=292$ и ориентацией $R_x=0$, $R_y=60$, $R_z=0$, как показано на рисунке 34.

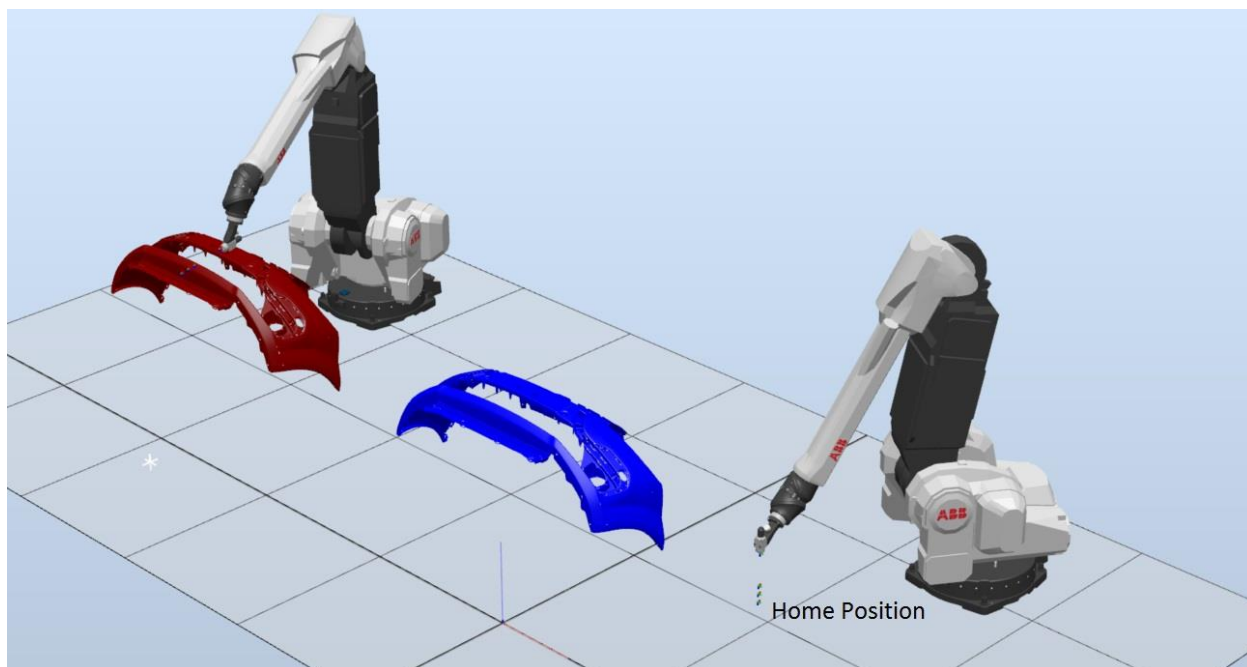


Рисунок 34 – позиционирование бамперов в пространстве.

4.1.2 Технологический анализ имеющихся траекторий

Качественное нанесение базисной эмали на сложные, изогнутые поверхности невозможно используя лишь одну лицевую кисть. При этом способе возрастает риск образования наплывов и подтеков, нарушения однородности толщины покрытия.

Не учтен фактор движения детали по конвейеру. Окраска начинается с левой стороны детали, робот движется на встречу, при окраске правой стороны, как бы следуя за деталью по ходу конвейера. При одинаковых параметрах нанесения будет получена разнотолщинность следственно и разнотон.

Еще одним серьезным недостатком имеющихся траекторий является первоочередное нанесение базисной эмали лицевыми кистями на первом слое. Нанесенный материал подвергается опылению от кромочных проходов, образуя рельефность покрытия на построенной пленке. Несмотря на другую очередность нанесения на втором слое ситуация аналогичная. При нанесение второго слоя, кромочные проходы осуществляют влияние на лицевую поверхность, но в данном случае это более критично т. к. толщина второго слоя не позволит укрыть опыление, в связи с этим будет получен разнотон и облачность, в указанных областях на рисунке 35.

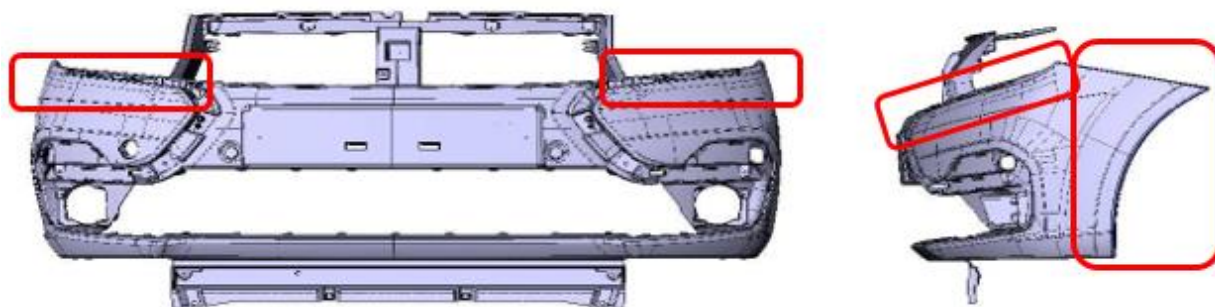


Рисунок 35 – зоны разнотона и облачности.

Опыление лицевой поверхности от кромочных проходов показана на рисунке 36, для наглядности использовался бампер окрашенный в черный

цвет, на который наносилась базисная эмаль белого цвета и бампер окрашенный в белый цвет, на который наносилась базисная эмаль черного цвета.

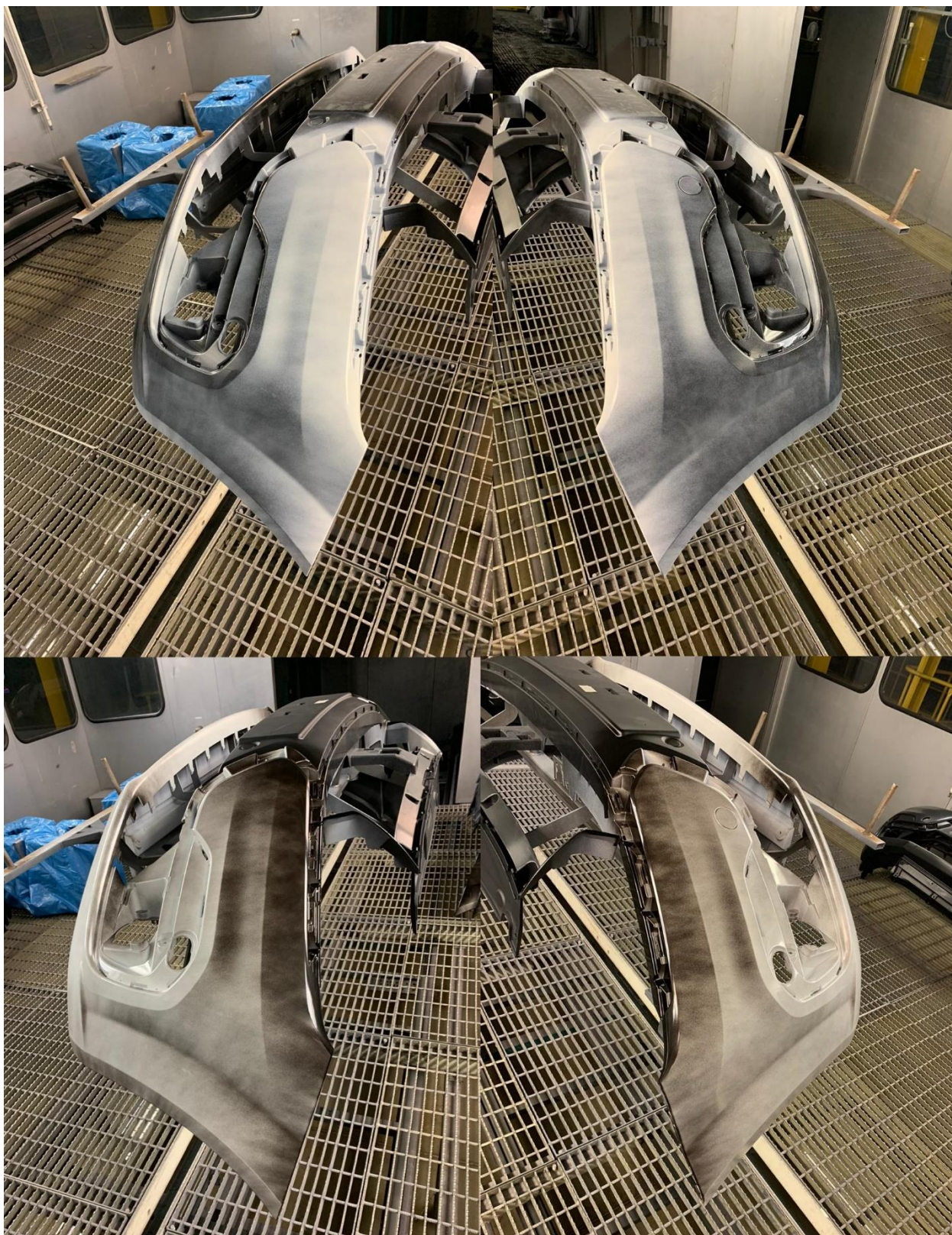


Рисунок 35 - опыление лицевой поверхности.

Проанализировав траектории нанесения базисной эмали, можно сделать вывод, что в имеющихся траектории отсутствует гибкость управлением процессом окраски и отсутствует возможность получения качественного ЛКП. В связи с этим было принято решение о модификации траекторий.

4.2 Модификация траектории и параметров нанесения базисной эмали

Траектория нанесения базисной эмали на первом слое была изменена путем разделения лицевой кисти № 2 на кисти № 2, 3, 4 с левой стороны и № 8, 9, 10 с правой стороны, рисунок 36. Это позволило задавать различные параметры учитывая изогнутость поверхностей, а также исключить риски, описанные в пункте 5.2.2 Технологический анализ имеющихся траекторий, связанные с движением конвейера.

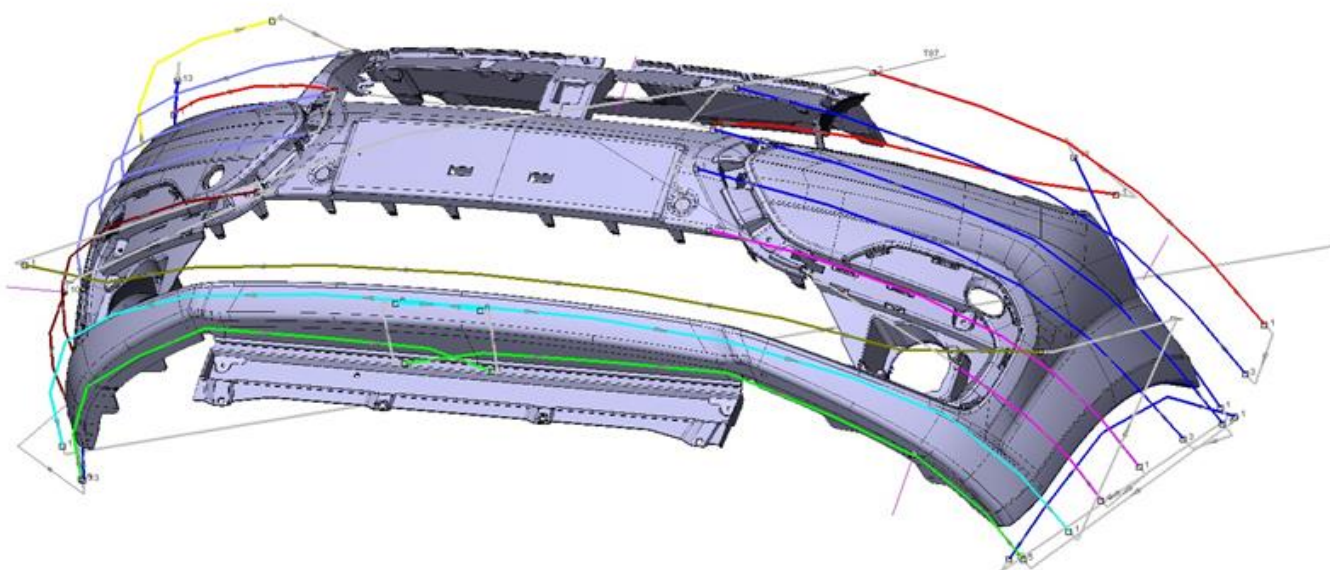


Рисунок 36 – модифицированные траектории первого слоя базисной эмали.

Кромочные проходы, рисунок на первом слое перенесены на старт цикла окраски, с каждой стороны, что позволило укрыть опыление от кромочных проходов и исключить рельефность покрытия путем растекания ЛКМ большей толщины.

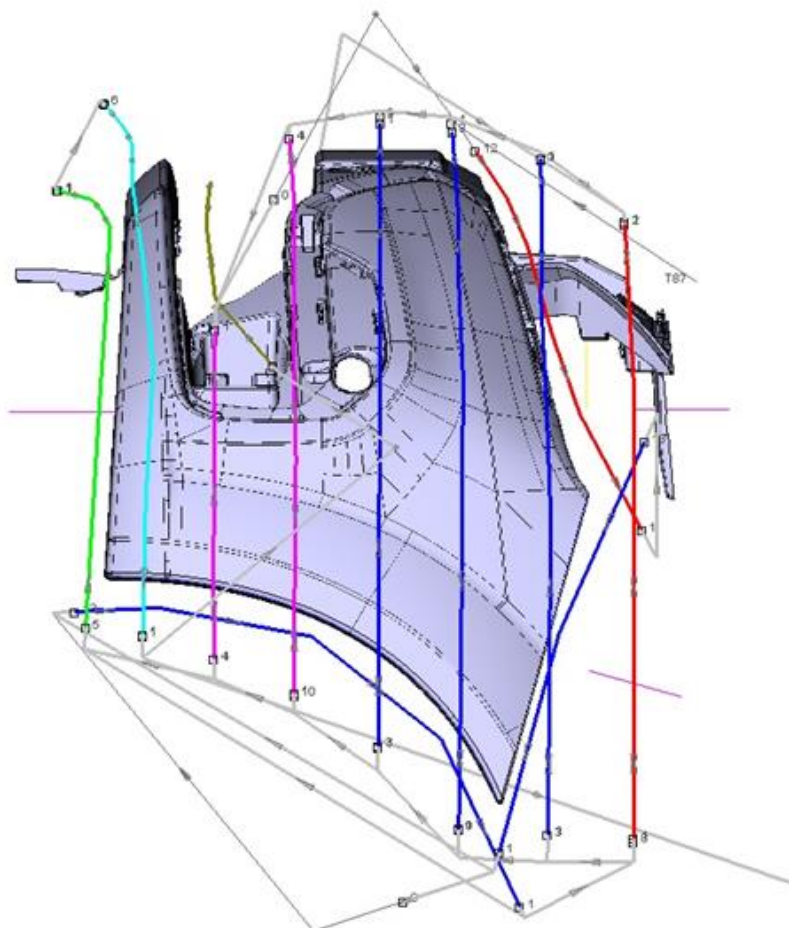


Рисунок 37 – модифицированные траектории первого слоя базисной эмали вид слева.

Траектория нанесения базисной эмали на втором слое была изменена исключением кромочных проходов, смещением нижних точек траектории в среднем на 75 мм вниз, как показано на рисунке 38. Таким образом получена возможность равномерного построения пленки покрытия и исключено влияние на цвет.

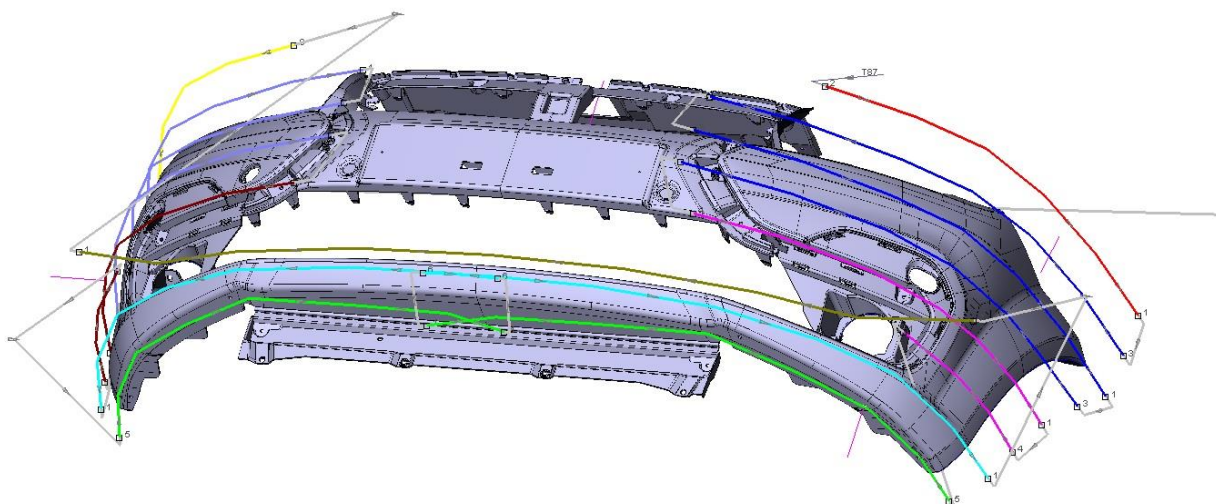


Рисунок 38 – модифицированные траектории второго слоя базисной эмали

Данная модификация позволила управлять процессом окраски более гибко и производить расширенную параметризацию.

Подобранные опытным путем параметры нанесения базисной эмали фиксируются и заносятся в таблицу кистей. Параметры нанесения разделены по группам, которые позволяют производить корректировки путем изменения коэффициентов, оставляя не изменной таблицу кистей.

Корректировочные коэффициенты для первого робота, первой группы цветов, в которую входит цвет № 242 приведены в таблице 4.

Таблица 4 – корректировочные коэффициенты первой группы цветов.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 691 | 120 | 100 | 105 |
| 242 | 130 | 100 | 105 |

Продолжение таблицы 4

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|-----|-----|-----|
| 610 | 100 | 100 | 100 |
| 618 | 100 | 100 | 100 |

Параметры нанесения первого слоя базисной эмали, первой группы, 242 цвета без учета коэффициента отображены в таблице 5.

Таблица 5 – параметры нанесения базисной эмали 242 цвета.

| Кисть № | Расход | Воздух | |
|------------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 1 | 0 | 220 | 110 |
| 2 | 300 | 290 | 175 |
| 3 | 295 | 290 | 175 |
| 4 | 295 | 290 | 175 |
| 5 | 280 | 265 | 140 |
| 6 | 295 | 290 | 175 |
| 7 | 350 | 290 | 150 |
| 8 | 300 | 290 | 175 |
| 9 | 295 | 290 | 175 |
| 10 | 295 | 290 | 175 |
| 11 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 220 | 260 | 140 |
| 13 | 320 | 260 | 140 |

Корректировочные коэффициенты для первого робота, второй группы цветов, в которую входит цвет № 498 приведены в таблице 6.

Таблица 6 – корректировочные коэффициенты второй группы цветов.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 498 | 100 | 100 | 100 |
| 418 | 100 | 100 | 100 |

Параметры нанесения первого слоя базисной эмали, второй группы, 498 цвета без учета коэффициента отображены в таблице 7.

Таблица 7 - параметры нанесения базисной эмали 498 цвета.

| Кисть № | Расход | Воздух | |
|---------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 1 | 0 | 220 | 110 |
| 2 | 285 | 285 | 190 |
| 3 | 285 | 285 | 190 |
| 4 | 285 | 285 | 190 |
| 5 | 370 | 255 | 155 |
| 6 | 285 | 285 | 190 |
| 7 | 400 | 260 | 130 |
| 8 | 285 | 285 | 190 |
| 9 | 285 | 285 | 190 |
| 10 | 285 | 285 | 190 |
| 11 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 300 | 230 | 120 |
| 13 | 350 | 230 | 120 |

Корректировочные коэффициенты для первого робота, третьей группы цветов, в которую входит цвет № 624 приведены в таблице 8.

Таблица 8 – корректировочные коэффициенты третьей группы цветов.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 624 | 100 | 100 | 100 |
| 265 | 100 | 100 | 100 |
| 790 | 100 | 100 | 100 |
| 633 | 100 | 100 | 100 |
| 137 | 100 | 100 | 110 |

Параметры нанесения первого слоя базисной эмали, третьей группы, 624 цвета без учета коэффициента отображены в таблице 9.

Таблица 9 – параметры нанесения базисной эмали 624 цвета.

| Кисть № | Расход | Воздух | |
|---------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 1 | 0 | 220 | 110 |
| 2 | 400 | 290 | 130 |
| 3 | 330 | 250 | 170 |
| 4 | 330 | 250 | 170 |
| 5 | 350 | 250 | 170 |
| 6 | 350 | 250 | 170 |
| 7 | 550 | 290 | 130 |
| 8 | 400 | 290 | 130 |
| 9 | 340 | 250 | 170 |
| 10 | 340 | 250 | 170 |
| 11 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 290 | 230 | 120 |
| 13 | 330 | 230 | 120 |

Корректировочные коэффициенты для первого робота, четвертой группы цветов, в которую входит цвет № 676 приведены в таблице 10.

Таблица 10 – корректировочные коэффициенты четвертой группы цветов.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 283 | 100 | 100 | 105 |
| 672 | 100 | 100 | 100 |
| 676 | 100 | 100 | 110 |

Параметры нанесения первого слоя базисной эмали, четвертой группы, 676 цвета без учета коэффициента отображены в таблице 11.

Таблица 11 – параметры нанесения базисной эмали 676 цвета.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|----------|----------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 0 | 220 | 110 |
| 2 | 500 | 290 | 130 |
| 3 | 400 | 220 | 180 |
| 4 | 400 | 220 | 180 |
| 5 | 370 | 230 | 125 |
| 6 | 300 | 230 | 120 |
| 7 | 270 | 220 | 100 |
| 8 | 400 | 220 | 180 |
| 9 | 400 | 220 | 180 |
| 10 | 400 | 220 | 180 |

Продолжение таблицы 11

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------|----------|----------|----------|
| 11 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 335 | 230 | 120 |
| 13 | 650 | 240 | 120 |

Корректировочные коэффициенты для первого робота, пятой группы цветов, в которую входит цвет № 221 приведены в таблице 12.

Таблица 12 – корректировочные коэффициенты пятой группы цветов.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 221 | 100 | 100 | 100 |
| 240 | 100 | 100 | 100 |

Параметры нанесения первого слоя базисной эмали, пятой группы, 221 цвета без учета коэффициента отображены в таблице 13.

Таблица 13 – параметры нанесения базисной эмали 221 цвета.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|----------|----------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 0 | 220 | 110 |
| 2 | 400 | 290 | 130 |
| 3 | 200 | 250 | 170 |
| 4 | 200 | 250 | 170 |

Продолжение таблицы 13

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----|-----|-----|-----|
| 5 | 405 | 230 | 115 |
| 6 | 285 | 230 | 120 |
| 7 | 380 | 230 | 100 |
| 8 | 400 | 290 | 130 |
| 9 | 220 | 250 | 170 |
| 10 | 250 | 250 | 170 |
| 11 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 380 | 230 | 115 |
| 13 | 650 | 240 | 120 |

Корректировочные коэффициенты для первого робота, шестой группы цветов, в которую входят цвета № 250 и 238 приведены в таблице 14.

Таблица 14 – корректировочные коэффициенты шестой группы цветов.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 248 | 100 | 100 | 100 |
| 250 | 100 | 100 | 100 |
| 134 | 100 | 100 | 100 |
| 238 | 100 | 100 | 100 |

Параметры нанесения первого слоя базисной эмали, шестой группы, 250 и 238 цвета без учета коэффициента отображены в таблице 15.

Таблица 15 – параметры нанесения базисной эмали 250, 238 цвета.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 1 | 0 | 220 | 110 |
| 2 | 285 | 285 | 190 |
| 3 | 285 | 285 | 190 |
| 4 | 285 | 285 | 190 |
| 5 | 370 | 255 | 155 |
| 6 | 285 | 285 | 190 |
| 7 | 400 | 260 | 130 |
| 8 | 285 | 285 | 190 |
| 9 | 285 | 285 | 190 |
| 10 | 285 | 285 | 190 |
| 11 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 300 | 230 | 120 |
| 13 | 350 | 230 | 120 |

Корректировочные коэффициенты для первого робота, седьмой группы цветов, в которую входит цвет № 136 приведены в таблице 16.

Таблица 16 – корректировочные коэффициенты седьмой группы цветов.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 124 | 100 | 100 | 100 |
| 136 | 100 | 100 | 100 |
| 195 | 100 | 100 | 100 |

Параметры нанесения первого слоя базисной эмали, пятой группы, 221 цвета без учета коэффициента отображены в таблице 17.

Таблица 17 – параметры нанесения базисной эмали 136 цвета.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 1 | 0 | 220 | 110 |
| 2 | 350 | 250 | 170 |
| 3 | 370 | 250 | 170 |
| 4 | 350 | 250 | 170 |
| 5 | 370 | 230 | 125 |
| 6 | 240 | 230 | 125 |
| 7 | 450 | 290 | 140 |
| 8 | 370 | 250 | 170 |
| 9 | 370 | 250 | 170 |
| 10 | 350 | 250 | 170 |
| 11 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 335 | 230 | 120 |
| 13 | 350 | 240 | 130 |

На втором слое нанесения базисной эмали цвета находятся в тех же группах, что и на первом слое, но с иными корректировочными коэффициентами. Корректировочные коэффициенты для второго робота, первой группы цветов, в которую входит цвет № 242 приведены в таблице 18.

Таблица 18 – корректировочные коэффициенты первой группы цветов второго слоя.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 691 | 120 | 100 | 115 |
| 242 | 115 | 100 | 115 |
| 610 | 100 | 100 | 110 |
| 618 | 100 | 100 | 110 |

Параметры нанесения второго слоя базисной эмали, первой группы, 242 цвета без учета коэффициента отображены в таблице 19.

Таблица 19 – параметры нанесения базисной эмали 242 цвета второго слоя.

| Кисть № | Расход | Воздух | |
|---------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 1 | 0 | 220 | 110 |
| 2 | 230 | 250 | 160 |
| 3 | 260 | 250 | 160 |
| 4 | 260 | 250 | 160 |
| 5 | 320 | 260 | 150 |
| 6 | 260 | 280 | 160 |
| 7 | 250 | 330 | 170 |
| 8 | 260 | 250 | 160 |
| 9 | 260 | 250 | 160 |
| 10 | 260 | 250 | 160 |

Корректировочные коэффициенты для второго робота, второй группы цветов, в которую входит цвет № 498 приведены в таблице 20.

Таблица 20 – корректировочные коэффициенты второй группы цветов.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 498 | 100 | 100 | 110 |
| 418 | 100 | 100 | 110 |

Параметры нанесения второго слоя базисной эмали, второй группы, 498 цвета без учета коэффициента отображены в таблице 21.

Таблица 21 - параметры нанесения базисной эмали 498 цвета.

| Кисть № | Расход | Воздух | |
|---------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 1 | 0 | 230 | 115 |
| 2 | 250 | 300 | 260 |
| 3 | 230 | 300 | 260 |
| 4 | 230 | 300 | 260 |
| 5 | 370 | 230 | 155 |
| 6 | 230 | 300 | 260 |
| 7 | 250 | 250 | 155 |
| 8 | 250 | 300 | 260 |
| 9 | 230 | 300 | 260 |
| 10 | 230 | 300 | 260 |

Корректировочные коэффициенты для второго робота, третьей группы цветов, в которую входит цвет № 624 приведены в таблице 22.

Таблица 22 – корректировочные коэффициенты третьей группы цветов.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 624 | 100 | 100 | 115 |
| 265 | 100 | 100 | 110 |
| 790 | 100 | 100 | 110 |
| 633 | 100 | 100 | 110 |
| 137 | 100 | 100 | 120 |

Параметры нанесения второго слоя базисной эмали, третьей группы, 624 цвета без учета коэффициента отображены в таблице 23.

Таблица 23 – параметры нанесения базисной эмали 624 цвета.

| Кисть № | Расход | Воздух | |
|---------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 1 | 0 | 220 | 110 |
| 2 | 400 | 290 | 130 |
| 3 | 300 | 250 | 170 |
| 4 | 300 | 250 | 170 |
| 5 | 500 | 250 | 170 |
| 6 | 350 | 250 | 170 |
| 7 | 400 | 350 | 160 |
| 8 | 400 | 290 | 130 |
| 9 | 300 | 250 | 170 |
| 10 | 300 | 250 | 170 |

Корректировочные коэффициенты для второго робота, четвертой группы цветов, в которую входит цвет № 676 приведены в таблице 24.

Таблица 24 – корректировочные коэффициенты четвертой группы цветов.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 283 | 90 | 100 | 115 |
| 672 | 100 | 100 | 110 |
| 676 | 95 | 120 | 140 |

Параметры нанесения второго слоя базисной эмали, четвертой группы, 676 цвета без учета коэффициента отображены в таблице 25.

Таблица 25 – параметры нанесения базисной эмали 676 цвета.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 1 | 0 | 220 | 110 |
| 2 | 500 | 290 | 130 |
| 3 | 370 | 255 | 230 |
| 4 | 370 | 255 | 230 |
| 5 | 370 | 230 | 125 |
| 6 | 300 | 230 | 120 |
| 7 | 270 | 220 | 100 |
| 8 | 500 | 290 | 130 |
| 9 | 370 | 255 | 230 |
| 10 | 370 | 255 | 230 |

Корректировочные коэффициенты для второго робота, пятой группы цветов, в которую входит цвет № 221 приведены в таблице 26.

Таблица 26 – корректировочные коэффициенты пятой группы цветов.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 221 | 100 | 100 | 110 |
| 240 | 100 | 100 | 110 |

Параметры нанесения второго слоя базисной эмали, пятой группы, 221 цвета без учета коэффициента отображены в таблице 27.

Таблица 27 – параметры нанесения базисной эмали 221 цвета.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 1 | 0 | 220 | 110 |
| 2 | 400 | 290 | 130 |
| 3 | 200 | 250 | 170 |
| 4 | 200 | 250 | 170 |
| 5 | 405 | 230 | 115 |
| 6 | 285 | 230 | 120 |
| 7 | 380 | 230 | 100 |
| 8 | 400 | 290 | 130 |
| 9 | 220 | 250 | 170 |
| 10 | 250 | 250 | 170 |

Корректировочные коэффициенты для второго робота, шестой группы цветов, в которую входят цвета № 250 и 238 приведены в таблице 28.

Таблица 28 – корректировочные коэффициенты шестой группы цветов.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 248 | 100 | 100 | 110 |
| 250 | 100 | 100 | 100 |
| 134 | 100 | 100 | 110 |
| 238 | 100 | 100 | 100 |

Параметры нанесения второго слоя базисной эмали, шестой группы, 250 и 238 цвета без учета коэффициента отображены в таблице 29.

Таблица 29 – параметры нанесения базисной эмали 250, 238 цвета.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 1 | 0 | 230 | 115 |
| 2 | 250 | 300 | 260 |
| 3 | 230 | 300 | 260 |
| 4 | 230 | 300 | 260 |
| 5 | 370 | 230 | 155 |
| 6 | 230 | 300 | 260 |
| 7 | 250 | 250 | 155 |
| 8 | 250 | 300 | 260 |
| 9 | 230 | 300 | 260 |
| 10 | 230 | 300 | 260 |

Корректировочные коэффициенты для второго робота, седьмой группы цветов, в которую входит цвет № 136 приведены в таблице 30.

Таблица 30 – корректировочные коэффициенты седьмой группы цветов.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 124 | 100 | 100 | 100 |
| 136 | 100 | 100 | 100 |
| 195 | 100 | 100 | 100 |

Параметры нанесения второго слоя базисной эмали, пятой группы, 221 цвета без учета коэффициента отображены в таблице 31.

Таблица 31 – параметры нанесения базисной эмали 136 цвета.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 1 | 0 | 220 | 110 |
| 2 | 275 | 250 | 170 |
| 3 | 250 | 250 | 170 |
| 4 | 250 | 250 | 170 |
| 5 | 320 | 230 | 125 |
| 6 | 260 | 230 | 130 |
| 7 | 275 | 330 | 170 |
| 8 | 275 | 250 | 170 |
| 9 | 250 | 250 | 170 |
| 10 | 250 | 250 | 170 |

Закончив модификацию траекторий и параметрирование базисной эмали, приступаем к модификации траекторий и параметров нанесения акрилового лака.

5 Нанесение акрилового лака

5.1 Траектории и параметры нанесения акрилового лака

5.1.1 Описание имеющихся траекторий

Окраска акриловым лаком производится в два слоя, с соотношением нанесения материала 50% на первом слое и 50% на втором, в целях сохранения производительности линии и достижения цели по качеству, по траекториям, указанным на рисунке 39 и рисунке 40.

Траектории движения обоих роботов идентичны. Программа окраски начинается с левой стороны бампера. В первую очередь материал наносится на кромки, в местах сопряжения бампера с фарой, передним крылом и по арке колеса, затем окрашиваются основные поверхности.

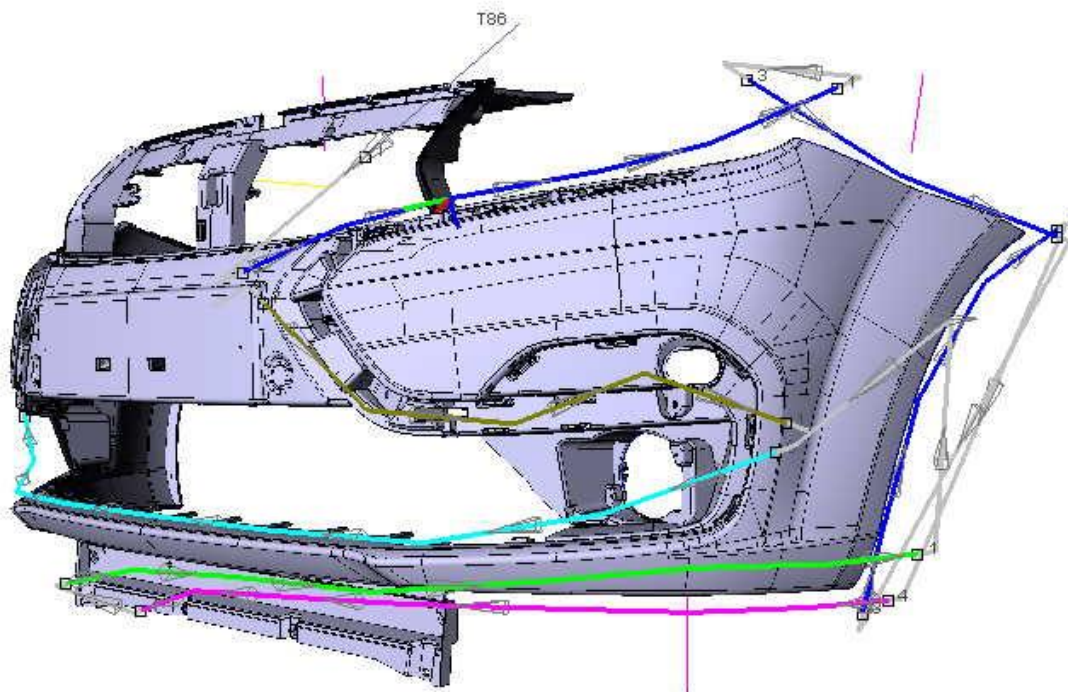


Рисунок 39 – кромочные проходы нанесения акрилового лака

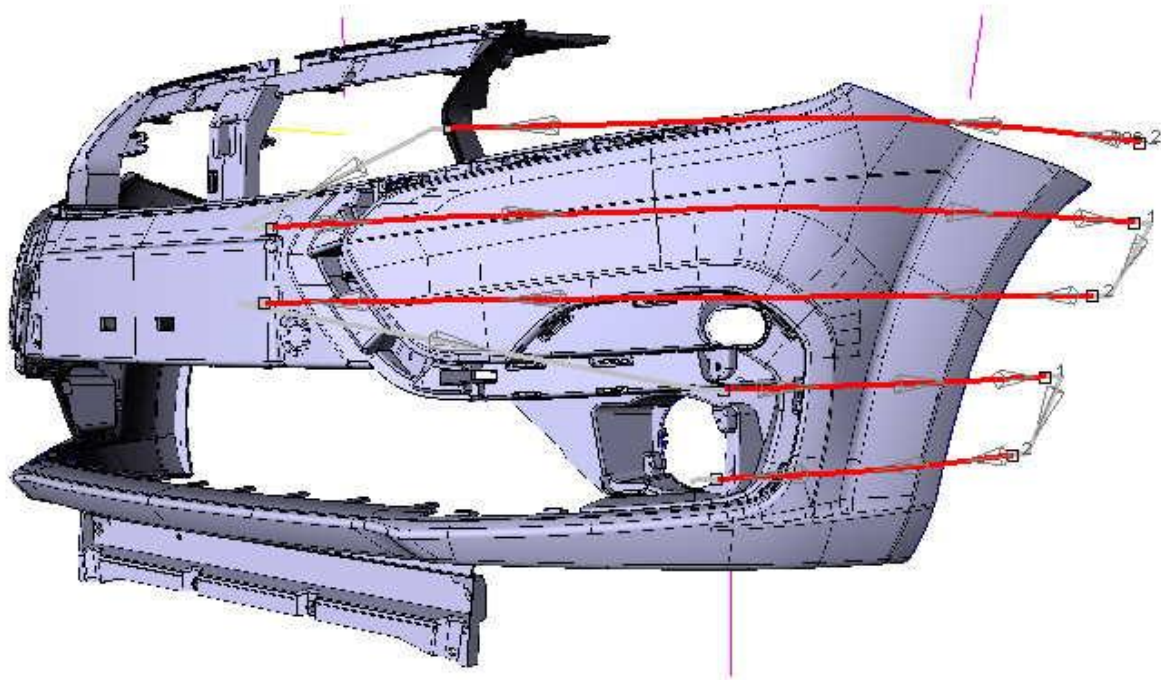


Рисунок 40 – лицевая кисть нанесения акрилового лака

Позиционирование бампера в пространстве осуществлено горизонтальным методом завески на оснастку, с координатами $X=203$, $Y=0$, $Z=292$ и ориентацией $R_x=0$, $R_y=60$, $R_z=0$, как показано на рисунке 41

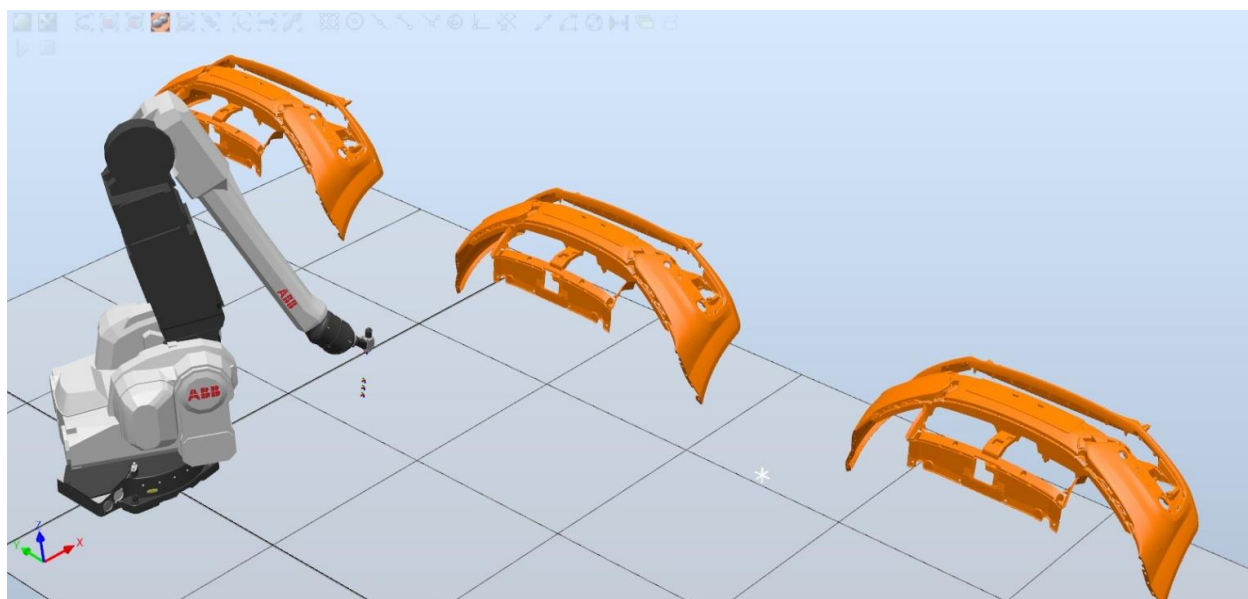


Рисунок 41 – позиционирование бамперов в пространстве.

5.1.2 Технологический анализ имеющихся траекторий

Проанализировав и сравнив траектории нанесения базисной эмали с акриловым лаком, можно сделать вывод, что, как и в случае с нанесением базисной эмали:

- качественное нанесение материала на сложные, изогнутые поверхности невозможно используя лишь одну лицевую кисть, риски аналогичные: образование подтеков, нарушение однородности толщины покрытия;

- Не учтен фактор движения детали по конвейеру. Окраска начинается с левой стороны детали, робот движется на встречу, при окраске правой стороны, робот как бы следует за деталью по ходу конвейера. При одинаковых параметрах нанесения будет получена разнотолщинность.

5.2 Модификация траекторий и параметров нанесения акрилового лака

Траектория нанесения акрилового лака на двух слоях была изменена путем деления лицевой кисти № 2 на кисти № 2,8 с левой стороны и № 9, 10 с правой стороны, как показано на рисунке 42. Это позволило задавать различные параметры с учетом изогнутости поверхностей, а также исключить риски, описанные в пункте 5.1.2.

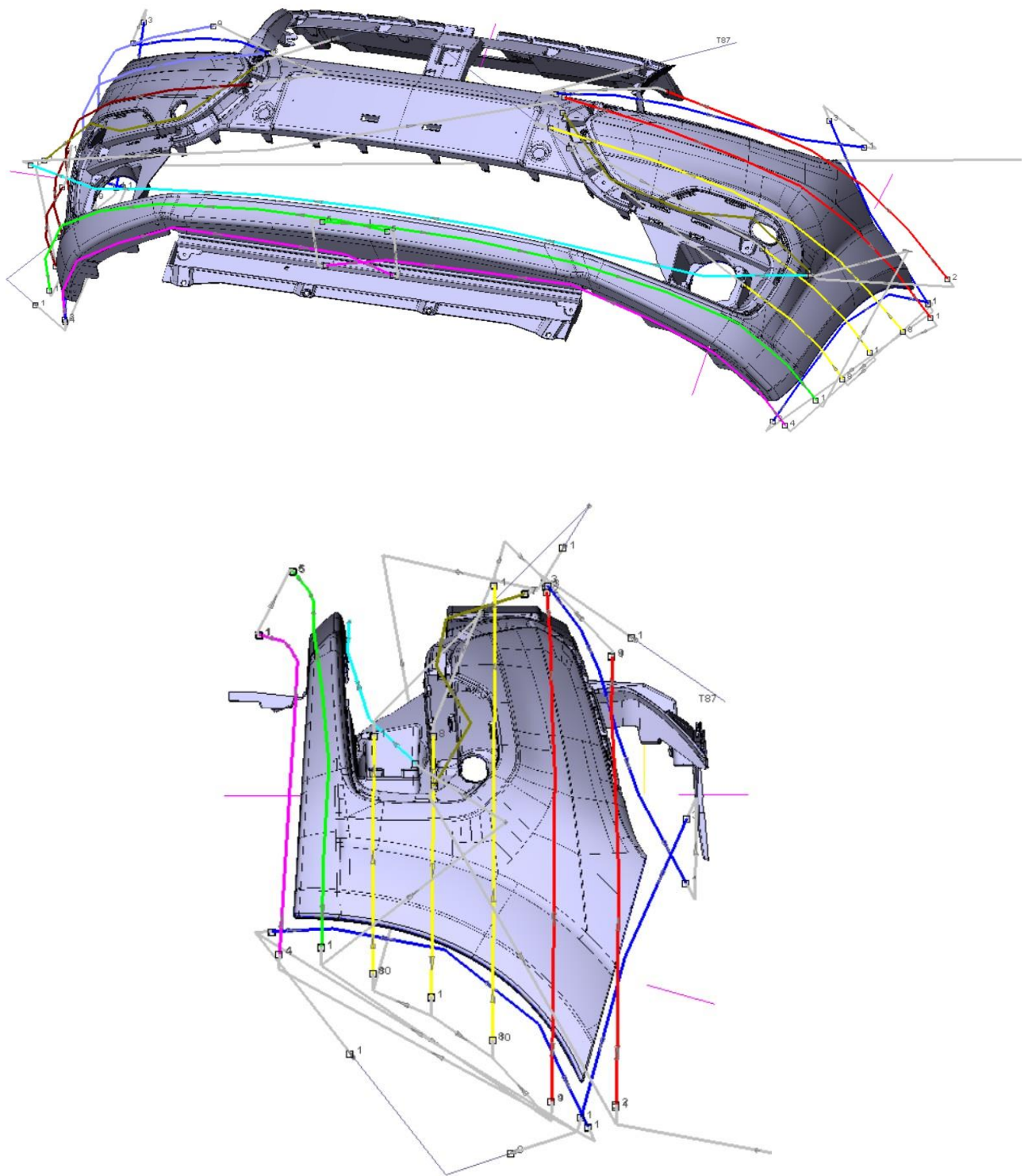


Рисунок 42 – модифицированные траектории нанесения акрилового лака.

Модифицировав траектории, произведем корректировку параметров нанесения акрилового лака подобрав и заполнив таблицу кистей.

Учитывая особенность нанесения акрилового лака на металлизированные и не металлизированные эмали, разделим их на две

группы. В первую группу отнесем все металлизированные эмали, а во вторую единственную не металлизированную эмаль 221 цвета. Разница между группами в том, что во второй расход материала снижен на 10% относительно первой. Это необходимо для того, чтобы избежать наплывов и капель лака на 221 цвете и сохранить показатели качества на остальных цветах.

Корректировочные коэффициенты для обоих роботов, первой группы цветов, в которую входят все металлизированные эмали приведены в таблице 32.

Таблица 32 – корректировочные коэффициенты первой группы нанесения акрилового лака.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 101 | 105 | 100 | 135 |
| 102 | 105 | 100 | 135 |
| 103 | 105 | 100 | 135 |

Корректировочные коэффициенты для обоих роботов, второй группы цветов, в которую входит не металлизированная эмаль 221 цвета приведены в таблице 33.

Таблица 33 – корректировочные коэффициенты первой группы нанесения акрилового лака.

| Цвет № | Расход | Воздух | |
|--------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 301 | 95 | 100 | 135 |
| 302 | 95 | 100 | 135 |
| 303 | 95 | 100 | 135 |

Так как лак наносится с пропорцией 50% на слой, параметры нанесения идентичны для первого и второго робота. Изменение параметров нанесения для первой и второй группы производится только изменением коэффициентов, поэтому принимаем одни параметры нанесения акрилового лака. Значения параметров по кистям приведены в таблице 34.

Таблица 34 – параметры нанесения акрилового лака.

| Кисть № | Расход | Воздух | |
|---------|--------|-------------|-----------------|
| | | Центральный | Формообразующий |
| 1 | 0 | 200 | 110 |
| 2 | 320 | 240 | 150 |
| 3 | 280 | 200 | 100 |
| 4 | 370 | 230 | 120 |
| 5 | 315 | 230 | 125 |
| 6 | 290 | 220 | 90 |
| 7 | 200 | 210 | 100 |
| 8 | 290 | 240 | 150 |
| 9 | 320 | 240 | 150 |
| 10 | 290 | 240 | 150 |
| 11 | 400 | 240 | 135 |
| 12 | 400 | 240 | 135 |

Подобрав параметры нанесения финишного покрытия, фиксируем их и приступаем к визуальной оценке деталей.

6 Замер толщин методом магнитной индукции

Замер толщин методом магнитной индукции производится на металлических пластинах размером 30х30мм прибором «Дельтаскоп». На стадии запуска нового проекта назначаем 20 точек контроля на одном бампере. Схема расположения контрольных точек продемонстрирована на рисунке 43.

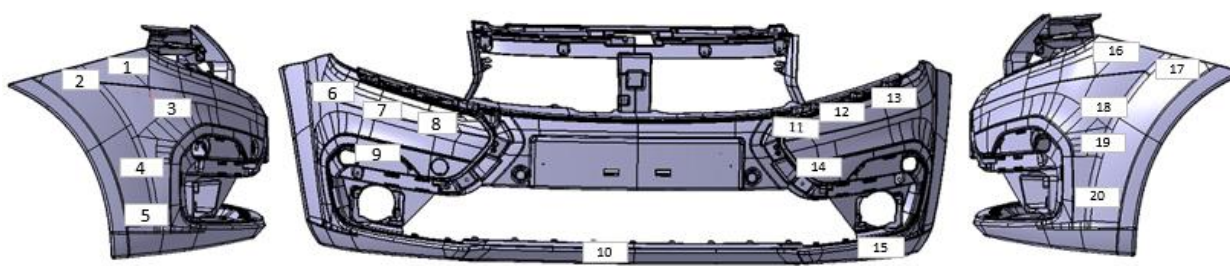


Рисунок 43 – точки контроля толщины ЛКП

Для более точной индикации результатов производится 10 окрасов и замеров на каждом слое ЛКМ в разные дни. Толщина суммы двух слоев должна находиться в диапазоне:

- от 5 мкм до 10 мкм для грунта.
- от 22 мкм до 28 мкм не металлизированной базисной эмали
- от 14 мкм до 22 мкм металлизированной базисной эмали
- от 40 мкм до 55 мкм акрилового лака

Для систематизации и общей индикации результатов найдем среднее значение по одним и тем же точкам, разных окрасов по формуле:

$$\bar{X} = \frac{(X_1 + X_2 + \dots + X_n)}{n} \quad (6.1)$$

Где X_n – это результат замера, n – количество замеров

Построим графики соответствия толщин по полученным значениям.

Соответствие значений толщины грунта показано на рисунке 44.

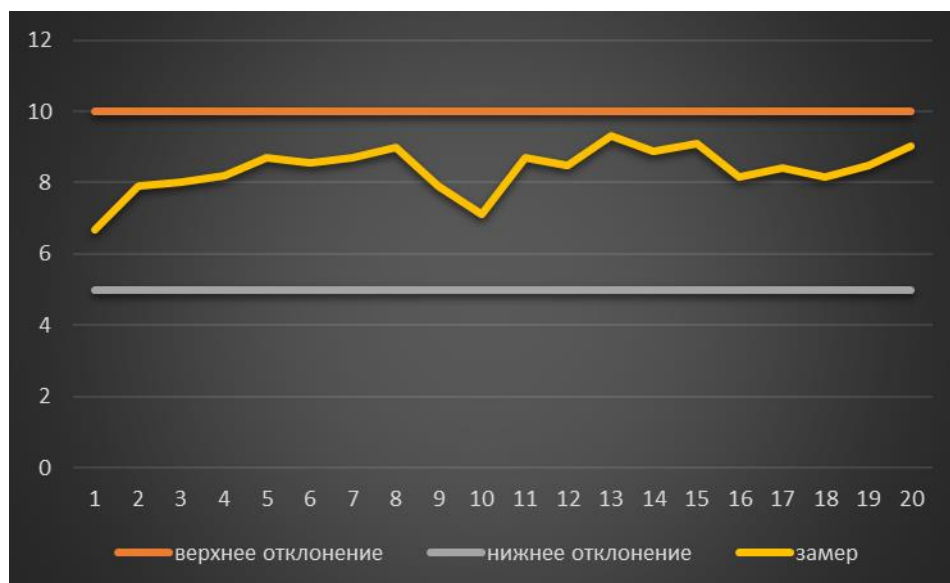


Рисунок 44 – График средних значений толщин грунта.

Соответствие значений толщины базисной эмали 221 цвета первого слоя показано на рисунке 45.

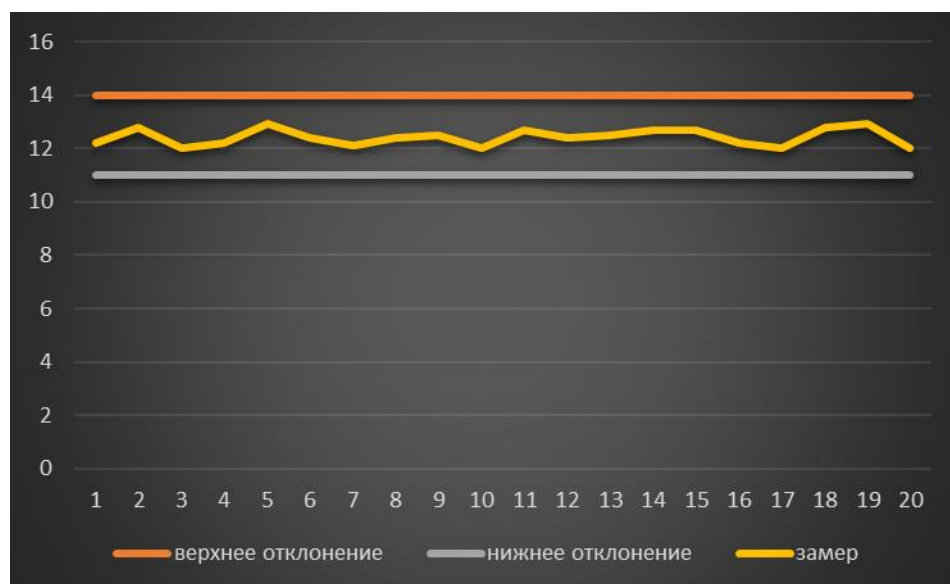


Рисунок 45 – График средних значений толщин первого слоя базисной эмали 221 цвета.

Соответствие значений толщины базисной эмали 221 цвета второго слоя показано на рисунке 46.



Рисунок 46 – График средних значений толщин второго слоя базисной эмали 221 цвета.

Соответствие значений толщины базисной эмали 624 цвета первого слоя показано на рисунке 47.



Рисунок 47 – График средних значений толщин первого слоя базисной эмали 624 цвета.

Соответствие значений толщины базисной эмали 624 цвета второго слоя показано на рисунке 48.



Рисунок 48 – График средних значений толщин второго слоя базисной эмали 624 цвета.

Соответствие значений толщины базисной эмали 676 цвета первого слоя показано на рисунке 49.

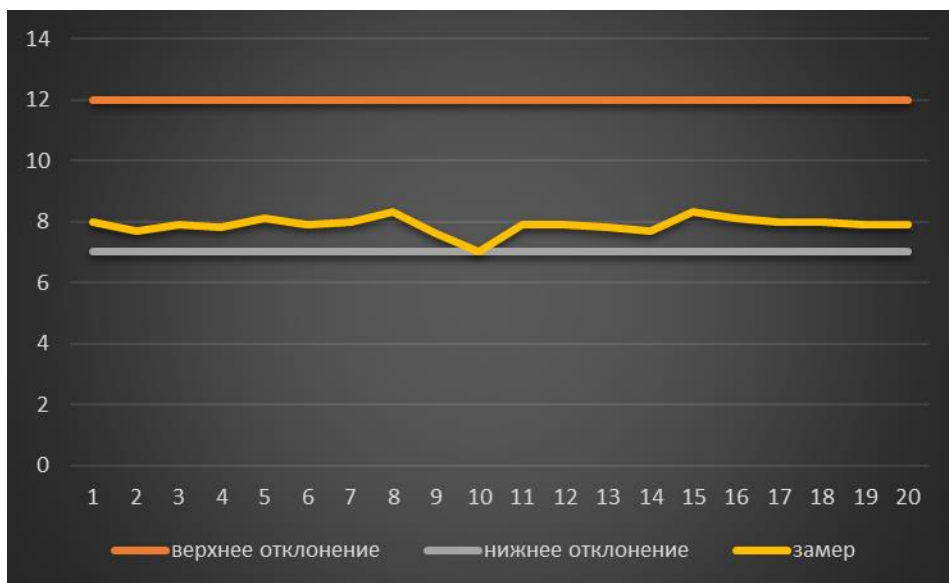


Рисунок 49 – График средних значений толщин первого слоя базисной эмали 676 цвета.

Соответствие значений толщины базисной эмали 676 цвета второго слоя показано на рисунке 50.



Рисунок 50 – График средних значений толщин второго слоя базисной эмали 676 цвета.

Соответствие значений толщины базисной эмали 498 цвета первого слоя показано на рисунке 51.

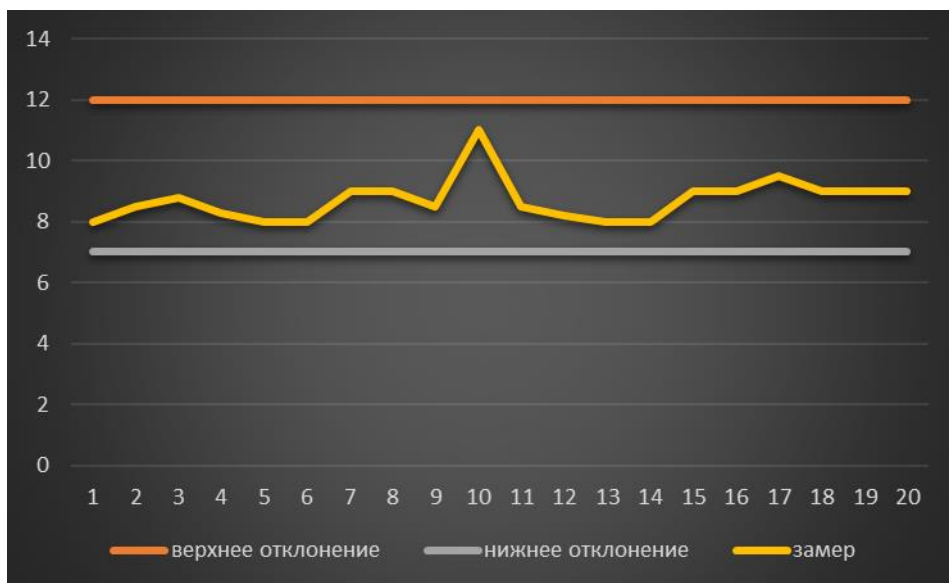


Рисунок 51 – График средних значений толщин первого слоя базисной эмали 498 цвета.

Соответствие значений толщины базисной эмали 498 цвета второго слоя показано на рисунке 52.



Рисунок 52 – График средних значений толщин второго слоя базисной эмали 498 цвета.

Соответствие значений толщины базисной эмали 250 цвета первого слоя показано на рисунке 53.

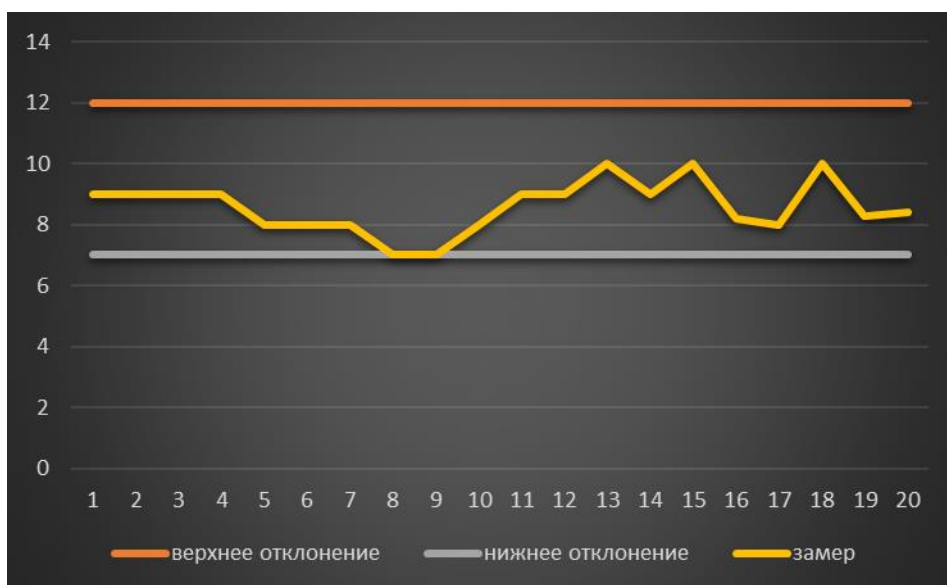


Рисунок 53 – График средних значений толщин первого слоя базисной эмали 250 цвета.

Соответствие значений толщины базисной эмали 250 цвета второго слоя показано на рисунке 54.



Рисунок 54 – График средних значений толщин второго слоя базисной эмали 250 цвета.

Соответствие значений толщины базисной эмали 242 цвета первого слоя показано на рисунке 55.



Рисунок 55 – График средних значений толщин первого слоя базисной эмали 242 цвета.

Соответствие значений толщины базисной эмали 242 цвета второго слоя показано на рисунке 56.



Рисунок 56 – График средних значений толщин второго слоя базисной эмали 242 цвета.

Соответствие значений толщины базисной эмали 238 цвета первого слоя показано на рисунке 57.

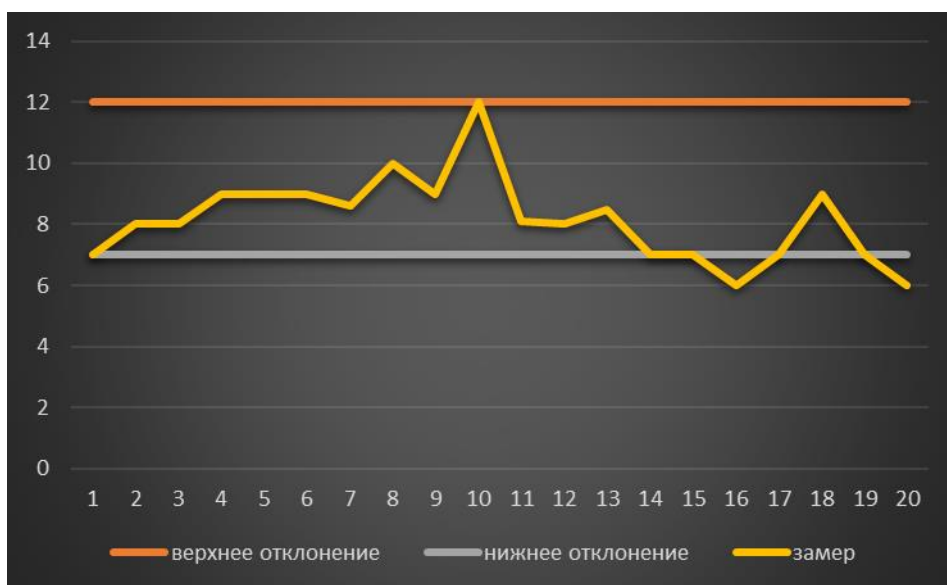


Рисунок 57 – График средних значений толщин первого слоя базисной эмали 238 цвета.

Соответствие значений толщины базисной эмали 238 цвета второго слоя показано на рисунке 58.



Рисунок 58 – График средних значений толщин второго слоя базисной эмали 238 цвета.

Соответствие значений толщины базисной эмали 136 цвета первого слоя показано на рисунке 59.



Рисунок 59 – График средних значений толщин первого слоя базисной эмали 136 цвета.

Соответствие значений толщины базисной эмали 136 цвета второго слоя показано на рисунке 60.



Рисунок 60 – График средних значений толщин второго слоя базисной эмали 136 цвета.

Соответствие значений толщины акрилового лака показано на рисунке 61.



Рисунок 61 – График средних значений толщин акрилового лака.

При получении больше 80% соответствия толщин и дисперсии по каждому замеру меньше 1,5 переходим на этап точной настройки, с окраской по полному технологическому циклу.

7 Замер толщин ультразвуковым методом

Замер ультразвуковым методом проводится прибором PELT-μPts5, этот прибор является многослойным измерительным средством, который обеспечивает точные результаты замеров толщины ЛКМ не разрушая деталь. Назначаем 8 точек контроля, симметрично друг другу, как показано на рисунке 62

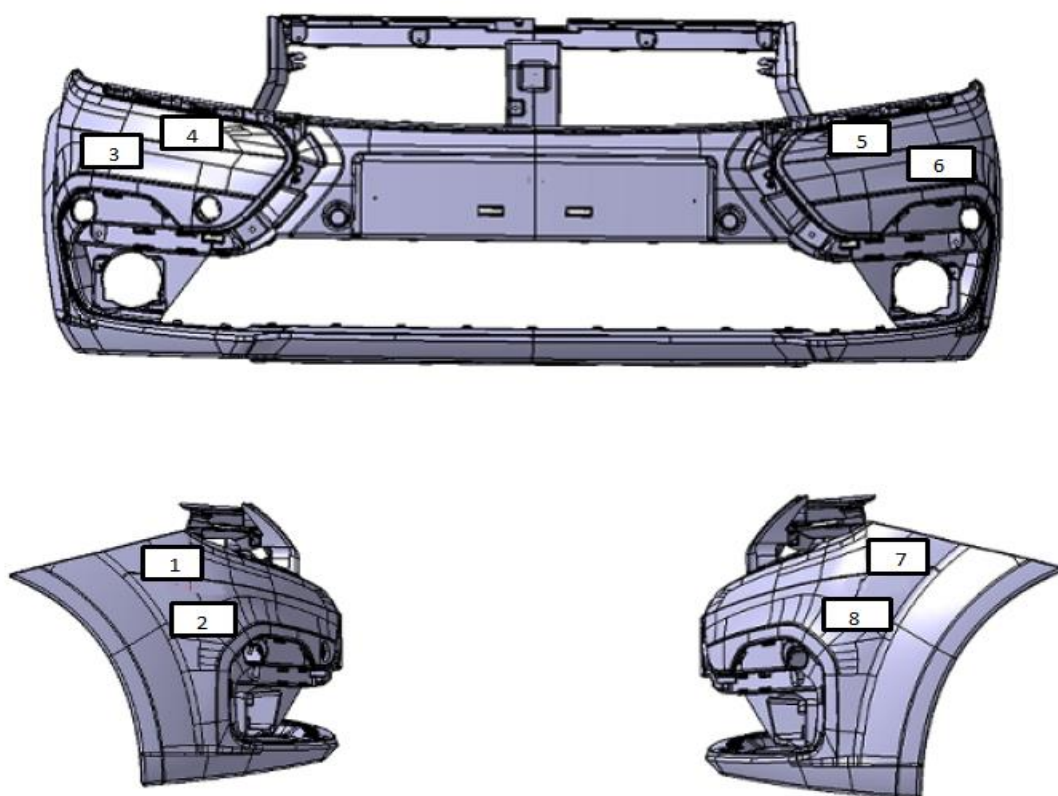


Рисунок 62 – точки контроля толщины ЛКМ ультразвуковым методом.

Показателем качественного ЛКП является процент соответствия толщин более 90% для каждого слоя минимум по 3 замерам, окрашенных в разные дни.

На рисунке 63 показаны толщины грунта бампера, окрашенного в 221 цвет.

Date: 20-окт-20
Time: 11:16
Model:
Comments:

Vin:
Operator: Olga

Booth: 161
Shift: 1st

Color: Blanc Glacier
Code: AK 0519

Job Num

| | |
|---------------------|----|
| Контрольная точка 1 | 13 |
| Контрольная точка 2 | 10 |
| Контрольная точка 3 | 13 |
| Контрольная точка 4 | 14 |
| Контрольная точка 5 | 14 |
| Контрольная точка 6 | 14 |
| Контрольная точка 7 | 14 |
| Контрольная точка 8 | 14 |

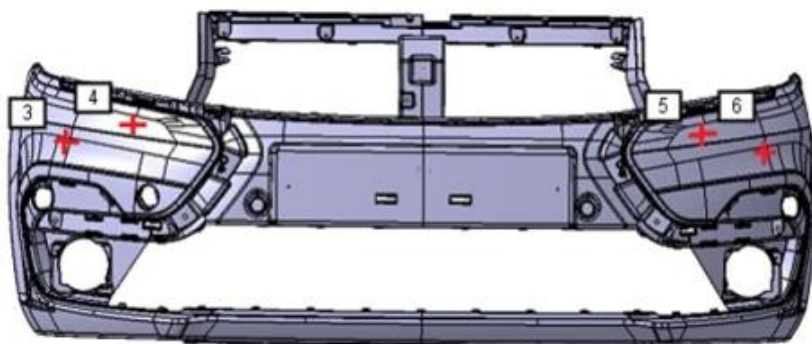


Рисунок 63 – комплексный замер грунта бампера окрашенного в 221.

На рисунке 64 показаны толщины базисной эмали бампера, окрашенного в 221 цвет.

Date: 20-окт-20
Time: 11:16
Model:
Comments:

Vin:
Operator: Olga

Booth: 161
Shift: 1st

Color: Blanc Glacier
Code: 221

Job Nur

| | |
|---------------------|----|
| Контрольная точка 1 | 29 |
| Контрольная точка 2 | 21 |
| Контрольная точка 3 | 31 |
| Контрольная точка 4 | 25 |
| Контрольная точка 5 | 27 |
| Контрольная точка 6 | 27 |
| Контрольная точка 7 | 27 |
| Контрольная точка 8 | 27 |

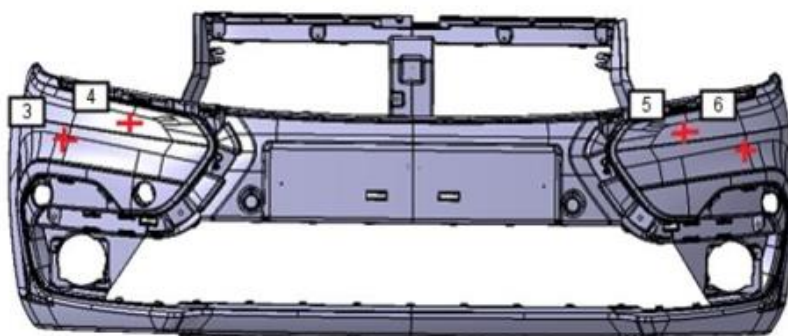


Рисунок 64 – комплексный замер базисной эмали бампера окрашенного в 221.

На рисунке 65 показаны толщины акрилового лака бампера, окрашенного в 221 цвет.

Date: 20-окт-20
Time: 11:16
Model:
Comments:

Vin:
Operator: Olga

Booth: 161
Shift: 1st

Color: Blanc Glacier
Code: AK 1078 M

Job Num:

| | |
|---------------------|----|
| Контрольная точка 1 | 35 |
| Контрольная точка 2 | 29 |
| Контрольная точка 3 | 42 |
| Контрольная точка 4 | 40 |
| Контрольная точка 5 | 46 |
| Контрольная точка 6 | 46 |
| Контрольная точка 7 | 46 |
| Контрольная точка 8 | 46 |

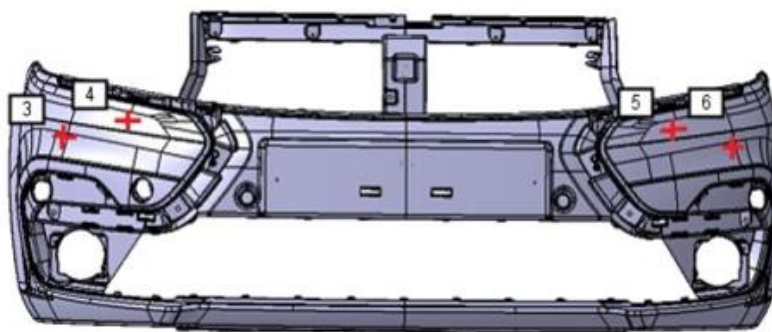


Рисунок 65 – комплексный замер акрилового лака бампера окрашенного в 221.

На рисунке 66 показаны толщины грунта бампера, окрашенного в 624 цвет.

Date: 20-окт-20
Time: 09:53
Model:
Comments:

Vin:
Operator: Olga

Booth: 159
Shift: 1st

Color: Gris Haighlad
Code: AK-1078M

Job Num:

| | |
|---------------------|----|
| Контрольная точка 1 | 49 |
| Контрольная точка 2 | 36 |
| Контрольная точка 3 | 47 |
| Контрольная точка 4 | 48 |
| Контрольная точка 5 | 51 |
| Контрольная точка 6 | 51 |
| Контрольная точка 7 | 51 |
| Контрольная точка 8 | 51 |

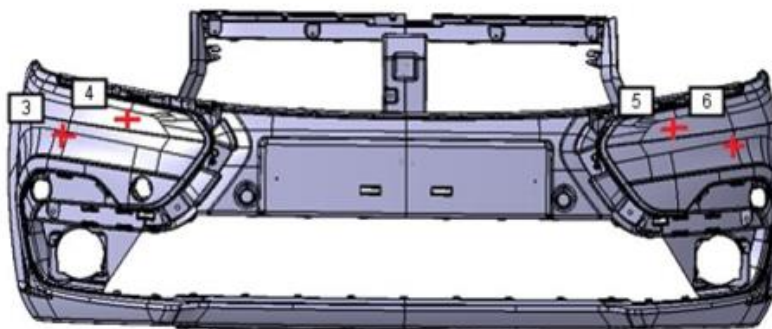


Рисунок 66 – комплексный замер грунта бампера окрашенного в 624.

На рисунке 67 показаны толщины базисной эмали бампера, окрашенного в 624 цвет.

Date: 20-окт-20
Time: 09:53
Model:
Comments:

Vin:
Operator: Olga

Booth: 159
Shift: 1st

Color: Gris Haighlad
Code: N624

Job Num

| | |
|---------------------|----|
| Контрольная точка 1 | 16 |
| Контрольная точка 2 | 14 |
| Контрольная точка 3 | 21 |
| Контрольная точка 4 | 25 |
| Контрольная точка 5 | 16 |
| Контрольная точка 6 | 16 |
| Контрольная точка 7 | 16 |
| Контрольная точка 8 | 16 |

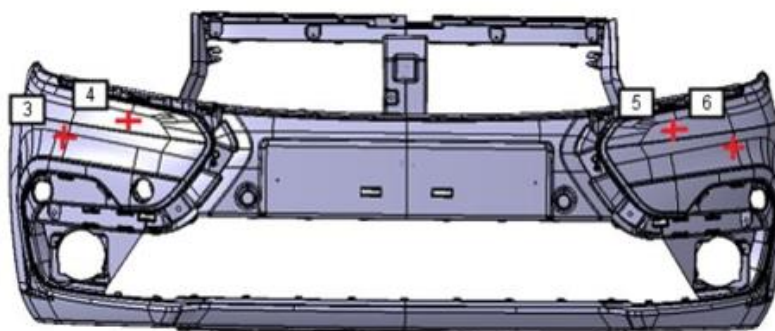


Рисунок 67 – комплексный замер базисной эмали бампера окрашенного в 624.

На рисунке 68 показаны толщины акрилового лака бампера, окрашенного в 624 цвет.

Date: 20-окт-20
Time: 09:53
Model:
Comments:

Vin:
Operator: Olga

Booth: 159
Shift: 1st

Color: Gris Haighlad
Code: AK-1078M

Job Num

| | |
|---------------------|----|
| Контрольная точка 1 | 49 |
| Контрольная точка 2 | 36 |
| Контрольная точка 3 | 47 |
| Контрольная точка 4 | 48 |
| Контрольная точка 5 | 51 |
| Контрольная точка 6 | 51 |
| Контрольная точка 7 | 51 |
| Контрольная точка 8 | 51 |

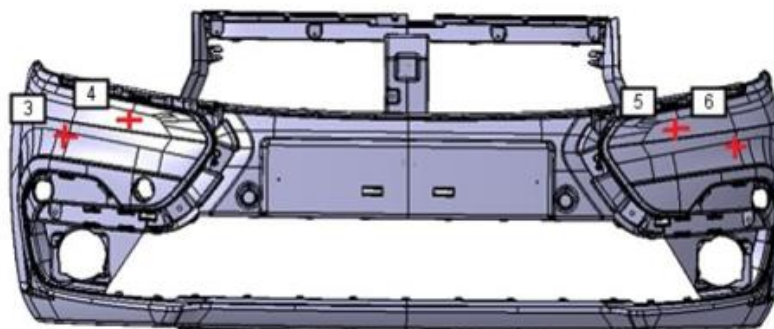


Рисунок 68 – комплексный замер лака бампера окрашенного в 624.

На рисунке 69 показаны толщины грунта бампера, окрашенного в 250 цвет.

Date: 20-окт-20
Time: 06:23
Model:
Comments:

Vin:
Operator: Julia

Booth: 153
Shift: 1st

Color: Brun
Code: AK 0519

Job Num

Контрольная точка 1 9
Контрольная точка 2 8
Контрольная точка 3 11
Контрольная точка 4 12
Контрольная точка 5 12
Контрольная точка 6 12
Контрольная точка 7 12
Контрольная точка 8 12

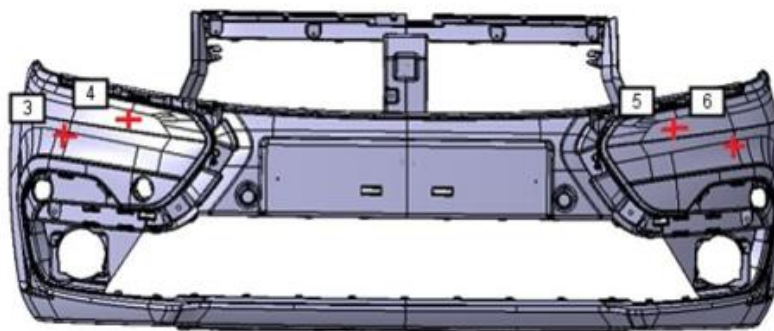


Рисунок 69 – комплексный замер грунта бампера окрашенного в 250.

На рисунке 70 показаны толщины базисной эмали бампера, окрашенного в 250 цвет.

Date: 20-окт-20
Time: 11:43
Model:
Comments:

Vin:
Operator: Natali

Booth: 151
Shift: 1st

Color: Brun
Code: 250

Job Numbe

Контрольная точка 1 15
Контрольная точка 2 18
Контрольная точка 3 22
Контрольная точка 4 19
Контрольная точка 5 15
Контрольная точка 6 15
Контрольная точка 7 15
Контрольная точка 8 15

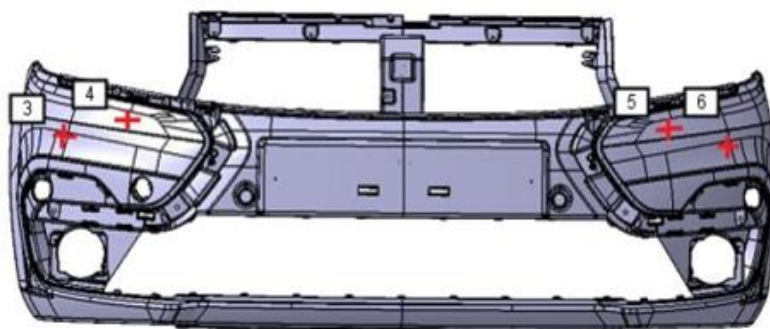


Рисунок 70 – комплексный замер базисной эмали бампера окрашенного в 250.

На рисунке 71 показаны толщины акрилового лака бампера, окрашенного в 250 цвет.

Date: 20-окт-20
Time: 11:43
Model:
Comments:

Vin:
Operator: Natali

Booth: 151
Shift: 1st

Color: Brun
Code: AK 1078 M

Job Numb

| | |
|---------------------|----|
| Контрольная точка 1 | 30 |
| Контрольная точка 2 | 40 |
| Контрольная точка 3 | 39 |
| Контрольная точка 4 | 40 |
| Контрольная точка 5 | 40 |
| Контрольная точка 6 | 40 |
| Контрольная точка 7 | 40 |
| Контрольная точка 8 | 40 |

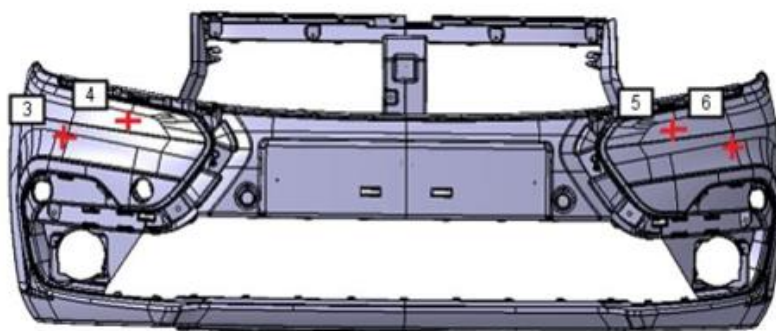


Рисунок 71 – комплексный замер лака бампера окрашенного в 250.

На рисунке 72 показаны толщины грунта бампера, окрашенного в 242 цвет.

Date: 20-окт-20
Time: 02:53
Model:
Comments:

Vin:
Operator: Elena

Booth: 162
Shift: 1st

Color: Grise Basalte
Code: AK 0519

Job Nur

| | |
|---------------------|----|
| Контрольная точка 1 | 10 |
| Контрольная точка 2 | 7 |
| Контрольная точка 3 | 11 |
| Контрольная точка 4 | 16 |
| Контрольная точка 5 | 12 |
| Контрольная точка 6 | 12 |
| Контрольная точка 7 | 12 |
| Контрольная точка 8 | 12 |

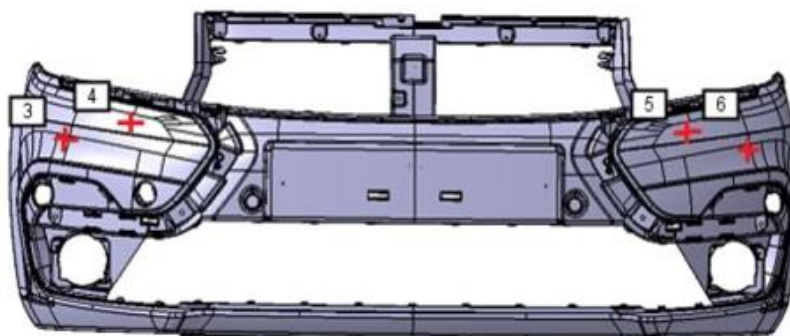


Рисунок 72 – комплексный замер грунта бампера окрашенного в 242.

На рисунке 73 показаны толщины базисной эмали бампера, окрашенного в 242 цвет.

Date: 20-окт-20
Time: 02:53
Model:
Comments:

Vin:
Operator: Elena

Booth: 162
Shift: 1st

Color: Grise Basalte
Code: 242

Job Num/

| | |
|---------------------|----|
| Контрольная точка 1 | 21 |
| Контрольная точка 2 | 21 |
| Контрольная точка 3 | 24 |
| Контрольная точка 4 | 19 |
| Контрольная точка 5 | 17 |
| Контрольная точка 6 | 17 |
| Контрольная точка 7 | 17 |
| Контрольная точка 8 | 17 |

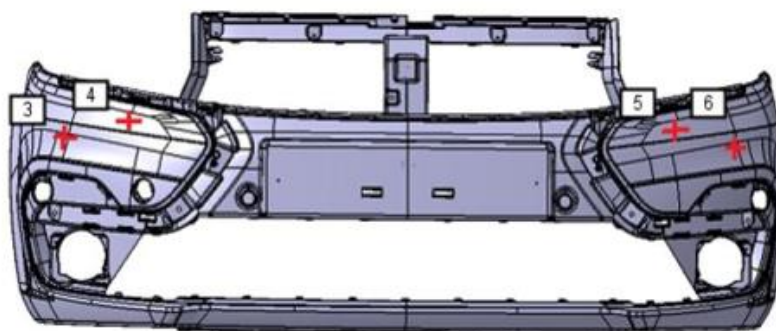


Рисунок 74 – комплексный замер базисной эмали бампера окрашенного в 242.

На рисунке 75 показаны толщины акрилового лака бампера, окрашенного в 242 цвет.

Date: 20-окт-20
Time: 02:53
Model:
Comments:

Vin:
Operator: Elena

Booth: 162
Shift: 1st

Color: Grise Basalte
Code: AK 1078 M

Job Num/

| | |
|---------------------|----|
| Контрольная точка 1 | 33 |
| Контрольная точка 2 | 30 |
| Контрольная точка 3 | 39 |
| Контрольная точка 4 | 53 |
| Контрольная точка 5 | 48 |
| Контрольная точка 6 | 48 |
| Контрольная точка 7 | 48 |
| Контрольная точка 8 | 48 |

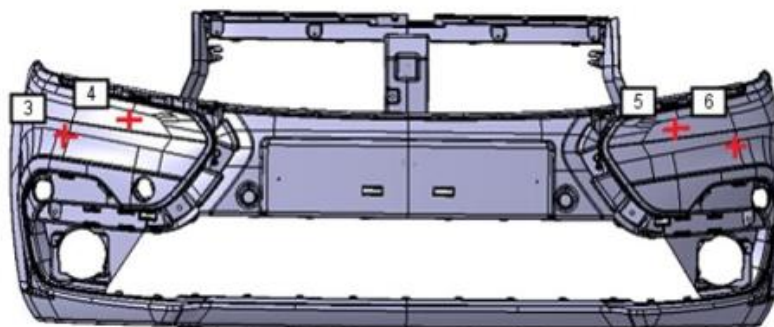


Рисунок 75 – комплексный замер лака бампера окрашенного в 242.

8. Микроскопическое исследование

В ходе проведения НИР была выявлена проблема по корреляции результатов замеров, полученных с помощью прибора PELT-μPts5 с замерами прибора «Дельтаскоп». Результаты приборов различались в диапазоне 10 мкм, что недопустимо. Единственным верным решением было произвести контроль разрушающим методом с помощью микроскопа «OLYMPUS-GX51», и системы анализа SIAMS 800, чтобы определить толщины лакокрасочного покрытия послойно (грунт, эмаль, лак).

Объектом испытания (анализа) являются фрагменты с ЛКП, вырезанные из бампера переднего, проблемных зон, по точкам контроля рисунка 62.

Толщина ЛКМ образца №2 представлена на рисунке 76.

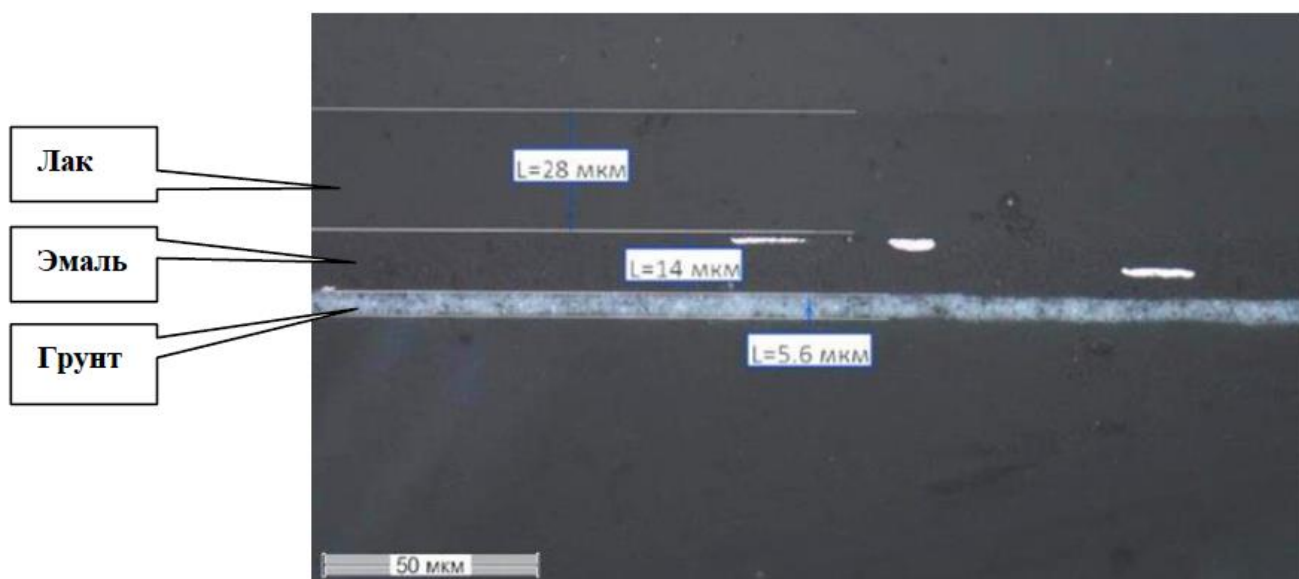


Рисунок 76 – Структура покрытия образца № 2 ×500

Толщина ЛКМ образца №3 представлена на рисунке 77.

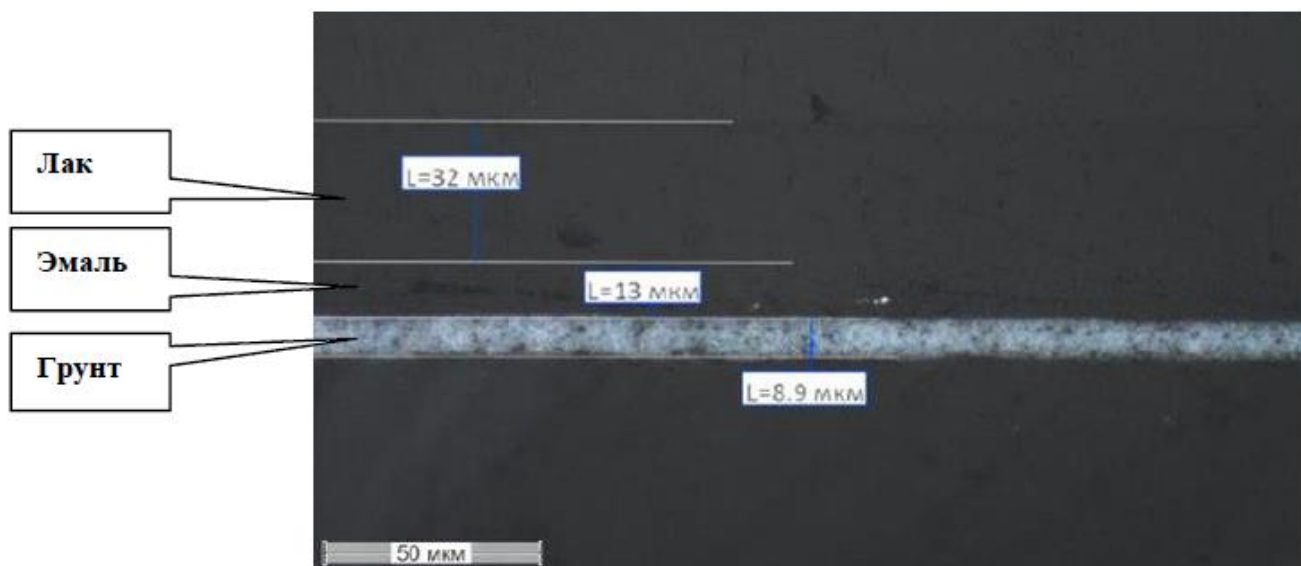


Рисунок 77– Структура покрытия образца № 3 ×500

Толщина ЛКМ образца №4 представлена на рисунке 78.

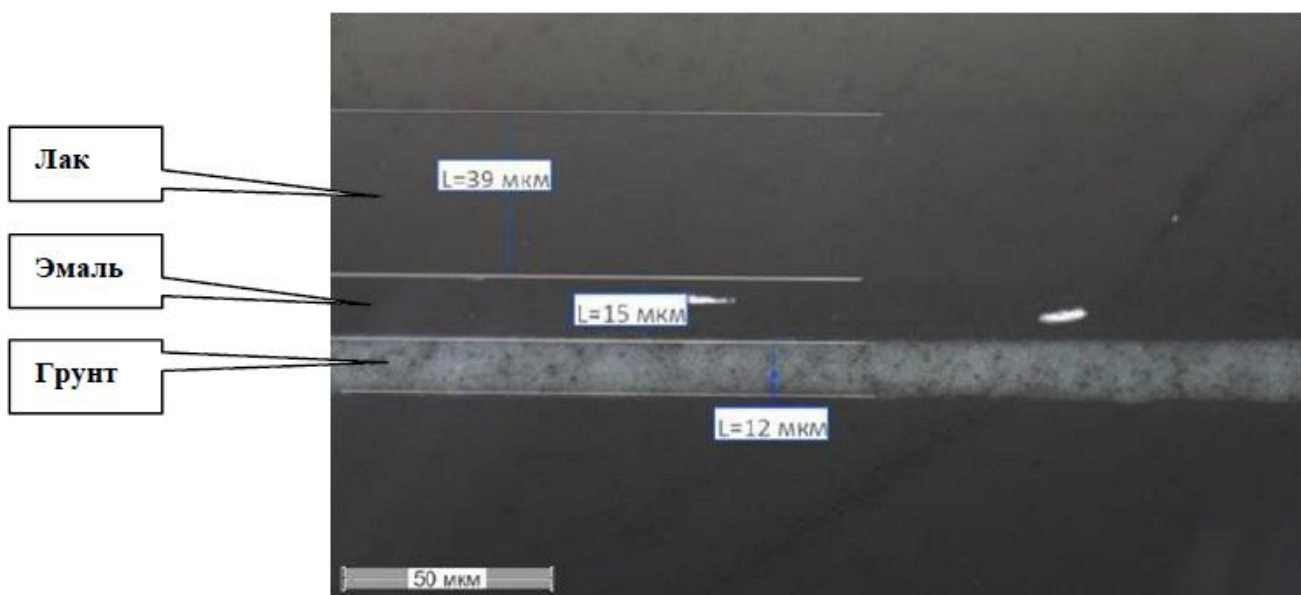


Рисунок 78– Структура покрытия образца № 4 ×500

Толщина ЛКМ образца №5 представлена на рисунке 79.

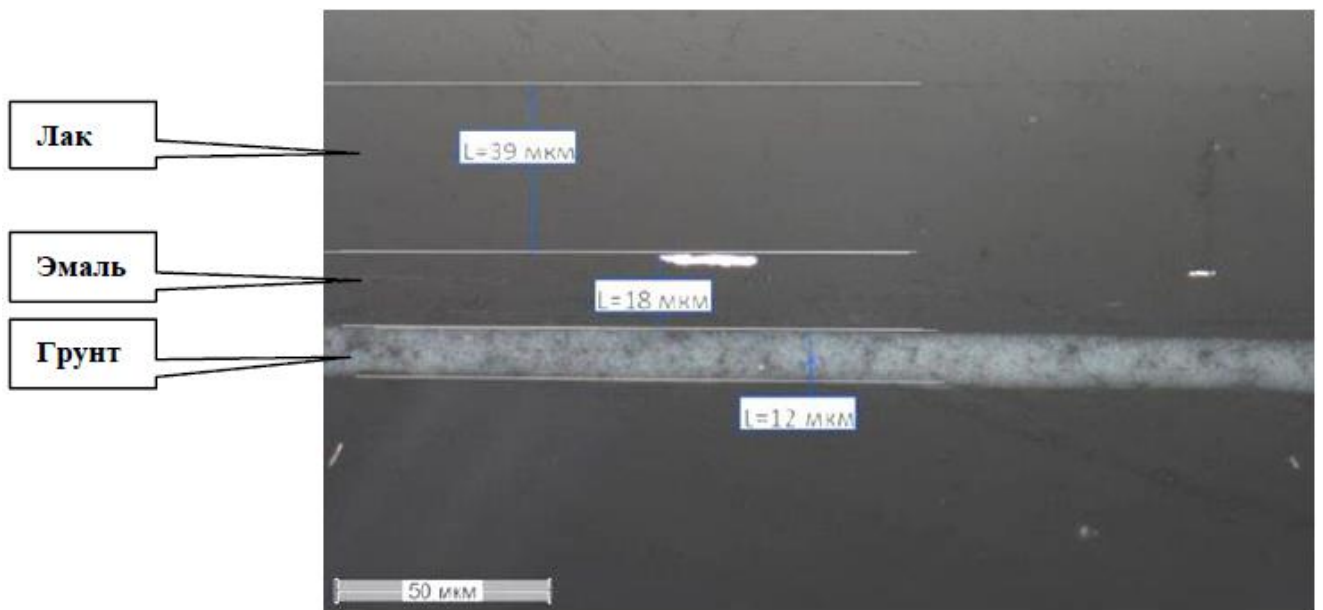


Рисунок 79 – Структура покрытия образца № 5 ×500

Толщина ЛКМ образца №6 представлена на рисунке 80.

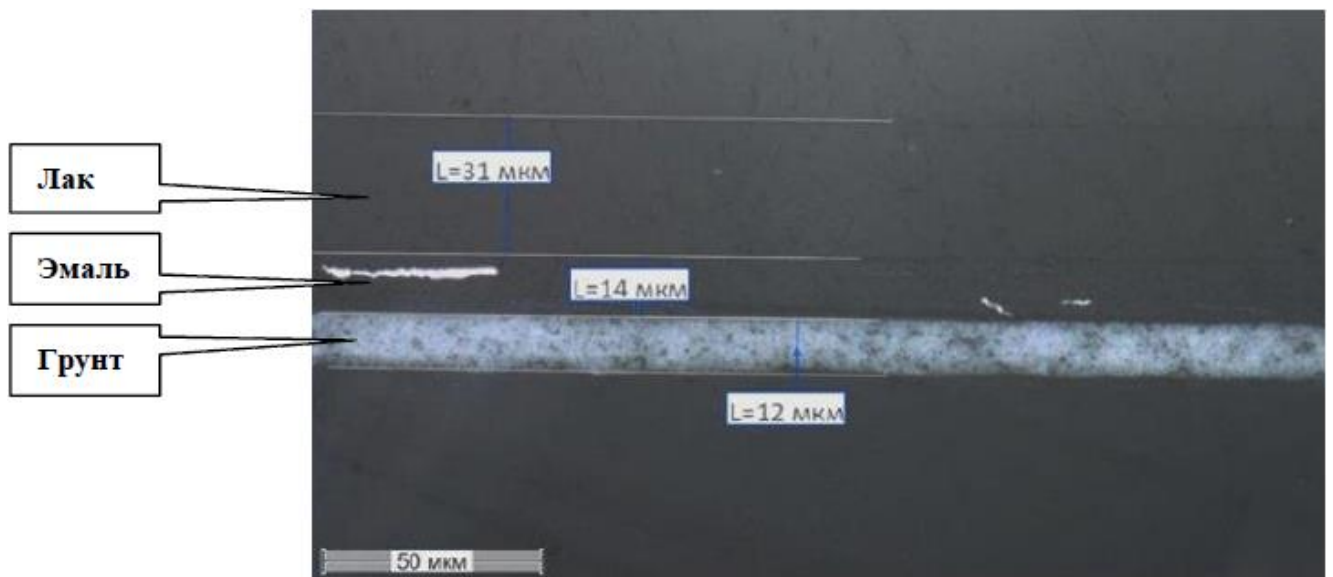


Рисунок 80 – Структура покрытия образца № 6 ×500

Толщина ЛКМ образца №7 представлена на рисунке 81.

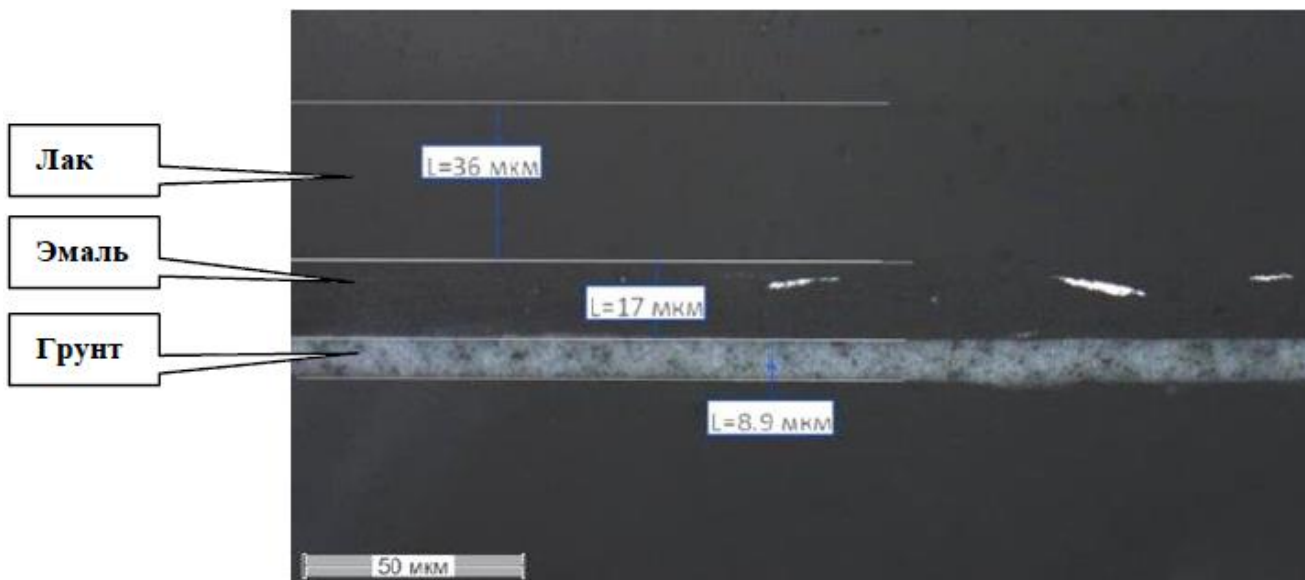


Рисунок 81 – Структура покрытия образца № 7 ×500

Заключение микроскопического исследования:

На исследованных образцах лакокрасочное покрытие состоит из трех слоёв:

- образец № 2: грунт - 6 мкм; эмаль - 14 мкм; лак - 28 мкм;
- образец № 3: грунт - 9 мкм; эмаль - 13 мкм; лак - 32 мкм;
- образец № 4: грунт - 12 мкм; эмаль - 15 мкм; лак - 39 мкм;
- образец № 5: грунт - 12 мкм; эмаль - 18 мкм; лак - 39 мкм;
- образец № 6: грунт - 12 мкм; эмаль - 14 мкм; лак - 31 мкм;
- образец № 7: грунт - 9 мкм; эмаль - 17 мкм; лак - 36 мкм.

9. Инструментальный замер показателей соответствия цвету

Замер соответствия цвета производится прибором BYK-mac I COLOR. Принцип работы прибора заключается в отражении света от измеряемой поверхности. Замер производится с освещением под шестью углами -15° , 15° , 25° , 45° , 75° , 110° . С использованием системы координат LAB, со следующей индикацией:

- ΔL – светлый-темный;
- ΔA – зеленый-красный;
- ΔB – синий-желтый.

Цветовая сфера с системой координат LAB показана на рисунке 82

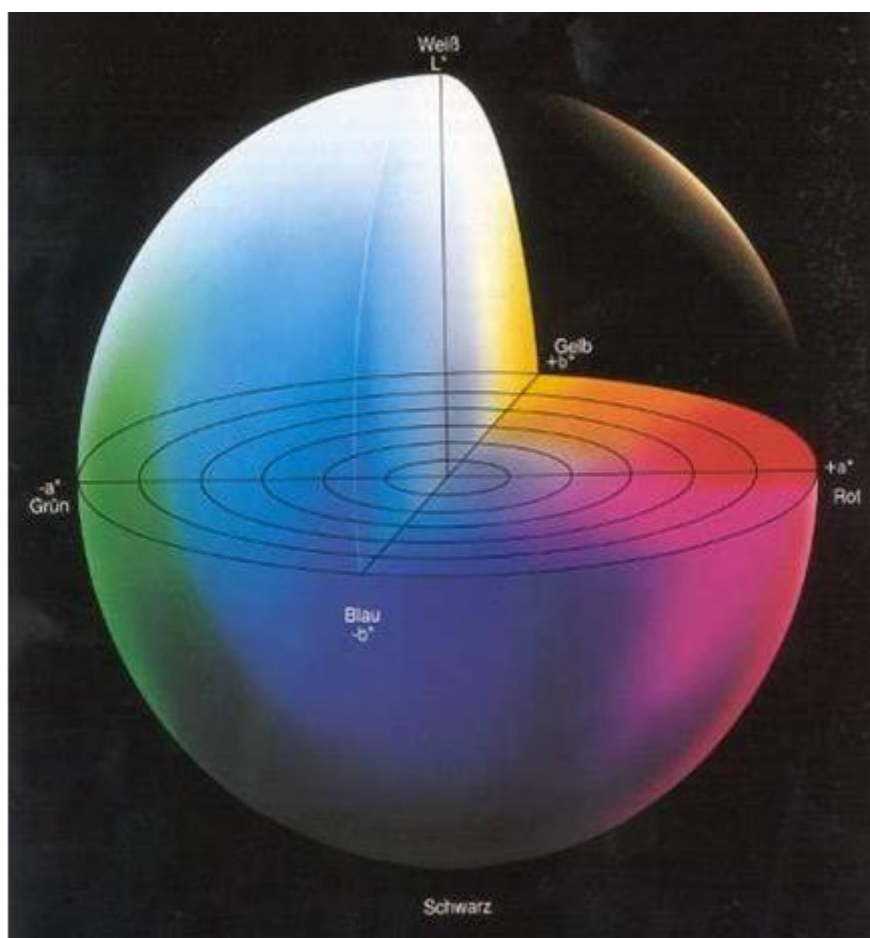


Рисунок 82 - цветовая 3D сфера

Для инструментального замера соответствия цвету назначаем 6 точек контроля, расположение указано на рисунке 83. Первая и шестая сбоку бампера в районе стыка бампера с крылом, вторая, третья, четвертая и пятая точки в центральной области под фарами.

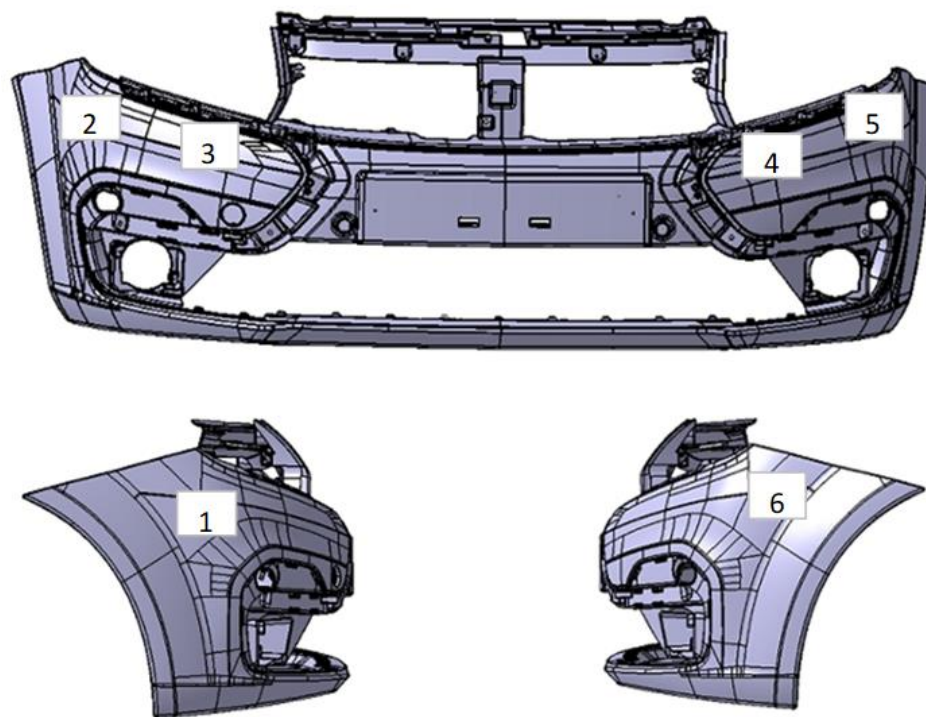


Рисунок 83 – точки контроля соответствия цвету.

Осуществив приборный контроль окрашенной детали по полному технологическому циклу, сведем полученные результаты соответствия цифровому эталону в таблицы. Соответствие окрашенной детали цвету № 221 представлен в таблице 35.

Таблица 35 – Замер соответствия цвету 221.

| № точки | dL | dL | dL | da | da | da | db | db | db |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| | 25 | 45 | 75 | 25 | 45 | 75 | 25 | 45 | 75 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | -0,09 | -0,10 | 0,10 | -0,04 | 0,00 | 0,04 | 0,34 | 0,38 | 0,33 |
| 2 | 0,45 | 0,08 | 0,33 | -0,09 | -0,04 | 0,03 | 0,24 | 0,32 | 0,29 |
| 3 | -0,49 | -0,24 | -0,11 | 0,00 | 0,02 | 0,04 | 0,42 | 0,43 | 0,37 |
| 4 | -0,86 | -0,42 | -0,35 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,47 | 0,44 | 0,35 |

Продолжение таблицы 35

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| 5 | 0,52 | 0,18 | 0,52 | -0,09 | -0,05 | 0,02 | 0,22 | 0,31 | 0,28 |
| 6 | -0,76 | -0,62 | 0,54 | -0,09 | -0,03 | -0,04 | 0,32 | 0,24 | -0,37 |

Соответствие окрашенной детали цвету № 624 представлен в таблице 36.

Таблица 36 – Замер соответствия цвету 624.

| № точки | dL | dL | dL | da | da | da | db | db | db |
|---------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| | 25 | 45 | 75 | 25 | 45 | 75 | 25 | 45 | 75 |
| 1 | -1,57 | -0,17 | 1,18 | 0,10 | -0,10 | -0,42 | -0,05 | 0,41 | -0,09 |
| 2 | -3,55 | 0,11 | 2,21 | 0,05 | -0,11 | -0,43 | 0,05 | 0,50 | -0,08 |
| 3 | 0,52 | 0,74 | 0,63 | 0,23 | 0,03 | -0,30 | 0,11 | 0,55 | 0,19 |
| 4 | -0,92 | -0,19 | 0,99 | 0,04 | -0,17 | -0,46 | -0,13 | 0,35 | -0,07 |
| 5 | -2,31 | -1,34 | 0,88 | 0,07 | -0,15 | -0,50 | -0,23 | 0,25 | -0,41 |
| 6 | 0,03 | -0,07 | 0,14 | -0,12 | -0,09 | -0,04 | 0,24 | 0,28 | 0,23 |

Соответствие окрашенной детали цвету № 250 представлен в таблице 37.

Таблица 37 – Замер соответствия цвету 250.

| № точки | dL | dL | dL | da | da | da | db | db | db |
|---------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| | 25 | 45 | 75 | 25 | 45 | 75 | 25 | 45 | 75 |
| 1 | 0,30 | 1,31 | 0,88 | 0,39 | 0,36 | 0,38 | -0,12 | 0,36 | 0,90 |
| 2 | -0,08 | 0,75 | 0,50 | 0,60 | 0,38 | 0,36 | 0,05 | 0,27 | 0,78 |
| 3 | -1,28 | 0,09 | 0,38 | 0,28 | 0,24 | 0,34 | -0,51 | 0,04 | 0,75 |
| 4 | 2,08 | 2,87 | 1,58 | 0,43 | 0,48 | 0,44 | 0,41 | 0,77 | 1,12 |
| 5 | 0,47 | 1,53 | 1,03 | 0,24 | 0,35 | 0,39 | -0,43 | 0,34 | 0,95 |
| 6 | 0,24 | 0,03 | 0,34 | -0,14 | -0,10 | -0,04 | 0,23 | 0,27 | 0,23 |

Соответствие окрашенной детали цвету № 242 представлен в таблице 38.

Таблица 38 – Замер соответствия цвету 242.

| № точки | dL 25 | dL 45 | dL 75 | da 25 | da 45 | da 75 | db 25 | db 45 | db 75 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | -0,46 | -0,51 | 0,83 | 0,03 | -0,22 | -0,20 | -0,29 | 0,30 | 0,57 |
| 2 | 0,38 | -0,55 | 0,66 | 0,00 | -0,26 | -0,19 | -0,40 | 0,11 | 0,45 |
| 3 | -2,59 | -1,38 | 0,54 | 0,02 | -0,20 | -0,19 | -0,36 | 0,40 | 0,62 |
| 4 | 0,60 | 0,23 | 1,21 | 0,12 | -0,17 | -0,19 | -0,07 | 0,43 | 0,60 |
| 5 | -0,24 | -0,35 | 0,93 | -0,01 | -0,27 | -0,22 | -0,31 | 0,28 | 0,58 |
| 6 | 0,03 | -0,07 | 0,14 | -0,12 | -0,09 | -0,04 | 0,24 | 0,28 | 0,23 |

Соответствие окрашенной детали цвету № 237 представлен в таблице 39.

Таблица 39 – Замер соответствия цвету 237.

| № точки | dL 25 | dL 45 | dL 75 | da 25 | da 45 | da 75 | db 25 | db 45 | db 75 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | -5,37 | -2,67 | -0,28 | -0,03 | -0,04 | -0,04 | 0,23 | 0,20 | -0,42 |
| 2 | -5,34 | -2,71 | -0,13 | -0,12 | -0,08 | -0,05 | -0,29 | 0,04 | -0,40 |
| 3 | -4,62 | -2,32 | -0,15 | -0,02 | -0,04 | -0,04 | 0,29 | 0,21 | -0,40 |
| 4 | -5,56 | -1,72 | 0,45 | 0,02 | -0,01 | -0,01 | 0,67 | 0,50 | -0,21 |
| 5 | -5,97 | -3,93 | -1,28 | -0,02 | -0,03 | -0,06 | 0,24 | 0,05 | -0,67 |
| 6 | -5,55 | -1,52 | -0,20 | -0,09 | -0,07 | -0,03 | 0,36 | 0,36 | 0,31 |

Проанализировав значения можно сделать вывод, что полученные инструментальные значения соответствуют технологическим требованиям и цифровым эталонам.

10 Инструментальный замер показателей шагрени

Замер шагрени производится прибором ВУК micro-wave-scan. Так же wave-scan является инструментом контроля и анализа, с помощью которого возможно оперативно отслеживать изменения в качестве ЛКП. Принципом работы прибора является отражение лазерного излучения от измеряемой поверхности и возвращение его на сенсор прибора, как показано на рисунке 85.

Для инструментального замера шагрени назначаем 4 точки контроля, расположение указано на рисунке 84. Первая и вторая точки расположены на центральной части бампера, в области под фарами, третья и четвертая в области стыка бампера с крылом, симметрично друг другу.

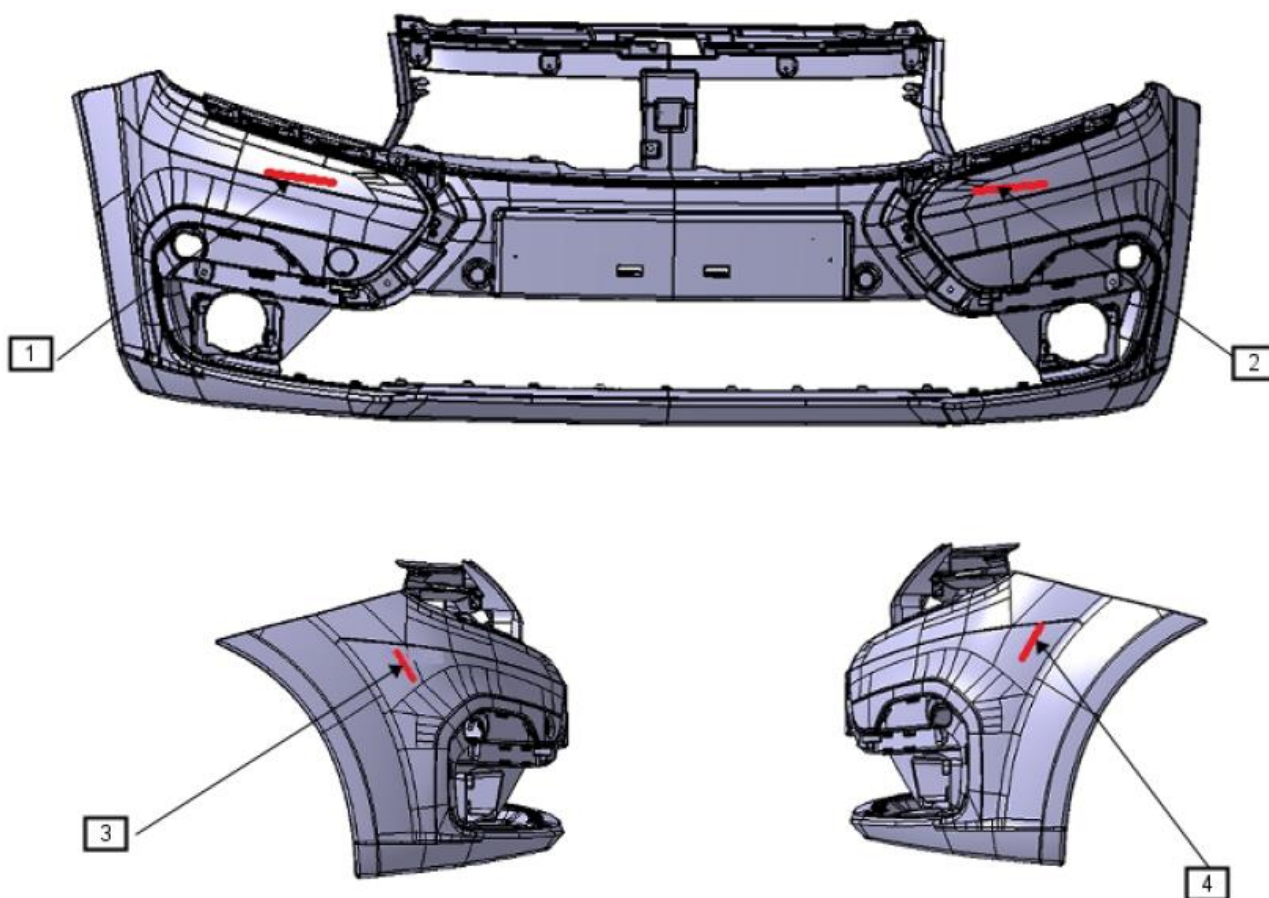


Рисунок 84 – точки контроля шагрени

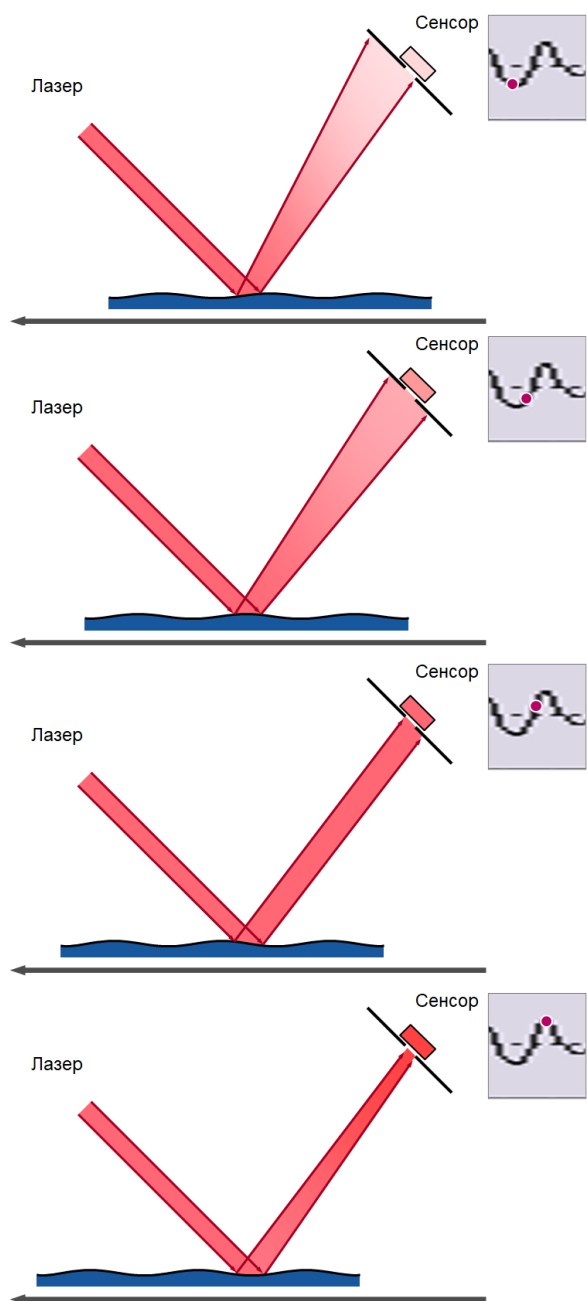


Рисунок 85 – принцип работы wave scan

Осуществив приборный контроль соответствия показателей шагрени технологическим требованиям сведем полученные результаты в таблицы. Результат измерений шагрени детали, окрашенной в 221 цвет, приведен в таблице 40.

Таблица 40 – Замер показателей шагрени детали, окрашенной в 221 цвет.

| № точки | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------|----|----|----|----|
| LW | 11 | 18 | 19 | 23 |
| SW | 11 | 11 | 11 | 14 |
| DOI | 93 | 93 | 93 | 92 |

Результат измерений шагрени детали, окрашенной в 676 цвет, приведен в таблице 41.

Таблица 41 – Замер показателей шагрени детали, окрашенной в 676 цвет.

| № точки | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------|----|----|----|----|
| LW | 9 | 12 | 14 | 13 |
| SW | 13 | 12 | 13 | 11 |
| DOI | 95 | 96 | 96 | 96 |

Результат измерений шагрени детали, окрашенной в 624 цвет, приведен в таблице 42.

Таблица 42 – Замер показателей шагрени детали, окрашенной в 624 цвет.

| № точки | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------|----|----|----|----|
| LW | 10 | 11 | 14 | 13 |
| SW | 11 | 13 | 13 | 13 |
| DOI | 83 | 82 | 82 | 83 |

Результат измерений шагрени детали, окрашенной в 250 цвет, приведен в таблице 43.

Таблица 43 – Замер показателей шагрени детали, окрашенной в 250 цвет.

| № точки | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------|----|----|----|----|
| LW | 15 | 19 | 22 | 19 |
| SW | 18 | 19 | 21 | 21 |
| DOI | 92 | 90 | 90 | 92 |

Результат измерений шагрени детали, окрашенной в 242 цвет, приведен в таблице 44.

Таблица 44 – Замер показателей шагрени детали, окрашенной в 242 цвет.

| № точки | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------|----|----|----|----|
| LW | 14 | 15 | 15 | 14 |
| SW | 19 | 18 | 20 | 19 |
| DOI | 92 | 91 | 92 | 93 |

Результат измерений шагрени детали, окрашенной в 498 цвет, приведен в таблице 45.

Таблица 45 – Замер показателей шагрени детали, окрашенной в 498 цвет.

| № точки | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------|----|----|----|----|
| LW | 15 | 16 | 14 | 14 |
| SW | 18 | 19 | 21 | 21 |
| DOI | 90 | 91 | 91 | 92 |

Результат измерений шагрени детали, окрашенной в 237 цвет, приведен в таблице 46.

Таблица 46 – Замер показателей шагрени детали, окрашенной в 237 цвет.

| № точки | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------|----|----|----|----|
| LW | 14 | 14 | 13 | 14 |
| SW | 18 | 18 | 18 | 19 |
| DOI | 89 | 90 | 90 | 91 |

Результат измерений шагрени детали, окрашенной в 136 цвет, приведен в таблице 47.

Таблица 47 – Замер показателей шагрени детали, окрашенной в 136 цвет.

| № точки | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------|----|----|----|----|
| LW | 15 | 16 | 17 | 18 |
| SW | 13 | 17 | 14 | 16 |
| DOI | 95 | 93 | 93 | 94 |

Проанализировав значения можно сделать вывод, что полученные инструментальные значения соответствуют цифровым допускам, с незначительными отклонениями.

11 Визуальная оценка внешнего вида

Визуальная оценка качества ЛКП производится дизайнером, в специальной камере осмотра, с освещенностью не менее 1000 лк. В случае отсутствия такой камеры проведение контроля соответствия эталону цвета допускается на открытом уличном пространстве, в первой половине дня, при отсутствии прямых солнечных лучей. Соответствие эталону шагрени необходимо проводить в помещении, при искусственном освещении не менее 700 лк.

Результат визуальной оценки внешнего вида, оценивается по четырех бальной шкале от 1 до 4, приведен в таблице 48

Таблица 48 – дизайнерская оценка внешнего вида.

| | 221 | 676 | 624 | 498 | 250 | 242 | 237 | 136 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Цвет | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| Шагрень | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были достигнуты следующие результаты:

- Проанализирован действующий технологический процесс окраски бампера переднего.
- Изменены параметры обжига.
- Модифицированы траектории нанесения грунта.
- Рассчитаны и подобраны параметры нанесения грунта.
- Модифицированы траектории и параметры нанесения базисной эмали.
- Рассчитаны и подобраны параметры нанесения базисной эмали.
- Модифицированы траектории и параметры нанесения акрилового лака.
- Рассчитаны и подобраны параметры нанесения акрилового лака..
- Получен синтез положительных результатов измерений толщин послойно, после модификации технологического процесса окраски.
- Получен синтез положительных результатов измерений комплексной толщины, после модификации технологического процесса окраски.
- Получен синтез положительных результатов измерений соответствия цвету, после модификации технологического процесса окраски.
- Получен синтез положительных результатов измерений шагреня, после модификации технологического процесса окраски.
- Получен синтез положительных результатов визуальной оценки, после модификации технологического процесса окраски.

Исходя из вышесказанного, показатель качества окраски бампера переднего значительно увеличился, что в свою очередь позволит получить большую удовлетворенность потребителя по воспринимаемому качеству.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т.1. - 8-е изд., перераб. и доп./Под ред. И.Н.Жестковой. – М.:Машиностроение, 2001.– 920 с.
2. URL: <https://artmalyar.ru/pokraska/okraska-plastika-second.html>.
3. URL:https://www.infracim.ru/sprav/spravochnik/srav/glava_3_osobenosti_pnevmatichpnevma_naneseniya_avtomobilnykh_emaley/
4. URL:<https://www.avtoall.ru/article/11994823/>
5. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно–методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009. — 155 с.
6. Дунаев П.Ф. Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для студ. техн. спец. Вузов. - 8-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский центр «Академия», 2003г. - 496с.
7. Табель технологического оборудования. – М.: Центроргтрудавтотранс, 2000. - 93с.
8. Экономическое обоснование дипломных проектов. Киров, 1993. - 68 с.
9. URL: <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2012/ep/content/file81.htm>
10. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
11. URL:<https://www.fenderbender.com/articles/3909-maximizing-efficiency-in-the-paint-department>
12. СНиП 23-05–95. Естественное и искусственное освещение.
13. Лиханов В.А., Лопатин О.П., Вылегжанин П.Н., Зяблых Р.Ю. Экологическая безопасность. Методические указания для выполнения дипломного проекта. - Киров: Вятская ГСХА, 2005 - 80с.
14. URL: <https://moluch.ru/archive/177/46112/>

15. Луковников А.В., Шкрабак В.С. Охрана труда: Учебники для вузов. - 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 2008. - 320 с.: ил.
16. Серый И.С., Смелов А. П., Черкун В. Е. Курсовое и дипломное проектирование по надёжности и ремонту машин. – М.: Агропромиздат, 1991. – 184 с.
17. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
18. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Утверждено Главным государственным санитарным врачом РФ 30.03.03г.
19. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
20. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации.
- 21.URL: <https://www.byk.com/en/products/additives-by-name/byk-max-ct-4260>
- 22.URL: <https://www.byk.com/en/product/highlights/byk-max>
23. URL:<https://icsspb.ru/blog/okraska-plastikov--gotovye-tekhnologii-pokraski-razlichnykh-vidov-plastika>
24. URL:<https://www.durr.com/en/products/paint-shop-application-technology>
25. URL:https://www.sewurodrive.es/industries/automotive/paint_shop/paint_shop.html
26. URL:<https://www.graco.com/us/en/inplantmanufacturing/solutions/automotive/paint-shop.html>
27. URL:https://profokraska.com/stati/problemy_pri_pokraske_izdelij_iz_plastika.html
28. URL:<https://flip.com.ua/articles/defekty-pri-pokraske-avto/>
29. URL:<https://knowledge.ulprospector.com/6636/pc-overcoming-paint-film-defects-causes-remedies/>

30. URL:https://www.naaa.com/standards/Identifying_and_Correcting_Paint_Defects.pdf
31. URL:<https://www.paint.org/coatingstech-magazine/articles/automotive-coatings-application-defects/>
32. URL: <https://www.glasurit.com/en-int/cratering>